

## **Amaç ve Kapsam**

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

## **Aims and Scope**

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

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

e-mail: [ajesa@altinbas.edu.tr](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**

Res.Asst. Ekrem YILMAZ

Res.Asst. İncilay YILDIZ

Res.Asst. Merve Nur BARUN

## **Dizgi / Typesetting**

Tarkan KARA

## **Baskı / Print**

Saraçoğlu Matbaacılık

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

Aralık 2022

## AURUM

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

### Sahibi / Owner

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

### Genel Koordinatör / General Coordinator

Prof. Dr. Çağrı ERHAN

### Editörler / Editors

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

### Dil Editörü / Language Editor

Dr. Öğr. Üyesi Deniz ÇETİN (Altınbaş Üniversitesi)

### Yayın Kurulu / Editorial Board

**Dennis ANDREJKO**, Rochester Institute of Technology, USA, **Nizamettin AYDIN**, Yıldız Technical University, TURKEY, **Niyazi Onur BAKIR**, Altınbaş University, TURKEY, **Hasan H. BALIK**, Yıldız Technical University, TURKEY, **Graham CAIRNS**, AMPS, UNITED KINGDOM, **Carlo CATTANI**, University of Salerno, ITALY, **Nur ÇAĞLAR**, TOBB University, TURKEY, **Georgy M. DIMIROVSKI**, SS C. and Methodius University, MACEDONIA, **Oktay OZCAN**, Istanbul Aydın University, TURKEY, **Maurizio CARLINI**, University "La Tuscia", ITALY, **Luis F. CHAPARRO**, University of Pittsburg, USA, **Ersin GÖSE**, National Defence University, TURKEY, **Mehrdad HADIGHI**, Pennsylvania State University, USA, **Stanley HALLET**, Catholic University of America, USA, **Rachid HARBA**, Orleans University, FRANCE, **Rachid JENANNE**, Orleans University, FRANCE, **Ted LANDRUM**, Manitoba University, CANADA, **Peter STAVROULAKIS**, Telecommunication System Ins., GREECE, **Bahram SHAFAI**, Northeastern University, USA, **Masoud SALEHI**, Northeastern University, USA, **Arzu GÖNENÇ SORGUÇ**, Middle East Technical University, TURKEY, **Sinan Mert ŞENER**, Istanbul Technical University, TURKEY, **Jay WEITZEN**, University of Massachusettes, USA, **Neslihan DOSTOĞLU**, 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**, Ege University, TURKEY, **Süleyman BAŞTÜRK**, Altınbaş University, TURKEY, **Gülhan BENLİ**, İstanbul Medipol University, TURKEY, **Murat CEYLAN**, Konya Selçuk University, TURKEY, **Behzat Gökçen DEMİR**, Ministry of Energy and Natural Sources, TURKEY, **Abdi C. GÜZER**, Middle East Technical University, TURKEY, **Ali GÜNGÖR**, Bahçeşehir University, TURKEY, **Nihan T. HACİÖMEROĞLU**, Osmangazi University, TURKEY, **Gaye HAFEZ**, Altınbaş University, TURKEY, **Ertuğrul KARAÇUHA**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Adem KARAHOCA**, MEF University, TURKEY, **Aykut KARAMAN**, Altınbaş University, TURKEY, **Mesut KARTAL**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Hakan KUNTMAN**, İstanbul Technical University, TURKEY, **Sefer KURNAZ**, Altınbaş University, TURKEY, **Halit PASTACI**, Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, TURKEY, **Ömer Fatih SAYAN**, Telecommunications Authority, TURKEY, **Murat SOYGENİŞ**, Bahçeşehir University, TURKEY, **Işıl Ruhi SİPAHIOĞLU**, TOBB University, TURKEY, **Nuket SİVRİ**, İstanbul University, TURKEY, **Murat SÖNMEZ**, TOBB University, TURKEY, **Bige TUNCER**, Singapore University of Technology and Design, SINGAPORE, **Bahadır UÇAN**, Yıldız Technical University, TURKEY

AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), ASOS index, İdealonline gibi ulusal ve uluslararası indexlerde taranmaktadır.

AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture is indexed in a number of national and international databases such as Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), ASOS index, İdealonline.

## **Editörlerin Sorumlulukları ve Yükümlülükleri**

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

## **Liabilities and Responsibilities of Editors**

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

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

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

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

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

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

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

Ayrıca;

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



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

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

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

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

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

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

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

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

Also;

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

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

**Studies Requiring Ethics Committee Permission and Accepted for Publication**

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

## İçindekiler / Contents

155-156 **Editör'den / From Editor**

### ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- 157-173 **Diploma Vericifation Using Blockchain Technology**  
Blockchain Teknolojisi Kullanarak Diploma Doğrulama  
**Ramazan KAZAN**
- 175-190 **Supply Chain Risk Management: Moroccan Pharmaceutical Sector Case**  
Tedarik Zinciri Risk Yönetimi: Fas İlaç Sektörü Durumu  
**Adil MASSMAR, Yıldız ARIKAN**
- 191-205 **Full Hareketli Video Oyunlarında Etkileşim Öğeleri**  
Interaction Elements in Full Motion Video Games  
**Özgür KALENDER, Bahadır UÇAN**
- 207-224 **Financial Failure Estimation in Technology Companies Operating in Borsa Istanbul with Logistics Regression Model**  
Borsa İstanbul'da Faaliyet Gösteren Teknoloji Şirketlerinde Lojistik Regresyon Modeli ile Finansal Başarısızlık Tahminlemesi  
**Pınar KORKMAZ, Oğuz KARAN**
- 225-237 **Dimension Analysis of Bending Perforated Beams with the Evolutionary Topological Optimization Method**  
Evrimsel Topolojik Optimizasyon Yöntemiyle Delikli Kirişlerin Bükülmesinin Boyut Analizi  
**Ender ÇELİK, Vedat SAVAŞ**
- 239-251 **Pre-Processing Techniques for Movie Review Sentiment Analysis: A Comparative Study for Best Feature Set Determination**  
Film Duygu Analizi İçin Ön İşleme Teknikleri: En İyi Özellik Setini Belirlemek İçin Karşılaştırmalı Bir Çalışma  
**Sohayla E. ALY, Oğuz BAYAT, Adil D. DURU**
- 253-262 **Türkiye Feldspat Madenciliğinin Genel Bir Değerlendirmesi**  
A General Assessment of the Feldspar Mining in Türkiye  
**Behzat Gökçen DEMİR, Ali Koray ÖZDOĞAN, Akın AKBULUT**
- 263-289 **Eski Eserlerin Onarım ve Güçlendirilmesinde Yapılmış Uygun Olmayan Yöntemler**  
Unsuitable Methods Made in Repair and Strengthening of Historical Building  
**Y. Hazel YILDIRIM, Ali Osman KURUŞCU**

291-313 **Evaluating Sustainability Aspects of Housing in Unesco World Heritage City of Yazd Case Study: Lariha House**  
UNESCO Dünya Mirası Yazd Şehrinde Konutun Sürdürülebilirlik Yönlerinin Değerlendirilmesi Vaka Çalışması: Lariha House  
**Kimia BELADI, Aykut KARAMAN**

**Editör'den**

Dergimizin 6. sayı 2. cildinde mühendislik ve mimarlık disiplinlerinin farklı alanlarından çok değerli araştırma makalelerini beğenimize sunmanın sevinci içerisindeyiz. Blockchain teknolojilerinden, tedarik zinciri yönetimine, bilgisayar oyunlarından lojistik regresyona ve konut sürdürülebilirliğine kadar çok çeşitli konularda makaleler yayımlanmıştır. Bu çalışmalara katkı sunan genç ve tecrübeli tüm araştırmacılara, bu değerli çalışmalarını inceleyen bilimsel hakemlere ve dergimize emek veren tüm görevlilere çok teşekkür ediyorum.

Dergimizin ulusal ve uluslararası dizinlerce değerlendirilmesi sürecinde ekip olarak isteğimiz artarak devam etmektedir.

Tüm paydaşlarımıza bilimsel araştırmaların ışığında sağlıklı günler dilerim.

**Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN**

Baş Editör

## **From Editor**

We are in the joy of presenting invaluable research articles from different fields of engineering and architecture disciplines in the current volume of our journal. There is a wide variety of topics, from blockchain technology to supply chain management, from computer games to logistics regression and housing sustainability.

I would like to thank all the young and experienced researchers who contributed to these studies, the scientific referees who reviewed these valuable studies, and all the staff who contributed to our journal.

In the process of evaluating our journal by national and international indexes, our enthusiasm as a team continues to increase.

I wish all our stakeholders healthy days in the light of scientific research.

**Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN**

Editor in Chief

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## DIPLOMA VERIFICATION USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Ramazan KAZAN

Computer Engineering, Graduate School of Science and Engineering  
Electrical And Computer Engineering, Altınbaş University, İstanbul, Türkiye  
rkazan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7166-247X

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 31.01.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 03.11.2022

**Abstract**

Blockchain technology is attracting attention from academies, industries, governments all over the world. Expectations of increased potential have led to extensive exploration of the use of this technology in various application platforms. Today, blockchain is considered to be a technological breakthrough that touches all areas of social life, and is expected to lead to very significant changes, especially in a few application areas. In the study; A certification diploma verification system has been developed using the decentralized, open-source blockchain platform. Thanks to the integration of blockchain technology with the document verification system, the centrality in the control mechanism can be eliminated and user initiative can be eliminated. In addition, the task of verifying documents in existing systems is a time-consuming process. Treatment can take up to several months, depending on the provider's response. Thanks to the blockchain, employers or institutions that want to verify documents will be able to perform their transactions without spending time and money.

**Keywords:** Blockchain, Diploma Verification, Certification.

## BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ KULLANARAK DİPLOMA DOĞRULAMA

**Özet**

Blok zinciri teknolojisi, dünyanın her yerinden akademiler, endüstriler, hükümetler tarafından ilgi görmektedir. Potansiyelinin artacağı yönündeki beklentiler, değişik uygulama platformlarında bu teknolojinin kullanımının geniş çapta araştırılmasına yol açmıştır. Bugün blok zinciri sosyal hayatın tüm alanlarına dokunan, özellikle birkaç uygulama alanında çok önemli ölçüde değişimlere yol açması beklenen teknolojik bir atılım olarak kabul edilmektedir. Çalışmada; merkezi olmayan, açık kaynaklı blok zinciri plâtfomu kullanılarak, bir sertifikasyon diploma doğrulama sistemi geliştirilmiştir. Blok zinciri teknolojisinin, belge doğrulama sistemi ile bütünleştirilmesi sayesinde kontrol mekanizmasındaki merkezîyetçilik ortadan kaldırılarak, kullanıcı inisiyatifi ortadan kaldırılabilir. Ayrıca, mevcut sistemlerde belgeleri doğrulama görevi uzun zaman alan bir işlemdir. Muamele, sağlayıcının verdiği yanıtı bağılı olarak birkaç aya kadar sürebilir. Blok zinciri sayesinde belge doğrulaması yapmak isteyen işverenler ya da kurumlar, maliyet ve zaman harcamak durumunda kalmadan işlemlerini gerçekleştirebileceklerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Blok Zinciri, Diploma Doğrulama, Sertifikasyon.

## 1. INTRODUCTION

The phenomenon of globalization that surrounds the world has brought some developments with it. This wind, which made itself felt in many areas, showed its weight over time with the industrial revolutions one by one. When the developments in technology are added to this, the world began to be described as a small village. The use of computers and the development of the information sector have brought economic and social life to a completely different dimension. Blockchain technology was first described in the article "Bitcoin: Peer-to-Peer Electronic Payment System" published by Satoshi Nakamoto. This new technology has aroused great interest in the world, studies have been made on it, it has been the subject of articles, albeit in a small number, and it has started to be used in many sectors in the business world with its qualifications.

Blockchain technology is receiving unparalleled attention from academies, industries, and governments all over the world. Expectations that its potential will increase has led to extensive research into the use of this technology in various application platforms. Numerous studies for various purposes have resulted in the implementation of various blockchain systems. Today, blockchain has considered a technological breakthrough that touches all areas of social life, and it is expected to lead to very significant changes in a few application areas. Blockchain technology; It has the potential to increase efficiency from the financial sector to energy markets, procurement processes, intellectual property management, the public sector and many other platforms. It attracts the attention of many sectors and governments with its fully automatic, transparent, safe and minimal intermediary infrastructure.

Finally, blockchain; uses asymmetric keys for encryption and authorization operations. Smart contracts; automatically executes logic and conditions as business rules. Today, besides students who apply for scholarships by issuing fake transcripts, it is seen that there are people whose diplomas are not real even though they have been practicing professions such as "teaching and medicine" for years. This is not due to the lack of a mechanism to check the diplomas that individuals certify their qualifications, but to the fact that it is unknown whether there is a malicious intervention in this mechanism later on. It reveals the need for a decentralized system with high traceability and monopolization of data.

Blockchain-based certification diploma verification system offers individuals securely encrypted digital freedom. This technique can help users identify the data they want to share in divergent environments and protect them from transactions such as fraud. In the study; a certification diploma verification system will be developed using the decentralized, open-source blockchain platform.

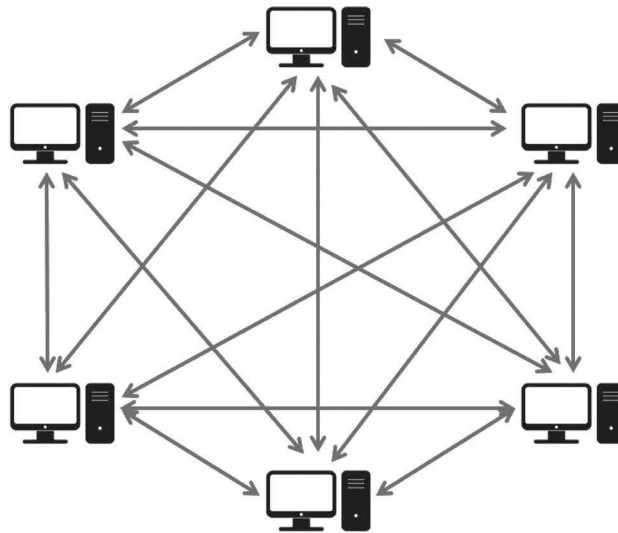
### 1.1. Basic Concepts and Blockchain Terminology

"Data"; it is defined as the Turkish equivalent of the word "data", which appears in English and Latin languages, and the name given to the unprocessed piece of raw information. It would not be an erroneous approach to define data as "raw information that does not make sense on its own, but makes sense if it is processed and transformed into information". The concept of "data" is of great importance within the scope of blockchain technology. A database is a collection of data organized in a certain way and the structure that holds the data together. Based on the aforementioned definition, a database can be defined as "the mechanism that creates the data collection that is stored within certain standards". (Usta, 2017)



“Block” is an encrypted data set in which confirmation records of transactions performed within a certain time are kept. By a different definition, a block is a list of transactions recorded in a ledger for a certain period of time. The block records the time of transactions performed within the network managed by the rules agreed and accepted by the network participants. Each block from the starting block in the blockchain system to the last generated block contains the hash of the block just before it. As a result of the quoted information about the block, it is understood that each of the blocks in the blockchain system records the list of transactions performed in the network and the time of transactions. It would not be an inaccurate approach to claim that each of the blocks in the aforementioned system has the “done base” feature. At this point, as a result of the transition from the classical centralized database mechanism to the distributed database system, as mentioned in the previous title, with the concept of “block”.

Peer-to-peer refers to the distributed network structure that occurs with direct data sharing between the participants within the scope of the “blockchain network”, without the need for a central server. In blockchain technology, each participant in the network has its own synchronized copy, and as a result, participants can view and approve transactions that take place on the network. The concept of “peer-to-peer network” is referred to as a peer-to-peer network in some sources, and is expressed as “peer to peer (P2P)” in English-sourced scientific texts. Considering the definitions related to the concept of “peer-to-peer network”, it was understood that there is no central server in the mechanism and that each participant is directly connected to each other. At this point, we can state that the concept of “peer-to-peer network” is different from the network structures used today, and this difference is due to the absence of a centralized structure.



**Figure 1:** Peer-to-Peer Network Simulation.

Cryptography; It is closely related to the disciplines of “cryptology” and “crypto analysis”. Microdots include methods such as “merging words with photos” and other ways to hide information during storage or transmission. Cryptography or encryption; it refers to the examination of secure information

and communication methods that allow the sender and receiver of a message to view the content of the message, using various software and mathematical methods. Cryptography ensures secure communication in the presence of malicious third parties known as enemies. Cryptography converts a plain text into output using an algorithm and key. An algorithm is considered secure if it cannot determine any property of the key when fuzzy text is given to a malicious third party.

**Encryption:** Encryption is the process of converting the data into an unreadable format in order to protect the confidentiality of the data during transactions such as “transport, reception, storage”. Encrypted data is decrypted by a process called “decryption”. Encryption and decryption require the use of some kind of key. Likewise, the data can be read and understood by the desired recipients, even if they seem confused.

**Verification:** Authentication is the process of ensuring that the alleged sender in a data string is actually the real sender.

**Integrity:** Proper encryption also ensures message integrity. This means that messages are transmitted correctly and are not intercepted or altered in the communication path. It is usually done by “hashing” the data.

Blockchain technology; by its very nature, it is a decentralized technology. One of the main features that make it so attractive to the broad public is that it is based on the standards of the P2P network. Most networks do not have a single influence, but there is a consensus among users. Being a member of a particular crypto currency community is not only exciting but also a responsibility. A node is the name given to each computer in a blockchain network. Nodes are one of the most important parts of the blockchain, as they are responsible for protecting the data of the blockchain. That is, the survival of the node is very important in the operation of the blockchain. A node can be any device with storage capacity and an internet connection. The role of a node in the blockchain; to support the network by maintaining the block copy and, in some cases, processing transactions.

“Distributed ledger” refers to the technology in which activities such as executing, validating or authorizing transactions in the blockchain system are kept in nodes, with the approval of all participants in an independent network, without the need for a central authority. The distributed registry is separated from the centralized network registry by a colon. (Desphande, 2017) These points are that a change in the information in one of the ledgers causes a change in each ledger at the same time, and the said information is verified with a “cryptographic signature”. In the light of the information explained and in a simpler way, “messy registry”; it is a decentralized ledger where transactions performed on the blockchain network are recorded. In the distributed ledger, trust comes from the process itself, not from the status of any participant or from a central server. (Williams, 2016) The trust in the aforementioned system arises from the operating process of the system. Information available in the system; it is kept in more than one ledger, and a change in one of the ledgers is reflected in all ledgers.

Smart contract; a set of agreements and rules that govern a business. (Kırbaş, 2018) In other words, a “smart contract” is a contract whose implementation is automated. More broadly, a “smart contract” can

be defined as digital programs based on the blockchain consensus architecture, whose structures are self-executing and tamper-proof, which will automatically execute when the terms of the agreement are met. Smart contract; it is prepared after the agreement of the contracting parties on the scope of the contract, signed cryptographically and uploaded to the blockchain network.

“Hash” is an algorithmic treatment to convert data into a string of numbers and letters. With a different definition, “hash” is the information obtained as a result of recording and summarizing every transaction performed within the blockchain system by the system. Each block in the blockchain system contains the hash of the previous block. (Seirawan, 2019) If we combine the aforementioned information with the hash definition, we can state that each block actually contains the summary of the block before it. It is a natural consequence of the feature of the system to claim that the order of the blocks cannot be changed because each block contains the summary of the block immediately preceding it.

SHA 256 is a cryptographic data encryption method based on “secure cryptographic hash algorithm”. SHA 256 algorithm; it is a cryptographic digest function and is used in digital certificate and data integrity. While hash is one of the most critical issues for blockchain protocols, the blockchain protocol uses the SHA 256 hash algorithm as its main hash function. Within the scope of the information explained, it is understood that the SHA 256 algorithm encrypts the data and actually extracts an encrypted summary of the data. When we consider the explanations for Hash and SHA 256, we see that SHA 256 is a type of Hash function. (Çetin, 2018)

## 1.2. Definition of “Blockchain” and Types of Blockchain Networks

Blockchain; it is an open, distributed ledger that can record transactions between two parties in an efficient, verifiable and permanent manner. In other words, “blockchain” refers to a digital global ledger, flat data file, or simple database containing public, transparent, sequential and time stamped Bitcoin transfer transactions. (Iansiti, 2018) As can be seen, within the scope of the last definition, the transparent and open registration system of blockchain technology has been emphasized. However, what should be noted and criticized in this definition is that blockchain technology is defined as a method that includes Bitcoin transfer transactions.

However, it is worth noting that Bitcoin is the first application of blockchain technology and that blockchain technology can be applied in many areas. In other words, blockchain technology is not only an application based on Bitcoin, but also a technology that can be used in many different applications. Blockchain is a decentralized encrypted ledger of variable data records that is replicated and distributed to each member of a peer-to-peer network. At this point, we see that each of the concepts of data, database, peer-to-peer network, distributed registry, block and hash explained under the previous headings of the study are included in the definitions made about blockchain. So, we can state that each of the conceptual explanations made up to this point is actually a part of the definition of blockchain technology. (Avunduk, 2018)

The main idea of the blockchain system is to create a database containing records of transactions shared with network participants. Integrity is based on strong cryptography that validates and chains blocks

in transactions, making the system so secure that it cannot be tampered with by a third party. Even if a malfunction occurs in one of the participants in the network, the system continues to work with other participants; security can be ensured because the transactions carried out in the system can be seen by everyone; it is very difficult for anyone to modify the device; in the event that such a change occurs, it will be noticeable to other participants; it will reduce the transaction cost; This is the “advantages of blockchain technology”. (Fanning, 2016)

Blockchain technology is divided into different types of networks in different sources. The first distinction; it has been made as “completely permissionless blockchain networks” and “completely permissioned blockchain networks”. Another distinction is expressed as *wholly permissionless blockchain networks*, *partially permissionless blockchain networks* and *wholly permissioned blockchain networks*. Another distinction related to the blockchain network structure is that it comes in the form of fully permissionless blockchain networks, partially permissioned blockchain networks, and fully permissioned blockchain networks. The final distinction is *completely permissionless blockchain networks*, *partially permissionless blockchain networks*, *partially permissioned blockchain networks*, *completely permissioned blockchain networks*. (Lai, 2018)

### 1.3. Application Areas of Blockchain Technology

The foundation of blockchain technology goes back to the period of 1990-2000, but the value of the blockchain was not realized until the emergence of Bitcoin. Although the concept of blockchain has been directly evaluated in the field of financial technologies due to the application of Bitcoin, which is a crypto money solution, the blockchain is currently being applied and has many applications in which it can be applied in the future. Today, it is conceptually accepted that blockchain stands out as a technology with the potential to transform the foundations of social and economic systems. Although blockchain technology is still in its infancy, it has worked flawlessly since its inception and has been successfully applied in both financial and non-financial fields. (Crosby, 2016) Blockchain applications are often designed with a specific purpose or function. With new platforms that are constantly announced, there is a continuous development in the field of blockchain technology and the use of blockchain technology is expanding.

In many ways, blockchain and crypto currencies are thought to fundamentally change the way many traditional businesses study and profit. It is claimed that the transition is as important as the differentiation that occurred with the emergence of the internet and is almost revolutionary. Most of the blockchain applications today; it is focused on increasing the efficiency of business processes and reducing the time and cost spent. These managerial processes will form the basis of new commercial and strategic opportunities for the customer. Ultimately, it will have a profound impact on how people relate to each other, their employers, organizations and governments. (Fuchs, 2019)

Blockchain is a suitable solution for emerging applications including “Internet of Things, Big Data, Cloud, Edge Computing, Identity Management”. Accordingly, important studies continue in the industry to evaluate the effectiveness of blockchain for various business applications, and efforts are increasing to realize potential future needs. Blockchain; can solve problems such as security and privacy

violations that may occur in learning environments, and can use training records to collect respect awards. A blockchain-based distributed system can be used for training records, exam credentials, learning records, and reputation rewards. In Devine, a similar reputation system in 2015, teachers added blocks to the blockchain that house students' educational achievements. Blockchain-based programs; can improve the digital aspects of individual and academic education. Blockchain-enabled school information centers can also be built to collect data on school systems. (Sharples, 2016)

Blockchain technology has a very important role in the healthcare industry. Thanks to the use of blockchain technology, there are records containing all kinds of data including patients' private information, medical history and treatment processes. Records; it is seen as a protocol where users can access and protect health data, guaranteeing security for a blockchain system. The technique used by healthcare providers is not qualified to cover aspects of care. This is partly due to the fact that providers with old systems are not able to keep the medical records of patients in a digital environment and transfer information. When hospitals want to eliminate this extra burden by using a technology infrastructure, substantial resources must be allocated to process medical requests and administrative records. (Casino, 2019)

Insurance companies provide health insurance to patients for a fee. Providers send payment requests directly to insurance companies rather than patients. In this context, insurance companies; It has become a central resource for patients to access personalized healthcare services. Blockchain, a digital ledger technique that can securely host ever-growing lists of data records, has the potential to facilitate the flow of information for medical records that change hands between multiple parties in healthcare programs. Blockchain; it aims to establish a link between health services and to ensure safe access to patient records. For example, a healthcare blockchain-enabled scenario is provided, in which an emergency medical technician receives the information that a patient is having an acute period through his interactive wristband. The message, along with the recorded encounter details, is forwarded to the patient's physician and hospital, which use the password security to access the blockchain healthcare account. Blockchain, with its technical structure, allows a transaction to be carried out by a node. This helps the claims settle properly. Blockchain claims adjudication process; it allows patients to make their payments in the form of remittance to their providers. While this process is taking place, the security in the blockchain is increased by limiting the data access of the blockchain through smart contracts.

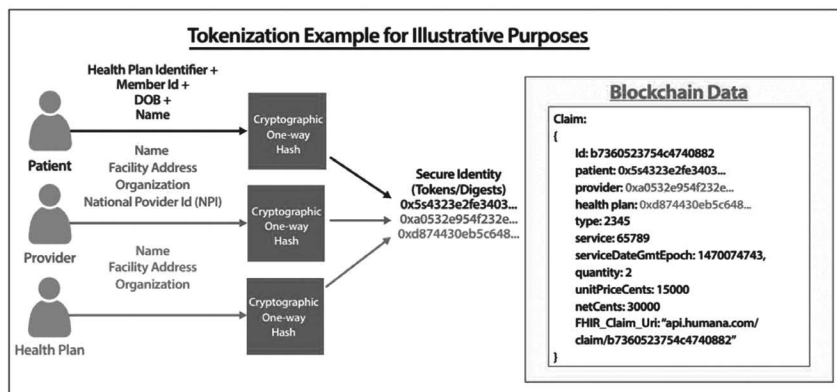


Figure 2: Blockchain Cryptography/Hash Security Concept.

Blockchain technology; it allows patients to provide secure and long-term connections to their health records. Broeder highlighted several problems that need to be solved for blockchain-related healthcare applications. One of them is the problem of online patient access. Blockchain must document that it will take action to resolve any difficulties that may arise from the need for unfinished legal variations. These solutions include regulations to update the blockchain. Another blockchain put forward by Eckblaw is presented on the concept of “MedRec”. MedRec; using blockchain technology, it allows sharing medical records directly with a patient. MedRec, however, uses blockchain smart reconciliations to find “patient-provider” relationship authentication and relevant medical record information.

Blockchain technique; by providing real-time contract tracking and the ability for users to determine when reconciliations are complete, it can renew health care reconciliation management and reduce costs by improving the health care system. Technical; it provides real-time tracking, eliminates mistakes with smart reconciliation blockchain service, improves contract management. As a futuristic software in healthcare, it can create positive effects on supply chain activities and outcomes by increasing applied analytical productivity related to various digitized data about services. The result is increased productivity, reduced costs in healthcare supply chain management, and improvements in quality control positively impacting the quality of overall patient care. Blockchain technology; it is applied in a wide variety of financial areas, including commercial services, payment transactions, money transfers, exchange of financial assets, digital identity management, prediction markets. Since blockchain has an important mission in the development of the global economy, it is hoped that it will benefit banking services and society at large. Blockchain technology; it promises much more useful methodologies for performing transactions such as “securities, digital payments, credit management schemes, general banking services”.

With the acceptance of this technique by the financial sector, cost savings will be achieved in areas such as “central financial reporting, central actions, business operations”. Some of the world’s most important banks have joined forces with blockchain company R3CEV to create a “blockchain” based system by going to the consortium. Examples of these collaborating banks are “Goldman Sachs, Santander, Bank of America”. (Casino, 2016) Blockchain technology, in the public sector; it has many uses such as “voting, document management, digital identity-passport, social security system, tax system”. States are trying to create opportunities for the adoption of blockchain technology in the public sector to “reduce cost” and “increase efficiency”. In some countries such as *Switzerland, Cyprus and Singapore*, it is observed that there are official blockchain steps. NATO and the American Ministry of Defense have also started to become interested in “blockchain technology”. NATO aims to use blockchain technology as the basis of classical applications such as “logistics”. The US Department of Defense aims to use blockchain technology for a secure message program. Blockchain technology; it creates important expectations in the private and public sectors, as it provides an opportunity to create the infrastructure for the development of peer-to-peer areas required for digitized asset exchange without the need for an intermediary. Blockchain; it has the power to fundamentally differentiate many industries and to ensure that controls are applied regularly. (Ünsal, 2018) Another area affected by blockchain technology is the real estate industry. The real estate market is made up of parts that are quite complex and span many areas. There are many sales and rental models such as real estate rental, daily rental, real estate sales, contract sales, land sales,

timeshare. It is obvious that global real estate sales play an active role in the financial markets for the country's currency. Using blockchain technology on decentralized real estate platform; it reduces audit costs, registration and loan costs, minimizes the use of files, and provides many advantages by ensuring the payment of immovable property taxes. On the other hand, the system will not only eliminate cheating in sales, but will also be a solution to problems that span many areas. Issues encountered in *common housing* or *collaborative housing* structures implemented in different ways, especially in Europe, are on the agenda. These problems are; room rental, joint ownership, organization of residences, real estate crowd funding. With the blockchain technique, there is practical access to the residences. Likewise, with smart contracts, many benefits such as checking the legal and physical properties of the land before the transaction, paying the taxes of the parties, specifying the real rights, and deciding the situations that will occur in the debt conditions are offered. With the blockchain structure, the buyer will go to his new home; fast, safe, low cost, without the need for an intermediary. Benefits of using this technology; to increase financial confidentiality, reduce costs, prevent fraud, and accelerate real estate transactions in the international market. Blockchain technique has the potential to interfere with the basic operating conditions of existing real estate processes. Restructuring real estate management, this technology is revolutionizing many traditional business models. (Azmar, 2018)

#### 1.4. Blockchain Applications In The World and Turkey

Various studies are carried out to develop the innovative infrastructure of blockchain technology. Established by 22 member countries by the European Union countries in 2018 to establish the European blockchain infrastructure and cooperation, EBSI has expanded to 30 member countries as of today. With this declaration, member countries are to create a knowledge network by making technical information and regulation studies about blockchain technology. Under the leadership of the European Commission, countries such as *Norway, England, Liechtenstein* have also joined the EBSI, apart from the European Union countries. Each member country creates its own blockchain node infrastructure system and works on scenarios to ensure reliable data integrity of systems such as "cross-border trading infrastructure, European identity studies, tax applications".

The international financial system and payment systems are constantly open to technological developments against digitalization. So much so that financial systems have gone through many changes, from the clearing system to the cashless system we use today. Some countries in the world, by adapting to the innovative interface of blockchain technology more quickly than other countries; they work for the integration of other sectors. At the beginning of these countries are "Austria, China, Japan, United Arab Emirates, Malta, Switzerland, United States of America, Estonia, England, Singapore". As in the world, blockchain applications are followed with interest by the public and private sectors. Within the framework of the 11th Development Plan, Turkey has decided to start working on a variety of instruments in the field of "finance" in order to implement a strong institutionally strong financial sector that will cover the period of 2019-2023.<sup>1</sup> With this in mind, it was decided to implement blockchain-based digital money with the support of the central bank. In this context, a Blockchain Research Laboratory was established in 2017 under the Mathematical and Computational Sciences Unit, the Information

1 <https://bctr.org/avrupa-blokininciri-altyapisi-ebsi-dereye-girdi>, (December 29, 2021).

and Information Security Advanced Technologies Research Center, and the National Electronics and Cryptology Research Institute to manage the infrastructure of blockchain technologies.(Topçu, 2020)

With the studies, it is aimed to remove the difficulties in this field by creating a sustainable blockchain ecosystem. The Interbank Card Center (BKM) is among the main institutions that carry out such test studies. BKM is testing the virtual currency application called "Partridge", abbreviated as BBN and its abbreviation "Bye Bye Nakit". In 2018, under the leadership of the Turkish Informatics Foundation, the Blockchain Turkey Platform was established as an independent body in order to increase the interest in blockchain technology and to bring people who are considering working with the subject together on a common ground. Courses involving blockchain and distributed systems technology are added to the academic programs of many universities in the world, and laboratories are created for examinations. Turkey's first Blockchain center, *Istanbul Blockchain and Innovation Center*, was established at Bahcesehir University. Processing blockchain into scientific programs; it will be useful in issues such as "development of technology, transferring it, meeting the demand". (Tüfekçi, 2018)

### 1.5 Application in Use

Throughout history, there has been a constant effort to verify valuable documents. It is an important point that the content of the information is not changed. Encryption of data was done using simple equipment until the 20th century. In ancient Greece and Spartans, it was carried out by writing a message on a leather band wrapped around it with a wooden tool. Ribbon gained momentum with the increase of first mechanical and then electromechanical possibilities. The concept of *blockchain* first emerged in 2008 with an article written by Satoshi Nakamoto. Article; it envisaged that without being dependent on an intermediary, a trust-based transformation could be made between spouses and that these transactions could be kept in distributed ledgers. With the rapid developments in the field of internet and mobile technologies, devices capable of connecting to the internet have started to take place in every field. Smart environments aim to make life practical by controlling devices remotely and mechanically.

Devices use different technologies to communicate by acquiring meaningful data about the state of the environment or people; it creates informed models and shares data, and can even receive or send information from external sources via wired or wireless internet telecommunications infrastructure. In this context, smart environments include "smart offices, supply chain monitoring, industrial automation; applications for the elderly and disabled; autonomous patient monitoring and assistance; "smart cities" can be given as an example in the field of urban planning. The spread of the IoT<sup>2</sup> paradigm and the increase in physical IoT mechanisms play an important role in the development of smart environments. (Ryu, 2015)

Although basic technologies such as "different networks, innovative communication protocols, data analytics, machine learning algorithms" attract great attention by various research communities; The reliability and transparency of such environments and systems are key issues under discussion.

---

2 Internet of Things.



Considering the processes such as processing sensitive data produced by devices in smart environments, storing sensitive data, taking them instantly from the server, and transferring them over the network, it is predicted that a centralized system that can be used in these environments will create significant problems. Since devices in smart environments communicate with each other mainly through “wireless connections”, the security requirements of these devices must be met. The need for security in intelligent environments is equivalent to the need for security in all other computer systems: “Not stealing information, not changing information, non-blocking of access to information”.

The aim of the study is to design and develop a certification diploma based verification model that can be used in smart environments. Thanks to the model; records will be created between the actors through a distributed structure. In order for the model to be dynamic, a smart contract infrastructure will be developed, and access permissions will be defined for the actors, and it will be ensured that the actors can access and reach each other securely.

### **Certification Diploma Verification Process to be Applied During Registration to the System**

- (1) The end user declares to a certain provider that he wants to use a certain service by sending a request via mobile or web. The service provider asks the user for some personal information along with the phone number. The end user sends the requested information to the relevant service provider.
- (2) The Provider sends a one-time password to the phone number information it receives in order to determine that the user is a real person and the person it claims.
- (3) If the user provides the correct password, the provider records the provided information and signs it with its own private key. If the user provides incorrect information, a transaction failure notification is sent to the user.
- (4) The service provider node sends the signed record to the government agency node as a “trusted third party” located in the network.
- (5) government agency node; By decrypting the record with the public key of the service provider node, it checks the compatibility of the user certification diploma information provided in the record with the information on its server.
- (6) The government agency servers send the result back to the government agency node, and the result is forwarded by the government agency node to the service provider node.
- (7) If the end user’s certification diploma verification result is correct, the service provider node performs a profile creation for the end user. It sends a pair of key information belonging to the user to the user’s phone. The information will be used in subsequent uses to be able to access the apparatus. If the certification diploma verification result is incorrect, a “process failure notification” is sent to the user.

The primary step for the access control process is to define the required authorization information of the providers for each service registered and active in the mechanism. Information will be recorded in smart reconciliations. The user who has valid token information to use a service will be able to use the relevant service he/she requests.

Access control process; It starts with the user sending a request for the service that he/she wants to access to the relevant service provider node. The provider needs to generate the access token and add it to the smart contract. To create token information, three pieces of information are first combined. Then, using the SHA-3 function, the summary information is calculated.

```

createToken: function (serviceNo, randomVal, tokenPeriod) {
  var record = serviceNo + randomVal + tokenPeriod;
  var hashedRecord = web3.sha3(record);
  var signedRecordWithUserKey = web3.eth.sign(userKey,
hashedRecord).slice(2);
  App.contracts.Profiles.deployed().then(function (instance) {
    instance.addAccessToken(userKey, signedRecordWithUserKey, {
      from: App.allAccounts[0],
      gas: 500000
    }).then(function (token) {
      alert("Erisim Token basari ile olusturuldu: " + token)
    }).catch(function (err) {
      console.error(err);
    });
  });
});

```

**Figure 3:** Access Token Information Generating Function.

- (1) A user, whose certification diploma verification has been completed and registered in the system, selects the service he wants to use through the application and sends the service usage request to the blockchain network. The user sends a request for information about a particular service to the service provider via the web application. In the content of the sent request; user's address, service number, service provider's address and token information.
- (2) Smart consensus checks whether there is a valid token information with the information provided by the requesting user.
- (3) The result of the token check operation is notified to the service provider node.
- (4) If a positive result is obtained from the smart reconciliation, the user will be provided with access to the relevant service's information.

```

checkAccessControl: function () {
  var hashedToken = App.getToken(userKey, serviceNo, SP);
  var r = `0x${hashedToken.slice(0, 64)}`
  var s = `0x${sihashedTokeng.slice(64, 128)}`
  var v = web3.toDecimal(hashedToken.slice(128, 130)) + 27
  App.contracts.Authenticator.deployed().then(function (instance) {
    return instance.authenticateUser.call(hashedToken, v, r,
s).then(function (result) {
      if (result == userKey) {
        alert("Erişim token'i doğrudur. Kullanıcı istenilen bilgiye
erişebilir !")
      }
    }).catch(function (err) {
      console.error(err);
    });
  });
}

```

**Figure 4:** Access Token Information Control Function.

Certification diploma verification is one of the most basic requirements for ensuring the security of a mechanism. In the examination, it is recommended to create a reliable profile of the user by the service provider. During the registration stage, a prerequisite for the user will be added to the agreement by the service provider in connection with the information requested from the user. The attached record contains the open information of the user. This record can then be used by other nodes. Sensitive and confidential information other than this information will be transmitted to the user over the phone.

With the proposed model, a two-stage process is designed for the certification diploma verification processes of the users who will join the system. The communication in the first stage takes place between the end user and the service provider. In the blockchain-based certification diploma verification model proposed within the scope of the audit, 2-factor verification method is used. In the first stage, certification diploma verification is designed via the mobile device owned by the user. In the second phase, it is proposed to verify the user certification diploma information by "cross-examination" through a government agency as a third trusted party.

Data centralization in classical systems leads to questioning of trust in data. Data held on a central server or a distributed database is always open to manipulation. With the emergence of third parties that provide "guarantee of trust", the expenses of the parties increase. As a solution to the shortcomings, with the development of blockchain technology, it is seen that decentralized applications and smart contracts are becoming increasingly important in terms of trust in data.

The model proposed within the scope of the study also makes a contribution in terms of access control mechanisms. It provides data sharing under a secure ecosystem on the blockchain. With the application made within the scope of the study, it was ensured that the model that will use smart contracts has a dynamic structure. As can be seen, the services offered by the providers are carried out through smart contracts. Information query-like requests are controlled by the smart contract. The defined rules are created by the service provider and recorded in the smart contract with token information. It saves some information about both the user and the service as a summary of the generated token information.

The blockchain-based certification diploma verification model proposed in the study is likely to be applied in various fields and business models.

Thanks to the certification and diploma verification that the model will provide together, a reliable communication environment and cooperation development are foreseen.

As a business model that we commonly encounter today, a user who is a customer of a particular service provider is provided with various campaigns, discounts or benefits in exchange for receiving another service. For example, a customer belonging to an airline company can receive service at more affordable prices if he stays in hotels with which the airline has a contract. Users who want to benefit from such advantages must prove that they are the customer of the relevant service provider.

Showing the membership card or email printout are the most common methods; however, when such methods are used, the service provider is required to verify the proof provided by the users. Checking

the accuracy of information shared among service providers in an ecosystem requires intensive telecommunication and time. This can be a challenging process.

With the model proposed in the thesis, any transaction made on the network will be instantly visible to all nodes.

Therefore, secure data telecommunication and data integrity will be ensured.

## 2. CONCLUSION

As a result of technological developments removing spatial boundaries and reducing temporal boundaries, the need for data to be unchangeable, verifiable and constantly accessible has emerged. Technology provides wide technical application areas along with the blockchain structure that rises as a value.

The method proposed in the study based on the blockchain structure. Blockchain technology has the potential to affect social, economic and public areas. Blockchain can be used in the field of education such as training documents and diplomas. The training data is added to the blockchain by the institution providing the document. Blockchain provides a continuous public record against the loss of private records against regulations in the institution.

As a result, it will have a strong structure against the situations where diplomas are stored in a distributed structure, the closure of the diploma issuing authority or the loss of accessibility. Since the data is stored with the blockchain structure, it is almost impossible to change it, and in this way the data is secured.

Storing diplomas on the blockchain brings the advantages of document forgery, accessibility, data verification, and data storage in a redundant way, and it is a viable method. On the other hand, considering the fact that it reduces the burden of data centers thanks to its distributed structure and eliminates the communication problem, and eliminates printing costs thanks to its digital data, it is seen that it will make a financial contribution. With this aspect, the thesis will also give an idea to the studies to be done to see the cost contribution of blockchain applications.

The aim of the thesis is to provide the architecture of a secure certification diploma verification model by taking advantage of the uniqueness of the blockchain. This is provided with the Smart Contract infrastructure so that it can be more dynamic.

In this context, in this study, a secure communication infrastructure has been established between actors in smart environments who do not trust each other.

Blockchain-based certification diploma verification model provides a secure communication model on a decentralized body between actors in smart environments. At the same time, it can follow the actions performed by the actors through a web application.

In this study, a comprehensive literature search was conducted on blockchain technology, which is developing and its usage areas are widespread. Information about smart contracts, blockchain platforms, programming languages, which started to become popular with blockchain technology, was given. A literature search was conducted on decentralized applications, whose reliability is indisputably at the forefront compared to classical application solutions. After all this literature research, "DAPP"<sup>3</sup> was developed, which includes a smart consensus developed with Solidity language, running on a local Ethereum private blockchain. With DAPP, universities will be able to store the diplomas of their graduates on the blockchain in an unchangeable, traceable and transparent manner. Employers will be able to inquire about the validity of the diplomas presented to them by graduate students applying for a job through DAPP. Diploma data does not allow any interference, as it is not kept in a centralized base and is recorded on the blockchain. Thanks to this application; Unlawful gains and diploma fraud will be prevented.

The proposed model is likely to be applied in different areas. Aiming to create a suitable infrastructure for actors who do not trust each other, this model provides a secure and systematic exchange of information between actors. Thanks to the "certification diploma verification" and "access control mechanism" features that the model will provide as a whole, it is foreseen that a reliable telecommunication environment will be created and cooperation will develop between service providers.

In the proposed model, another important issue is the need to increase the security in the system if the institution that approves the certification diploma verification is not in the system as a formal entity. It is not enough just to verify the end user's certification diploma; therefore, it is important to use other information together with a one-time password.

## REFERENCES

**Al-Fuqaha, A., M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash.** (2015). "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), p.2347–2376.

**Topçu, A., and B. Sümerli Sarıgül, S.** (2020). "Dünyada ve Türkiye'de Blok Zinciri Teknolojisi: Finans Sektörü, Dış Ticaret ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, p.37.

**Topçu, A., and B. Sümerli Sarıgül, S.** (2020). "Dünyada ve Türkiye'de Blok Zinciri Teknolojisi: Finans Sektörü, Dış Ticaret ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, p.37.

**Atlam, H.F. and G.B. Wills.** (2019). "Intersections Between IoT and Distributed Ledger", *Advances in Computers*, Elsevier, Vol. 115, p.73–113.

---

3 Decentralized Applications

**Avunduk, H. and H. Aşan.** (2018). "Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisâdi ve İdarî Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33, 1, p.371.

**Bashir, I.** (2017). *Mastering Blockchain*, Packt Publishing, Birmingham, p.26.

Blockchain Türkiye Plâtformu, *Blokzinciri Teknolojisi Terminoloji Çalışması*, p.16.

Blockchain Türkiye Plâtformu, *Blokzinciri Teknolojisi Terminoloji Çalışması*, p.16.

**Brown, Phillip.** (2013). Education, opportunity and the prospects for social mobility. *British Journal of Sociology of Education* 34, no. 5-6. p. 678-700.

**Catarinucci, L., D. De Donno, L. Mainetti, L. Palano, L. Patrono, M.L. Stefanizzi, L. Tarricone.** (2015). "An IoT-Aware Architecture for Smart Healthcare Systems", *IEEE Internet of Things Journal*, 2(6), p.515–526.

**Çetin, S.C.** (2018). Implementing A Blockchain Protocol and Creating A Digital Asset Transfer Environment, Thesis, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, p.40.

**Deshpande, A. K., Stewart, L. Lepetit, S. Gunashekar.** (2017). "Distributed Ledger Technologies/Blockchain: Challenges, Opportunities and the Prospects for Standards", *Overview Report*, BSI Group, p.1.

**Erözel Durbilmez, S., S.Yılmaz Türkmen.** (2019). "Blockchain Teknolojisi ve Türkiye Finans Sektöründeki Durumu", *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), p.32.

**Haveman, R., and S. Timothy.** (2006). The role of higher education in social mobility. *The Future of children*. p. 125-150.

<https://bctr.org/avrupa-blokininciri-altyapisi-ebsi-dereye-girdi>, (December 29, 2021).

<https://github.com/blockchain-certificates>, (December 13, 2021).

<https://webrazzi.com/2017/08/07/turkiyede-blockchain-userans>, (December 15, 2021).

<https://www.synopsys.com/glossary/what-is-cryptography>, (November 30, 2021).

**Kırbaş, İ.** (2018). "Blokzinciri Teknolojisi ve Yakın Gelecekteki Uygulama Alanları", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 1, p.80.

**Kim, H.M. and Laskowski, M.** (2018). "Toward An Ontology-Driven Blockchain Design for Supply-Chain Provenance", *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 25(1), p.18–27;

**Li, S., Da Xu, L. and Zhao, S.** (2015). "The Internet of Things: A Survey", *Information Systems Frontiers*, 17(2), p.243–259; Whitmore, A. Agarwal, A. Da Xu, L. 2015, "The Internet of Things-A Survey of Topics and Trends", *Information Systems Frontiers*, 17(2), p.261–274.

**Mendi, A.F. and A. Çabuk.** (2018). "Bitcoin'in Arkasındaki Güç: Blockchain", *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 1, (1), p.18.

**Mohanty, S.P., U. Choppali, and E. Kougianos.** (2016). "Everything You Wanted to Know About Smart Cities: The Internet of Things is The Backbone", *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), p.60–70.

**Ryu, M., J. Kim, and J. Yun** (2015). "Integrated Semantics Service Platform for The Internet of Things: A Case Study of A Smart Office", *Sensors*, 15(1), p.2137–2160.

**Seirawan, R.** (2019). *Applying Blockchain in Exchanging Data*, Thesis, İstanbul Technical University, İstanbul, p.12.

**Stefanov, D.H., Bien, Z. and Bang, W.C.** (2004). "The Smart House for Older Persons and Persons With Physical Disabilities: Structure, Technology Arrangements, and Perspectives", *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 12(2), p.228–250.

**Tüfekçi, A., and Ç. Karahan.** (2019). "Blokzincir Teknolojisi ve Kamu Kurumlarınca Verilen Hizmetlerde Blokzincirin Kullanım Durumu", *Verimlilik Dergisi*, 4, p.165–166.

**Tüfekçi, K.,** "Blokzincir Teknolojisi ve Kamu Kurumlarınca Verilen Hizmetlerde Blokzincirin Kullanım Durumu", p.182.

**Usta, A., S. Doğantekin.** (2019). *Blockchain 101 v2*, Bankalararası Kart Merkezi, p.12.

**Williams, G., D. Gunn, E. Roma, and B. Bansal.** (2016). *Distributed Ledgers in Payments: Beyond the Bitcoin Hype*, Bain&Company, p.1.

**Wollschlaeger, M., T. Sauter, and J. Jasperneite.** (2017). "The Future of Industrial Communication: Automation Networks in The Era of The Internet of Things and Industry 4.0", *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), p.17–27.

**Zhao, J.L. Fanan, and J. S. Yan.** (2016). "Overview of Business Innovations and Research Opportunities in Blockchain and Introduction to the Special Issue", *Financial Innovation*, p.2.





## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT: MOROCCAN PHARMACEUTICAL SECTOR CASE

Adil MASSMAR

Department of Industrial Engineering, Altınbas University, İstanbul, Türkiye  
massmar.adil@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7275-9521

Yıldız ARIKAN

Department of Industrial Engineering, Altınbas University, İstanbul, Türkiye  
yildiz.arikan@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1313-5150

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 17.05.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE:03.11.2022

**Abstract**

Pharmaceutical systems are care settings characterized by the wide range of activities and scenarios with which they would be challenged. This causes interactions that result in unexpected scenarios associated with a variety of dangers such as variations in demand, risks associated with supplier relationships, and so on.... As a result, risk management appears to be a major issue for decision-makers. Today supply chain management needs to be dynamic and responsive to create added value, and mitigates these risks by using flexibility strategies to respond to change while remaining competitive. The goal of this research is to look into the supply and demand strategies used by pharmaceutical companies to respond to disruptions and avoid medicine interruptions for consumers. In this thesis the supply chain risk management strategies are basically connected to an empirical study done in 32 Moroccan pharmaceutical enterprises. Following that, the participants' responses were based on a questionnaire structured through the literature seeks to bring more detailed information about these strategies. Accordingly, the results showed that Moroccan pharmaceutical firms focus on some crucial activities such as supplier selection, flexible control, supplier control, vendor verification, and inventory management to account for supply and demand risk. Empirical studies in the field of pharmaceutical risk management are rare. Thus, the goal of this work is address the scarcity of empirical studies in this field by outlining several key risk management strategies used by pharmaceutical supply chain laboratories in the context of Morocco which are putting more resources into these vital strategies. Most of the supply and demand techniques of these firms are found to be proactive

**Keywords:** Supply chain risk management, Supply, Demand, Pharmaceutical firms.

## TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ: FAS İLAÇ SEKTÖRÜ DURUMU

### Özet

Farmasötik sistemler, zorlanabilecekleri çok çeşitli faaliyetler ve senaryolar ile karakterize edilen bakım ortamlarıdır. Bu, talepteki değişiklikler, tedarikçi ilişkileriyle ilişkili riskler ve benzeri gibi çeşitli tehlikelerle ilişkili beklenmedik senaryolarla sonuçlanan etkileşimlere neden olur. Sonuç olarak, risk yönetimi karar vericiler için önemli bir konu olarak görünmektedir. Bugün tedarik zinciri yönetiminin, katma değer yaratmak için dinamik ve duyarlı olması gerekiyor ve rekabetçi kalırken değişime yanıt vermek için esneklik stratejileri kullanarak bu riskleri azaltıyor. Bu araştırmanın amacı, ilaç şirketlerinin kesintilere yanıt vermek ve tüketiciler için ilaç kesintilerini önlemek için kullandıkları arz ve talep stratejilerini incelemektir. Bu tezde, tedarik zinciri risk yönetimi stratejileri temel olarak 32 Fas ilaç işletmesinde yapılan ampirik bir çalışma ile bağlantılıdır. Bunu takiben, katılımcıların yanıtları, bu stratejiler hakkında daha ayrıntılı bilgi getirmeyi amaçlayan literatür aracılığıyla yapılandırılmış bir ankete dayanmaktadır. Buna göre, sonuçlar Faslı ilaç firmalarının arz ve talep riskini hesaba katmak için tedarikçi seçimi, esnek kontrol, tedarikçi kontrolü, satıcı doğrulaması ve envanter yönetimi gibi bazı önemli faaliyetlere odaklandığını gösterdi. Farmasötik risk yönetimi alanındaki ampirik çalışmalar nadirdir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, Fas bağlamında farmasötik tedarik zinciri laboratuvarları tarafından kullanılan ve bu hayati stratejilere daha fazla kaynak ayıran birkaç kilit risk yönetimi stratejisinin ana hatlarını çizerek bu alandaki ampirik çalışmaların kıtlığını ele almaktır. Bu firmaların arz ve talep tekniklerinin çoğunun proaktif olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik zinciri risk yönetimi, Arz, Talep, İlaç firmaları.

### 1. INTRODUCTION

Customer demands and requirements for quality and delivery in a fast and fierce global rivalry and fluctuations in demand have increased the risk sensitivity of the supply chain. Due to the obvious market environment's dynamism, businesses are more vulnerable to turmoil. The supply chain is subjected to different types of disruptions in terms of supply, procedures, changes in customer preferences, and governmental, economical, and technical variables, all of which have a negative effect on the organisation and the sustainability of movements. These interruptions get a serious influence on a company's capacity to keep operating and ship completed goods to markets. As a result, successful supply chain risk management has become a necessity for businesses seeking to reduce the impact of risks on their results and ensure the reliability of material flows across the supply chain. Managers would need to be aware of the dangers in order to devise strategies to reduce or minimize the disruption. Through interviews with medicine manufacturers, an essential part in the supply chain, this research attempts to present a viewpoint of supply chain risk management in the Moroccan pharmaceutical sector. Regardless of the fact that pharmaceutical manufacturers confront a variety of risk management measures that have not been explored, research on them is almost non-existent. The purpose of this work is to investigate the supply and demand tactics implemented by pharmaceutical businesses in order to adapt to disturbances and avoid medication interruptions for patients. At the same time, reduced disorders reduce business expenses and increase both price and quality requirements, as well as the happiness of customers, due to the continuous supply of medicines. Pharmaceutical companies employ a variety of risk management strategies, including

supplier selection, multi-sourcing, quality, communication with suppliers and consumers, raw material confirmation, inventory control, demand adjustment and forecasting. In conclusion, here are the questions we focused on answering:

- What are the risk sources in the pharmaceutical industry?
- What supply and demand management measures are pharmaceutical firms doing throughout the supply chain to limit the possibility and effect of risks?
- How do businesses put supplier management techniques into action? Customers demand? inventories? What strategies do they use when it comes to planning?

## 2. RESEARCH METHODOLOGY

Although risk occurs at many levels of an organization, in many roles, and at almost every hierarchical level, our research will concentrate on supply chain risks. Our research aims to better understand and assess how businesses are structured and organized in order to deal with such risks. This work is written to investigate how pharmaceutical firms adopt supply chain risk management in order to reduce the occurrence of risks in the supply chain. The case might employ a variety of ways to acquire data and gather information. As a result, the research went with two means for data collection: semi-structured interviews with pharmaceutical businesses, and the distribution of a questionnaire to laboratories. Case studies are intended for a complicated and exploratory occurrence that need a comprehensive and in-depth examination. Supply chain risk management methods are nevertheless within the investigation segment, and there's a significant shortage of studies on this field to reduce the effect at the business. One of the reasons why the research have selected a qualitative technique to take a look at the shortage of studies within the sector of supply chain risk management, especially research on SCRM is substantially weak. Thus, in order to provide and give a great deal of information and data, and to get the response of (how) and (why) questions, a case study looks more appropriate for this topic. Under this research method, an interview schedule was created to utilize in order to acquire information associated with the key research issue. The interviews contained questions derived from a thorough review of the literature. Meetings were scheduled and conducted with managers who are knowledgeable on the subject, and who have been selected accordingly to their awareness with and around the problem. In terms of the questionnaire, it is also seen as a tool for collecting information about the company. It is well-known for its benefits in terms of gathering huge numbers of people in a quick duration of time, with much less fees and with confined impact at the accuracy and consistency of questionnaire results. Additionally, some questions were offered to the respondents to gather information on topics such as : understanding of the idea of SCRM, import and export raw materials and medicines, and the roles of responders in the organization and their majors of operation validate the data's credibility. When data gets repeated and managers provide equal information, the interview was concluded.

The list of laboratories for this study was acquired from a database maintained on the website of Morocco's " Pharmacy and medicinal products directorate ". The database contains information about

40 Moroccan pharmaceutical labs. The 40 companies were contacted by phone for an appointment and only 32 companies were reached. Face to face interviews were arranged with 12 companies and 20 remote phone interviews with the other companies. In order to gather relevant information, we interviewed supply chain managers who were chosen based on their experiences and knowledge on the area of risk management. Managers have a strategic and operational understanding of the company's supply chain, interruptions, and plans. Before beginning the interview or answering the questionnaire, we clarify the aim and research question and assure the respondents that the company's identity as well as manager's will be kept secret and confidential. On average, the interview lasted 1 hour.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

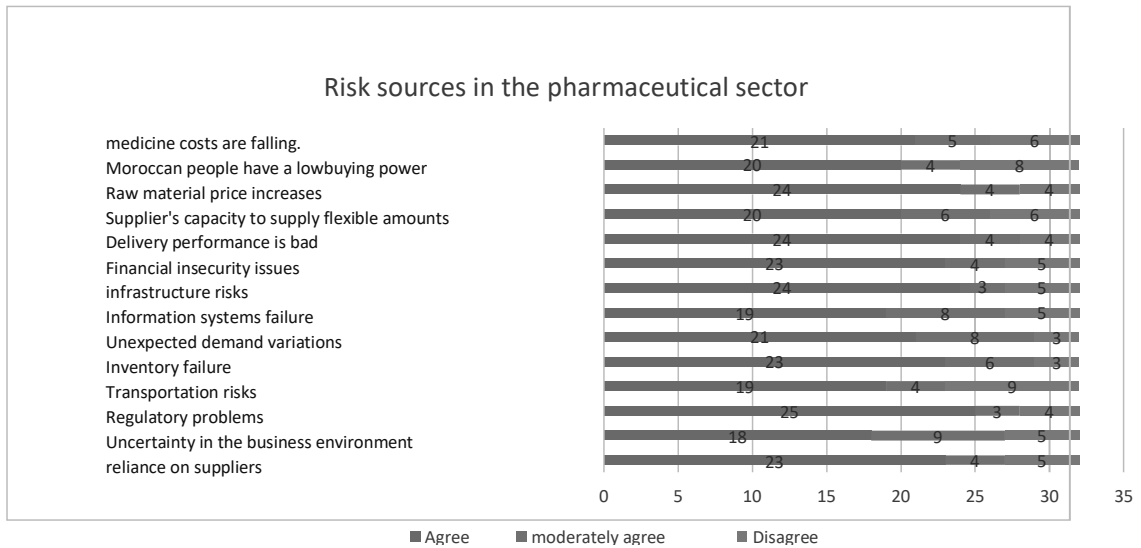
#### 3.1. Risk Sources in The Pharmaceutical Sector

There are several sources of supply chain risk related to supply risks (related to raw material flows), demand risks (inaccuracy of forecasts, change in customer preferences), delivery risk, production risks (production capacity, employee risks), natural disaster risks and technological risks. Several authors have recognized that risks negatively affect the performance of the supply chain, whether at the financial, strategic or operational level.

In order to determine the risks affecting the pharmaceutical industry, we asked respondents to indicate in the questionnaire the level of criticality of the risks based on the three-point Likert scale: "Agree"; "Moderately agree"; "Disagree". The table and the figure below show the answers. The following risks are the most cited in the literature, and have a strong relationship with the pharmaceutical sector.

**Table 0.1:** Risk Sources in the Pharmaceutical Sector

Risk Sources	Agree	Moderately agree	Disagree
Medicine costs are falling	21	5	6
People have a low buying power	20	4	8
Raw material price increases	24	4	4
Supplier's capacity to supply flexible amounts	20	6	6
Delivery performance is bad	24	4	4
Financial insecurity issues	23	4	5
Infrastructure risks	24	3	5
Information systems failure	19	8	5
Unexpected demand variations	21	8	3
Inventory failure	23	6	3
transportation risks	19	4	9
Regulatory problems	25	3	4
Uncertainty in the business environment	18	9	5
Reliance in suppliers	23	4	5



The table as well as the figure show that the all risks mentioned constitute critical risks for pharmaceutical companies in Morocco. Risk analysis shows that this industry faces different types of risk. Thus, the risks that have a high number of "Agree" responses are: regulatory problems, risks of infrastructure failure, lead time for delivery of raw materials, increase in raw material prices, dependence on suppliers, stock-outs and financial instability issues. Therefore, pharmaceutical companies will need to pay more attention to these risks by putting in place compliant plans and strategies to address these risks.

Respondents also "agree" that the two risks of "falling medicine prices" and "low purchasing power of citizens" have a negative impact on pharmaceutical companies. Moroccan households support and finance a significant portion of medicine expenses, ie a rate of 40% of medicine expenses.

Therefore, the "National Pharmaceutical Policy" exposed by the Ministry of Health seeks to reduce the costly medical expenses of households for medicine by lowering their price. In addition, the 2025 plan claims to develop the "compulsory health insurance" (CHI) system and to create the "Medical Assistance Regime" (MAR) system as well as to address the lack of human resources (Ministry of health, 2018). The medical coverage plans (Compulsory Health Insurance or Medical Assistance Plan) aim to increase the number of target population. Less than 65% of the population is covered between CHI and MAR.

In order to compare the risk sources identified above, various articles were searched for pharmaceutical supply chain risk management in the bibliographic databases such as Google Scholar and Web of Science.... As a result, a survey paper was found addressing the similar subject and covering 9 articles relevant to this work interest. A table detailed the characteristics of chosen articles is given below. The total number of risks was 50, and they were derived from all selected articles and classified into seven categories based on expert opinions (supply and supplier issues, organization and strategy issues, financial logistic, political, market, and regulatory issues), as shown in the Table 4 below.

**Table 0.2:** Sources of risk in the literature

Risks	Category	Total/9
Supply and supplier issue		6
Partnership with supplier		3
Raw material quality		2
Ordering cycle time		2
Contract & agreements		2
Customization of supplier		2
Certificate of GMP		2
Flexibility of supplier		2
Fragmentation		1
Delivery reliability	Supply and Supplier issues	1
Environmental assessment		1
Technology level		1
Information systems		1
Good will		1
Technology development		1
Flexibility in delivering		1
Flexible quantities		1
Flexibility in product variety		1
Timely delivery		1
Quality management system		1
Customer services disruption		1
Inventory management		4
Operation issues		3
R & D		2
Skill of workers		2
Strategy		2
Planning issues		3
Information flow		1
Visibility on stock	Organization and Strategies issues	1
Organization & process		2
Mergers and acquisition		1
Time to market		1
Waste management		1
Production cost		1
Tax payable change		1
Currency rate		3
Financial risks		2
Tariff policies changes	Financial	1
Costs related to supply		1
Cash flow		1
Interest rate		1
Counterfeit		4
Transportation	Logistic	3
Market		2
Consumers taste	Market	2
Demand		2
Natural disasters and terrorism		3
Political issues	Political	1
Sanction		1
Regulation	Regulatory	6

According to this sample of articles and the table above, the most critical factors addressed were supply and supplier risks, additionally to the regulatory risks. It was also noticed the focus on inventory management, planning issues, counterfeit operation issues, partnership with supplier and natural disasters and terrorism. On the other hand, in the Moroccan pharmaceutical supply chain risks case, the respondents identified the most critical 14 risk sources, as the table 3 shows for pharmaceutical industry in Morocco. There appears that the regulatory problems, infrastructure failure, increase in raw material prices, dependence on suppliers and inventory failure are the most important risks that deserve attention. As a result, and by comparing the risks have mentioned in the both table 3 and table 4 above, the multiplicity of “sources of risk” found in the literature and in this work has been observed. However, it appears that the most common important elements on the topic of “source of risk”, are supply side issues, regulation and inventory management issues. These are the most commonly seen descriptors in the literature on supply chain risk management, as recognized by respondents in the Moroccan pharmaceutical business. This remains a large number of risk sources that have not been appropriately treated.

### **3.2. Risk Management In The Pharmaceutical Supply Chain**

Firms that do not have the capacity to prepare for and mitigate disruptions suffer in performance. Risk management strategies among manufacturers are similar to those described in the literature.

Companies, in fact, do not have the capacity to handle all risks; instead, they focus on the most important ones. As a consequence, pharmaceutical manufacturers efficiently deploy their resources in initiatives that play an important part in strengthening the supply chain's competitiveness. We asked respondents how they thought the supply chain would handle environmental disruptions.

One respondent specified that: “the fight against disruptions is characterized by a series of measures such as traceability, the choice of the right suppliers, the minimization of the dependence on the supplier, the control of the constraints of the supply chain such as regulations and documentation (import authorization issued by the Ministry of Health), working with carriers who have resources such as insulated boxes and who follow traceability, and the use of recorders for control the temperatures of the materials”. Indeed, another respondent stated that the return of the business to its initial operating state depends on its size and presence in the market. Because, huge companies have the means to fight against disruptions.

#### **3.2.1. Supply Management**

This part discusses techniques for pharmaceutical companies to handle supply risks. We asked managers what techniques and strategies they employ for supply chain risk management and how they put these strategies in a practical way in the business. We also recommended some ways to assist them in answering the question.

##### **3.2.1.1. The Selection of Suppliers**

Moroccan regulation 17-04 relating to the medicine and pharmacy code requires that medicine be manufactured by laboratories in compliance with the requirements of Good Manufacturing Practices

(GMP) and Good Distribution Practices (GDP) which govern operations. of production and control to ensure the quality of a product. Thus, GMP demands that raw materials be obtained and regulated from certified and approved sources. Furthermore, in the pharmaceutical business, raw materials must meet the standards listed in the pharmaceutical product's marketing authorisation (MA) file. This file is submitted to the Ministry of Health in order to validate or deny the medicine's market launch. Compliance with these guidelines is an important aspect of ensuring the quality of medications.

The disruptions created by unreliability of suppliers have a significant influence on the pharmaceutical industry, which will cease production of the medicine. Furthermore, a company's performance is affected by the performance of its supply chain partners. The selection of the partner who will provide the producer with raw materials and components is a strategic decision in the pharmaceutical business since the medicine requires certified components. Supplier selection is viewed as a complex process based on several variables and is viewed as a proactive step to get excellent products. Respondents clarify that suppliers must fulfill Moroccan laboratories' requirements and criteria, and they emphasize the importance of supplier selection. Respondents frequently reported that they prioritize main supplier factors such as quality performance, pricing, and lead time. According to one respondent, "suppliers are chosen in priority for their quality according to the European and American pharmacopoeia, followed by price, commercial conditions, and the entourage of the suppliers (that is to say knowing the supplier's relations, its weight in the market, quality, if it works with recognized companies, it has no problems in terms of compliance with the laws)". He continues, "The suppliers are chosen in accordance with ISO and GMP (Good Manufacturing Practices)." The suppliers who are known for their performance in the industry and who work with well-known pharmaceutical manufacturers are chosen implicitly by other pharmaceutical manufacturers, as explained by the respondent: "we conduct a supplier prospection, we examine their dossier, and we send them a preliminary supplier approval questionnaire to learn about their process". The supplier must have the necessary accreditations and licenses from the pharmaceutical industry to demonstrate compliance with industry standards. Following that, he must have certificates proving the conformity of his installations, as explained by one respondent: "Before selecting a supplier, we evaluate the certifications of his factories, installations, processes, and lines that must be certified". The suppliers of Moroccan laboratories accredit their suppliers. As an example, the supplier of the second tier, who is a material manufacturer, is approved by the supplier of the first tier of the Moroccan laboratory. One respondent explains, "There are agents who are our suppliers that provide approval to their material suppliers." The second-tier supplier is overseen by these agents in whom we have faith; if the material manufacturers are qualified by these agents, they are thus qualified by us; and these agents guarantee us of the supplier's quality. We have suppliers who are EHF (environment, hygiene, and quality) certified.

Some managers pointed out that suppliers are selected based on a procedure of selection contains : the first stage is prospecting with multiple suppliers. The second stage is pre-selection to select suppliers eligible for the specifications of the lab. The third stage of selection process is selection which entails selecting according to three standards : quality, time, and low cost. The lab will then keep going to monitor its suppliers, because following only this process is not enough to ensure supplier efficiency. Other companies are bidding to select efficient suppliers based on quality and price criteria.



### 3.2.1.2. Multi-Sourcing

Organization must sustain redundancy through resilient supply chain strategies that cannot prevent harmful events throughout the supply chain. Multisourcing is considered as a redundancy technique as well as a preventative method for avoiding supply risk. To minimize raw material losses, all respondents emphasized the necessity of supplier diversity. Some authors also emphasize the significance of multisourcing. Respondants, stated that it's necessary to maintain numerous suppliers for a single item. The risk of raw material availability is that it can result from the risk of supplier machine outages or long distance transportation. There is often a risk that the supplier is really the only source of the market and that there are no other option. In this scenario an interviewee indicated that the firm has five months in stock for this item and informs the supplier of the needs of the previous month in order to give the delivery and shipping time deadline for the raw materials to avoid breaking this item.

### 3.2.1.3. Supplier Collaboration

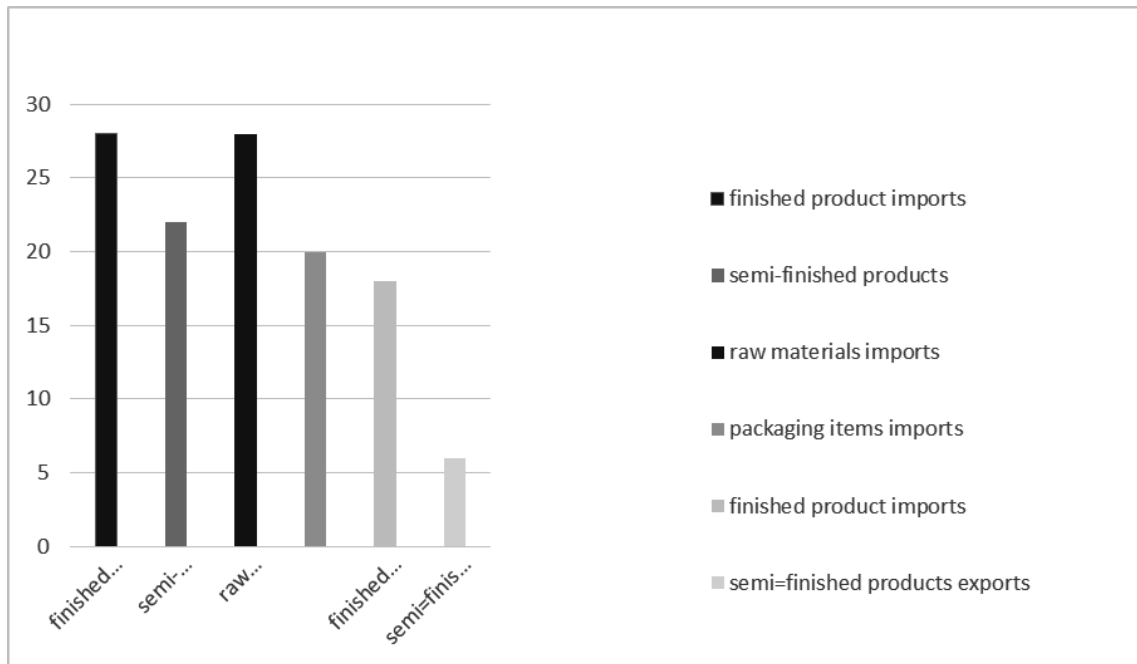
Furthermore, collaboration between supply chain partners enhances risk response time by exchanging information and knowledge. Respondents also emphasized the necessity of collaborating with suppliers in risk management. The supplier shares information with the product's procedures regarding rising raw material prices, official requirements, raw material shortages at the supplier's supplier, and so on. Another type of inter-industrial partnership in Morocco consists of "contracting" or "training" the production of medicine. Although, there is rivalry between these laboratories to lower high production costs and leverage the capabilities of producers, a laboratory may outsource its production to other laboratories known as formers or shapers.

### 3.2.1.4. Lead Time for Importing Raw Materials and Finished Products

Companies may be capable of trying to find their provider base across several nations in order to source raw materials that fulfill their standards and reap the advantages of cheaper prices, better flexibility, and high-satisfactory throughout nations, as well as open up new markets. Additionally, variables such as extensive distances and varying general market circumstances raise insecurity, impacting supply continuity owing to extended lead times and the likelihood of shipping interruption.

Excipients providers are available in Morocco, however active ingredients must be imported considering the fact that they're now no longer manufactured locally. Companies get their supplies via providers (representatives of their suppliers), who get their raw materials from their producers in other countries. Due to the lack of a domestic chemical sector capable of producing active compounds, the Moroccan industry is reliant on imported raw ingredients and packaging, which might cause problems in the case of delivery delays or broken stock. Other contributors indicated that representatives of providers are positioned right here in Morocco in order that they may be closer to Moroccan industrialists: "Before there were suppliers who are positioned internationally, but now the suppliers have representatives who are assembled here in Morocco who may be able to deliver raw materials and perform the function of middleman providers among us as a pharmaceutical laboratory and the producer of raw materials. It is useful for them for the reason that they'll be capable of marketplace amount in bulk and for ordinary objects and it's also useful for us in phrases of proximity, delivery prices and lead time".

Concerning imports and exports, according to our research, we discovered that imports seem to be more essential than exports. Imports of raw materials, packaging, semi-finished goods, and final goods are substantial (Figure 5). This reflects Moroccan industries' reliance on raw resources. Despite the domination of imports, there is a certain dynamic of national laboratories (Cooper, Galenica, Polymedic, Pharma 5, Laprophan, Genpharma, etc.) for exports that are starting to broaden their network towards African nations and certain European markets. According to economic studies on Morocco's pharmaceutical industry, the trade balance has recently indicated a deficit of 4.7 billion dirhams For the benefit of imports.



**Figure 0.2:** number of firms perform imports/exports

### 3.2.1.5. Supplier Control

In the pharmaceutical industry, supplier control is performed by frequent supplier audits and assists management in minimizing supplier risk.

Once raw materials are received, they are placed in quarantine, where samples are taken, inspected, tested, and released for use. Validation includes checking suitability of the supplier's material and packaging analysis report With the tests required by European pharmacopoeia industry standards. Then, when the tests described by the supplier match the results of the lab tests, the raw materials go into the manufacturing process for mixing and manufacturing of industrial batches. Finally numerous experts agree with the fact that risk control as the fourth step in the risk management process, is critical and significance. One of the respondents explain that the lab calculates performance metrics related to the delivery times on a quarterly basic, and that the company accommodates acceptable delivery time differences. Pharmaceutical laboratories subsequently provide these performance indicators to their suppliers to encourage them to improve their performance, and whenever they ask the laboratory to respond to complaints.

### 3.3. Customer Demand Management

Demand satisfaction parameter differ from one industry to the next. Pharmaceutical firms must consistently address the requirements of their consumers while also adopting to a changing environment. In fact, we cannot sell the product without the permission of our pharmacist. There are several ways available to meet the demands of customers. Variety of consumer demand planning, medication modification tactics, inventory management, company customer complaint resolution, reliability of delivery times, customer trust, and promotional approaches are used to control changes in demand in the pharmaceutical industry.

Laboratories are distinguished by complicated procedures, they don't follow the same procedures as their clients (wholesalers and pharmacists). They are an important link in the supply chain that perform multiple steps to meet customer needs, they are in charge of medication discovery, production, warehousing, distribution (from the site of manufacture to the wholesalers), and raw material supply. Their clients just manage inventory, collect, and ship customer orders, and do not face as many risks as pharmaceutical firms. The last one face a variety of internal and external risks, including transport-related risks, supply-related issues, information flow, shipping reliability, raw material labeling errors and risk, customer service concerns, research and development issues, production cost management, planning, medicine temperature control, and inventory management. In terms of new product development, this industry needs to react rapidly and cost-effectively to patient needs and requirements. Furthermore, substantial research and development resources and costs are required in order to address or achieve the patient requirements for new medicines. Therefore, it must assure inventory management of raw materials and products to minimize warehouse stock and enhance forecasting. This supply chain delays not only harms pharmaceutical companies, but also affects consumers (wholesalers and pharmacies), which in turn can affect patients access to medicines and put their health at risk. Additionally, the industry accomplishes a GRCL procedure, which consists of risk identification, assessment, and control due to the difficulty of the process. It carries out numerous supply chain operations in connection to other supply chain partners, including, supplier audits, product improvement, quality control, supplier qualifications and resolve clients complaints.

#### 3.3.1. Demand Planning

Companies create demand calendars to suit shifting client requirements in order to be more flexible. Furthermore, the forecast information customers provide to their suppliers allows them to calculate their production capacity and expectations, as well as satisfy the manufacturing lead time. The majority of respondents say that planning is done over a lengthy period of time through cooperation amongst the company's departments (internal pharmacist, production managers, planners, ... etc). Sometimes, you forecast four years and then divide it into four months. The sales forecasting plan is converted into a manufacturing forecasting plan, and finally into a purchasing forecasting plan.

#### 3.3.2. Medicines Adaptation to Customer Demand

Angkiriwang, Pujawan, and Santosa (2014) defined flexibility as "the capacity to adjust to unanticipated changes in the environment to accommodate a wide range of consumer demands while preserving client satisfaction at a low cost". As a result, the corporation should be capable of addressing the

expectations of consumers through product diversification, the development of lower-cost medicines, the customization of medicines depending on patient segmentation, and the launch of innovative goods. Enhancing medication for patients is a method to assist the business environment's transformation. As a result, medications are supplied to pharmacists, distributors, and doctors for prescription to patients. Medical representatives or wholesalers play an important and cooperative responsibility for the provision of medication information to laboratories, and their aim is to market medicines. The information that pharmacists, sales representatives, or patients provide back to the lab is connected to adverse reactions in order to identify continual improvements for the medicine. Furthermore, based on the facts, the pharmaceutical business may anticipate the dosage forms of the goods (effervescent tablets or capsules, for example), the dose of the medicine (take the medicine once a day rather than twice or three times a day by the patient). Concerning doctors, according to one responder saying, a doctor recommends pharmaceuticals for patients based on their quality, efficacy, and efficiency (patient buying power or if the medicine is reimbursed).

Pharmaceutical businesses also are choosing a business coverage for the selling of their products via way of means of applying: - **The policy of verbal exchange** with medical doctors as one respondent explains: "The medical representatives provide an explanation for to the medical doctor the warning signs of the product, its advantages, its effects, they display him medical information (diagrams, medical pictures, drug check outcomes), innovations ". The verbal exchange policy additionally includes sporting out medical promotions, organizing congresses, supplying samples, merchandising, communication via the media, exhibits and fairs. - **The Distribution policy**, Relying on its plan, the laboratory may select between a direct circuit in which it sells directly to pharmacies and an indirect "Laboratory-wholesaler-pharmacy" circuit in which it supplies wholesale distributors who in turn provide pharmacies. - **The price policy**, for example, consists on sustaining bulk discounts. . - **Product policy**, include determining a product's packaging, the proper galenic shape of the medicine (liquid, spray, ointment, etc.), and so on. Pharmaceutical laboratories also have a customer service "after-sale" that is necessary and complies with GMP (Good Manufacturing Practices) requirements, allowing them to detect medication quality defects and implement remedial steps in response to customer quality complaints. In reality, one person indicated that there is a pharmacovigilance service that handles side effect reports. In addition, the product's life cycle and storage conditions can be enhanced. Similarly, the laboratory utilizes the medicine personalisation method at the trade name and package levels.

### 3.3.3. Inventory Management

Inventory is essential for customer service that requires products to be available. Inventory is calculated based on critical supply chain factors in order to create appropriate inventory and meet delivery dates. " What are the requirements for maintaining inventories ?" we questioned, based on the respondents experiences, the inventory is essential to avoid shortages and also noted that inventory represented extra expense and additional waste that had to be decreased. Furthermore, the legislation mandates pharmaceutical companies to hold inventory for three months in order to own appropriate supplies of medicines.

Respondents agree to the same response on essential inventory holding criteria. Numerous variables are found to obtain optimum quality of inventories, including inventories are also expensive, we shouldn't store them more, we must sell them, we keep budgets for stocks containing high-selling products, and we keep medicine inventories based on storage conditions such as temperature, financial condition, predictability of products, expiration date, seasonality of medicine sales, ... etc. For example, we hold stock for items that are completely sold, and keep low inventories of items with low sales. Companies calculate the quantity to be ordered depending on last year's inventories. Inventory management systems differ from an organization to the next and based on replenishment on a set or variable date, and in a fixed or variable amount.

Two respondents indicated that inventories is handled using a first-in first-out (FIFO) technique. Orders are likewise handled sequentially, with the initial orders being produced earliest. The order includes the total amount, the order number, and the EDP system automatically advises the lots to create. According to one respondent: " In order to optimally handle demand uncertainty, orders are handled differently in different market types. "Make to stock" for the commercial sector ( pharmacy and wholesaler ) and "make to order" for the public sector ( hospital ) and export ". Many persons handle the inventories, including the warehouse stock manager, the responsible pharmacist, the procurement manager, and the supply chain manager.

Information about orders is collected by the sales departments of wholesalers, pharmacies, public and private hospital laboratories and passed on to supply chain managers.

### **3.4. Supply Chain Risk Management Process**

We asked professionals how they handle risk identification, evaluation, and management in general. In conclusion, interviewees confirmed that they need to meet regularly to discuss and plan issues ( delays with supplies, manufacturing issues ). According to one interviewee, managers are mindful of the risks discovered through exchanging data ( emails, phones, ... etc ). Briefly, among the methods mentioned by interviewees for identifying and evaluating information is the self-audit performed by a quality manager or another responsible for ensuring a quality audit by conducting a guided tour of a workshop to make observations and develop action plans. It has also been found that tools such as internet audit are widely utilized by pharmaceutical companies. Other techniques utilized include brainstorming, the GMP- mandated 5M approach ( for quality control ), benchmarking, DMAIC ( define, measure, analyse, improve, and control ), Ishikawa, FMECA, and ( CAPA: corrective and preventive actions ). Issues are also noted in order to keep track of previous incidents.

### **3.5. The Government's Involvement In Supply Chain Risk Management**

In order to assure the public health safety, the ministry of health regulates medicines and pharmacies. The ministry should assure the regular supply of important items, as well as the quality and the safety of medicines with traceability. Furthermore, the ministry of health makes sure:

- a. They set medicine prices.
- b. Control inventory and tackles medicine problem stocks in clinics, hospitals,... etc.

- c. The establishment of a pharmacovigilance center. The purpose of which is to gather information about the risks related with side effects after medication usage.
- d. They organize an inspection that is a part of the pharmacy section of the department of medicine and pharmacy of the ministry of health. This examination is intended to ensure that the pharmaceutical industry is enforcing the requirements governing the production of pharmaceuticals, from the presentation on the creation of industrial projects to the pharmaceutical laboratory tests.
- e. They make laws to prevent unwanted effects of medicines. They provide an advisory board on national pharmacovigilance for withdrawal of medicines that may pose toxic risks to the pharmaceutical sector.

Additionally, due to the unwanted consequences of some medicines, health authorities are starting to enforce risk management strategies on the production laboratory. Internationally, there is the international committee of harmonization ( ICH ) steering committee, and in November 2005, a handbook named “ ICH Q9: Quality risk management ” was published to organize quality risk management in the pharmaceutical sector. ICH Q9 recommends a guidance and explains a quality risk management methodology related to risk treatment and risk evaluation. The ICH Q9 goal is to provide a standardized and harmonized quality risk management program to simplify the international trading among businesses using ICH Q9 ( OMS 2000 ).

#### 4. CONCLUSION

This work's purpose was to examine the supply and demand risk management tactics implemented by Moroccan pharmaceutical producers.

According to the case studies, pharmaceutical firms are mostly adopting proactive tactics to reduce medicines quality issues and attach a high value to all procedures. According to our research, supply and demand risk management plans in Morocco are equivalent to the ones mentioned in the literature and described in the preceding paragraph, but the detailed explanations to answer the questions how and why about these techniques and practices don't generally exist, not only in the literature but also in the pharmaceutical field. According to the research, we can sum up that Moroccan pharmaceutical companies focus on certain critical functions which including selection of suppliers, versatile control, supplier control, vendor verification and inventory management to take into account the risk of supply and risk of demand.

This research focused to clarify supply and demand strategies in Morocco's pharmaceutical industry, but it has been observed that a pharmaceutical company has other strategies for supply chain risk management such as quality control, preventive maintenance, production process management, new product development, etc.

## REFERENCES

**Knemeyer, A. M., W. Zinn, and C. Eroglu.** <https://revues.imist.ma/index.php/REMAC/article/download/14912/12660> (accessed Jan. 04, 2022).

**Jüttner, U., H. Peck, and M. Christopher.** "Supply chain risk management: outlining an agenda for future research," *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 6, no. 4, pp. 197–210, Dec. 2003, doi: 10.1080/13675560310001627016.

**Eisenhardt, K. M.** "Building Theories from Case Study Research," *AMR*, vol. 14, no. 4, pp. 532–550, Oct. 1989, doi: 10.5465/amr.1989.4308385.

**Yin, R. K.** *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE, 2009.

**Sodhi, M. S., B.-G. Son, and C. S. Tang,** "Researchers' Perspectives on Supply Chain Risk Management: Perspectives on Supply Chain Risk Management," *Production and Operations Management*, vol. 21, no. 1, pp. 1–13, Jan. 2012, doi: 10.1111/j.1937-5956.2011.01251.x.

**Munyuko, C. W.** "Effects of Supply Chain Risk Management on Organization Performance: Case of Andy Forwarders Services Limited," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 5, no. 3, pp. 380–403, 2015.

**Macdonald J. and T. Corsi,** "Supply Chain Disruption Management: Severe Events, Recovery, and Performance," *Journal of Business Logistics*, vol. 34, Dec. 2013, doi: 10.1111/jbl.12026.

**Blackhurst, J., K. Scheibe, and B. Johnson,** "Supplier Risk Assessment and Monitoring for the Automotive Industry," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 38, Mar. 2008, doi: 10.1108/09600030810861215.

**Pawar, K. S., C. S. Lalwani, and M. Muffatto,** "Proceedings of the 12th International Symposium on Logistics (12th ISL)," p. 604.

**Jaberidoost, M., S. Nikfar, A. Abdollahiasl, and R. Dinarvand,** "Pharmaceutical supply chain risks: a systematic review," *DARU J Pharm Sci*, vol. 21, no. 1, p. 69, Dec. 2013, doi: 10.1186/2008-2231-21-69.

**S. Chopra and M. Sodhi,** *Managing Risk To Avoid Supply-Chain Breakdown*. 2000.

**L. C. Giunipero and R. Aly Eltantawy,** "Securing the upstream supply chain: a risk management approach," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 34, no. 9, pp. 698–713, Oct. 2004, doi: 10.1108/09600030410567478.

**Diabat, A., G. Kannan, and V. Panikar,** "SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT AND ITS MITIGATION IN A FOOD INDUSTRY," *International Journal of Production Research*, p. 1, Sep. 2011, doi: 10.1080/00207543.2011.588619.

**Wieland, A.** "Selecting the right supply chain based on risks," *Jnl of Manu Tech Mnagmnt*, vol. 24, no. 5, pp. 652–668, May 2013, doi: 10.1108/17410381311327954.

**Ravindran, A. R., R. Ufuk Bilsel, V. Wadhwa, and T. Yang,** "Risk adjusted multicriteria supplier selection models with applications," *International Journal of Production Research*, vol. 48, no. 2, pp. 405–424, Jan. 2010, doi: 10.1080/00207540903174940.

**Angkiriwang, R., I. N. Pujawan, and B. Santosa,** "Managing uncertainty through supply chain flexibility: reactive vs. proactive approaches," *Production & Manufacturing Research*, vol. 2, no. 1, pp. 50–70, Jan. 2014, doi: 10.1080/21693277.2014.882804.

**Frazelle, E. H.,** *Supply Chain Strategy*. Blacklick, USA: McGraw-Hill Professional Publishing, 2001. Accessed: Jan. 04, 2022. [Online]. Available: <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4654936>

**Baptiste, J.** "Nouvelle Annexe 1 des Bonnes Pratiques de Fabrication : Evolutions et impacts sur les industries pharmaceutiques," p. 101.

## APPENDIX

### THE QUESTIONNAIRE

- 1- What are your risk management strategies for the supply chain? (visibility, action plan, etc....)
- 2- How do you choose your suppliers ?
- 3- How do you carry out a supplier audit ? do you meet the requirements ?
- 4- Is it better to have several suppliers or to go with single sourcing ?
- 5- How do you keep coordination and communication with clients up to date ?
- 6- Do you plan? How do you handle time-sensitive orders ?
- 7- Do you keep stocks ?
- 8- Can the medication be improved ?
- 9- Do you have a risk management process in place ? what is an example ?
- 10- What steps do you take to manage risks ? what risk management precautions do you take ?
- 11- How do you choose risk management strategies (is it based on the effect and longevity of the risks) ?
- 12- How do you detect disruptions quickly (performance indicators, etc.) ? How can these disturbances be overcome in order to achieve stability ?
- 13- What actions are taken when an occurrence has been materializ



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## FULL HAREKETLİ VIDEO OYUNLARINDA ETKİLEŞİM ÖĞELERİ

Özgür KALENDER

İnteraktif Medya Tasarımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
ozgurkalender@outlook.com, ORCID: 0000-0002-8649-3250

Bahadır UÇAN

İnteraktif Medya Tasarımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
bucan@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4062-0469

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 22.05.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 27.05.2022

**Özet**

Özellikle son yıllar içerisinde artan interaktif medya üretimleriyle birlikte etkileşim teriminin kullanımı da büyük oranda artmıştır. Bu gelişmelerin ışığında multimedya, hipermedya, birleşik medya, bilgi otoyolu ve dijitalleşme gibi terimlerin kullanımında da artışlar gözlemlenmektedir. Tüm bu terimler, üretilen bir interaktif medya tasarımının yapısı olarak incelenebildiği gibi, bu tasarımın kullanıcı ile olan etkileşimi altında da incelenebilmektedir. 1980'lerin başında geliştirilen CD-ROM teknolojisi ile birlikte daha çok alana veri aktarma imkanı bulan tasarımcılar, pasif bir izleyiciyi aktif bir kullanıcıya dönüştüren Tüm Devinimli Video Oyunu üretimlerini arttırmışlardır. 1974 yılında Nintendo tarafından geliştirilen "Wild Gunman" bu tarz oyunların gelişmesi için ilk örnek olma özelliğini taşımaktadır. Özellikle kendi macerayı seç konseptini benimseyen tüm devinimli video oyunları, kullanıcılar ile birebir girdikleri etkileşim sayesinde kişisel seviyede bir deneyim ortaya çıkarmaktadırlar. Bu çalışma; Özgür Kalender'in Yıldız Teknik Üniversitesi İnteraktif Medya Tasarımı Yüksek Lisans Programı bünyesinde Doç. Dr. Bahadır Uçan danışmanlığında hazırladığı "Tüm Devinimli Video Oyunlarında Arayüz ve Anlatı Tasarımı İncelemesi" başlıklı tezinden türetilmiştir ve kullanıcı ile birebir etkileşim içerisinde bulunan ve kendi macerayı seç özelliği taşıyan tüm devinimli video oyunlarının etkileşim unsurlarına genel bir açıklama getirmek üzere düzenlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tüm Devinimli Video Oyunları, Etkileşim, Etkileşimli Film, Kendi Macerayı Seç Oyunları

## INTERACTION ELEMENTS IN FULL MOTION VIDEO GAMES

**Abstract**

Especially with the increasingly interactive media productions in recent years, the use of the term interaction has increased to a great extent. In the light of these developments, an increase is observed in the use of terms such as multimedia, hypermedia, combined media, information highway, and digitalization. All these terms can be examined as the structure of an interactive media design produced,

as well as under the interaction of design with the user. With the CD-ROM technology developed in the early 1980s, the designers, who had the opportunity to transfer data to more areas, increased their full-motion video game production that transformed passive viewers into active users. Developed by Nintendo in 1974, Wild Gunman is the first example of the development of such games. In particular, full-motion video games that adopt the concept of choose your own adventure, create a personal experience thanks to the one-to-one interaction with the users. This publication was created by Özgür Kalender, prepared under the consultancy of Assoc. Dr. Bahadır Uçan. It is derived from his thesis titled “Study of Full Motion Video Games: User Interface and Narrative Examples”, Yıldız Technical University Interactive Media Design Master’s Program and it is designed to provide a general explanation of the interaction elements of full-motion video games that interact with the user and have the feature of choose your own adventure.

**Keywords:** Full Motion Video Games, Interactivity, Interactive Movie, Choose Your Own Adventure Games

## 1. GİRİŞ

Etkileşimin kavramının gelişen yapısına baktığımız zaman yüksek teknolojiler, teknolojik ilerlemeler, hipermodernite ve fütürizm kavramlarının içerisinde bireysel seçim özgürlüğü, kişisel gelişim, kendi kaderini tayin etme ile birlikte halkların popülerleşmesi ve siyasi bağımsızlık gibi terimlerle de sıkı sıkıya bağlı bir yapısı olduğunu görmekteyiz. Bu kadar derinleşmiş bir yapının içerisinde etkileşim ve buna bağlı olarak etkileşimli medyanın anlamlarını tek bir madde altında tam olarak belirleyememekteyiz. Tüm bu bilgilerin yanında etkileşim teriminin günümüzde medya toplulukları tarafından en çok kullanılan popüler sözcüklerinden birisi olduğunu söyleyebiliriz (Jensen, 1998).

Tüm devinimli video (FMV: Full Motion Video), kullanıcıya oyun oynarken bir anlatıcı tarafından bilgi sağlayan bir anlatım tarzıdır. Üç boyutlu modelleme kullanmak yerine önceden kaydedilmiş video sahnelerinin birleştirilmesiyle oluşturulan bir ara sahne yardımıyla hikayeler arası geçiş sağlanması temeline dayanır. Daha sonra bu teknik aynı isimle anılan bir video oyun türüne dönüşmüştür. Bu çalışmalarda kullanılan videolar, tıpkı bilgisayar ortamında geliştirilmiş tasarımlar gibi kullanıcının kontrolünde hareket etmektedir. Video oyunlarının ve sinemanın birbirine en çok yaklaştığı yer tam olarak burasıdır. Bu yüzden bu oyunlara verilen diğer bir isim de “interaktif film” olmuştur. Bir FMV oyun çalışmasından bahsederken bünyesinde hem sinema hem de karakterleri kontrol etmek gibi bilgisayar destekli video oyun unsurlarını barındırdığını söyleyebiliriz (Bakhsheshi, 2021).

## 2. TÜM DEVİNİMLİ VIDEO OYUNLARINDA ETKİLEŞİM UNSURU

Oyun bir şeyin temsili ya da bir şeyin mücadelesidir. Hür bir irade ile kabul edilen, kendi zaman ve mekan kavramları içerisinde gerçekleşen, eğlenmek amaçlı ve gündelik hayattan farklı bir yapı içerisinde bulunan bilinçteki kullanıcıların eşlik ettiği bir eylem olarak algılanmalıdır. Huizinga oyunlardan şu cümleyle bahseder; “Oyunun biçimsel özellikleri arasında en önemlisi, eylemin gündelik hayattan mekan olarak ayrılmasıdır. Kapalı bir mekan gündelik çevreden ve maddi ya da düşünsel olarak soyutlanmış,

ayrılmıştır. Oyun, kuralların geçerli olduğu bu çerçeve içinde cereyan etmektedir.” Bu görüş uzun zaman oyunların oyuncularla olan etkileşimini anlatan bir yapıyı açıklasa da günümüz teknolojisinin oyunlar üzerine olan etkisi ile var olan güncelliğini yitirmiştir. (Huizinga, 2006, 31-50).

Video oyun tanımını basit ve tek yönlü bir şekilde yapmak zordur ancak en net şekilde açıkladığını düşündüğüm Frasca, bu terimi şu şekilde sunmaktadır:

*“Kişisel bilgisayarlar veya konsollar gibi herhangi bir elektronik platformu kullanan ve fiziksel veya ağ ortamında bir veya daha fazla oyuncuyu içeren, metin veya görüntü arayüzü aracılığı ile kullanıcılarla etkileşime geçen her türlü bilgisayar tabanlı eğlence yazılımıdır”* (Frasca 2001, 4).

Etkileşimli bir anlatı tasarımı olan tüm devinimli video çalışmaları, kullanıcıya kişisel deneyimleriyle birlikte yapılandırması için bazı açık içerikler, görsel ve işitsel parçalar sunar. Kullanıcıya sunulan bu anlatı yapıları iki katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlardan ilki kullanıcının içeriğe eriştiği fiziksel ve grafiksel arayüz tasarımlarıdır ve herkes tarafından etkileşime geçilebilir durumdadırlar. İkincisi ise içeriğin kendisidir ve sadece anlık olarak hikaye ile etkileşime geçen kullanıcı tarafından kişisel olarak deneyimlenebilir. Kişisel deneyimlere odaklanan bu anlatı yapılarını tasarımsal olarak destekleme yöntemleri teknolojinin geliştiği her geçen gün daha da etkileyici bir hal almaktadır.

Video oyunlarının teknoloji ile olan bağı tartışılmaz bir gerçektir. Her yeni oyun ve konsol tanıtılırken oyunların kullanıcılar üzerindeki deneyimsel etkilerinin yanında, performans, güç ve görsellik gibi gelişmelerden daha sıklıkla bahsedilir olmuştur. Örneğin Sega'nın 1988 yılında ürettiği Mega Drive konsolunun üst kısmında Sega logosundan bile büyük bir şekilde ürünün 16-bit yeteneğine sahip olduğu sergilenmektedir (Newman, 2004, 31).



**Görsel 1:** Sega Mega Drive

**Kaynak:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Sega\\_Genesis](https://en.wikipedia.org/wiki/Sega_Genesis)

Kendi macerayı seç teması taşıyan ilk etkileşimli kurgu oyunu olan “Colossal Cave Adventure” 1976 yılında piyasaya sürüldüğü zaman, aslında teknolojik imkanların el verdiği kadarı ile daha karmaşık sayılabilecek kullanıcı arayüz tasarımlarına sahip ve hikayesi olan oyunlar geliştirilmekteydi. Bu oyunlardan bir tanesi de “Gun Fight”tır.



**Görsel 2:** Gun Fight oyunun arayüz tasarımı

**Kaynak:** <https://www.giantbomb.com/gun-fight/3030-32574/>

Fakat bu oyunlar etkileşimli bir kurgusal oyundan farklı olarak barındırdıkları hikayeleri ile oyunu deneyimleyen kullanıcılarını bütünleştirmemektedir. Bu oyunları oynayan kullanıcılara tasarlanan grafik arayüz aracılığı ile, kontrol ettikleri karakterlerinin oyunda toplam kaç kez ölürse puanı sıfırlanmadan oyuna devam edebileceğini gösteren can miktarı, zaman göstergesi, o an oynadıkları oyunda gerçekleştirdikleri puan ve oynadıkları makinada o zamana kadar yapılan en yüksek puan gibi bilgiler gösterilmekteydi. Gelişen teknolojiyle birlikte günümüz oyunlarında ileri düzey grafiksel tasarımlar oluşturulmaktadır. Kullanılan bu grafik kullanıcı arayüz tasarım öğeleri oyunda kullanıcıya aktarılmak istenilen hisleri ve deneyimin en verimli bir şekilde sunulmasına olanak sağlamaktadır. Günümüzde geliştirilen oyunlara ve grafik kullanıcı arayüzlerine baktığımız zaman, 2008 yılında üretilmiş “Dead Space” tartışmalara açık bir şekilde ancak birçok eleştirmen tarafından açık farkla en başarılı arayüz tasarımlarından birisine sahiptir. Oyunu oynayan kullanıcı, oyun dünyasının içerisinde gezerken kendisini gerçek hayattan kopartan ve hikayeye ortak eden bir grafik kullanıcı arayüzü ile etkileşim halindedir (Kandelin, 2021, 13-14).



**Görsel 2:** Dead Space, karakterin sırtında bulunan sağlık ve durum göstergesi

**Kaynak:** <https://medium.com/super-jump/top-5-best-video-game-uis-db941d6a9357>

Video oyunları, kurallara dayalı bir şekilde bulmaca odaklı olabilecekleri gibi, tasarlanmış açık bir dünyada serbest bir şekilde keşif yapılabilecek şekilde de anlaşılabilir. Tek oyunculu ya da çok oyunculu fark etmeksizin kullanıcı tarafından kontrol edilmeyen karakterlerle (NPC), oyunu oynayan kullanıcıların kontrol ettikleri karakterler bir etkileşim halindedir. Bu durum oyuncu ve karakter ilişkisinin tanımını bir miktar derinleştirmektedir (Jenkins, 1998). Üzerine düşünülme, tasarlanmaya başlanılan ilk günlerden itibaren sürekli ve hızla gelişen video oyun tasarımları her zaman olduğu gibi yeni arayışlar içerisinde olmaya devam etmektedir. Sürekli olarak kullanıcıları şaşırtan ve yeni şeyler deneyen tasarımcıların bu serüveninde etkileşimli kurgu tasarımları popülerliklerini hiç kaybetmemiştir. Hatta zaman içerisinde gelişme gösterip, sinema ile bütünleşen tamamen kullanıcı deneyimi odaklı yepyeni bir türe öncülük etmiştir. Tüm bunlardan önce bu video oyunlarının anlattığı hikayeler ve kullanıcıların aldıkları deneyimleri anlamamıza yardımcı olacak bir hikaye anlatım tarzı olan kendi macerayı seç konseptinden bahsetmemiz gerekmektedir.

Tasarımında önceden kaydedilmiş video görüntüleri kullanan ve tüm devinimli video oyunlarının ilk örneği diyebileceğimiz tasarım 1974 yılında Nintendo tarafından geliştirilen "Wild Gunman" olmuştur. Oyun kabin şeklinde büyük bir konsol aracılığı ve plastik bir silah yardımı ile oynanmaktadır.



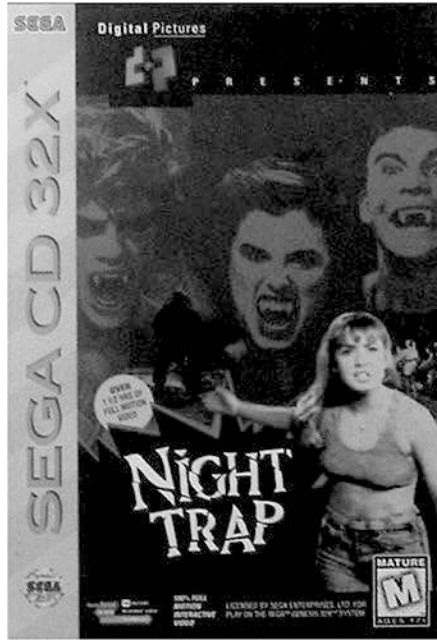
**Görsel 7:** Wild Gunman oyununun oynandığı konsol

**Kaynak:** [https://www.arcade-museum.com/game\\_detail.php?game\\_id=10432](https://www.arcade-museum.com/game_detail.php?game_id=10432)

80'li yılların başlarında CD-ROM teknolojisinin tanıtılması ve CD'lerin tasarlanan oyunlar için daha fazla data saklama alanı sunması sebebiyle tüm devinimli video oyunlarının üzerindeki popülerlik artmaya başlamıştır. Bu popülerlik ile beraber sayıları günden güne artan tüm devinimli video oyun çalışmaları video oyun dünyası için benzersiz kapıların açılacağı bir gelecek sunmaktaydı. Bu yeni teknoloji lazer diskler sayesinde video oyun dünyasında hareketlenmeler hissedilmeye, daha iyi grafikler, daha iyi ses tasarımları ve hatta oyun içerisine gömülmüş video görüntüler üretilmeye başlanmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ileri düzey animasyon çalışmaları üzerine denemeler görülmekteydi. Bu denemeler beraberinde kitlesel kullanıcılara fotogerçekçi çalışmaları ve tüm devinimli video oyunlarını sunmaya

başladı. CD-ROM teknolojisi, 1995 yılında uluslararası piyasaya açılan Sony Playstation ile birlikte büyük yayılma sağlamış ve beraberinde kaliteli tüm devinimli video oyunların üretilmesini sağlamıştır (Wolf 2007, 86-87).

1992 yılında piyasaya sürülen "Night Trap" tüm devinimli video oyunları arasında ciddi bir popülerlik kazanmıştır. FMV oyunlarının bu dönem yapılan örnekleri yavaş tempolu ve zayıf mekaniklere sahip olsa da gelişen lazer disk teknolojisi bu oyunlara gösterilen ilginin fazla olmasını sağlamıştır. Tüm devinimli video oyunlarını oynayan kullanıcılar ile oyunların hikayeleri arasındaki etkileşimin beklenilenden düşük kalması sebebiyle bu tür, dönemin gelişen video oyun piyasası ve yenilikleriyle rekabet edemeyerek kullanıcılar tarafından yavaş yavaş terk edilmeye başlamıştır.



**Görsel 11:** Night Trap oyununun Sega cd kapağı

**Kaynak:** <https://www.imdb.com/title/tt0105000/>

Son yıllarda yeniden canlanan tüm devinimli video oyunları kitleler arası popülerliğini geri kazanmaya başlamıştır. Sam Barlow'un ürettiği Her Story ve Telling Lies, CtrlMovie'nin piyasaya sürdüğü Late Shift ve BAFTA ödülüne aday olan The Bunker bu canlanan piyasanın en çok konuşulan örnekleri olmuştur. 90'lı yılların başında canlanan bu oyun tarzının zamanında yaşadığı problemlerin ve düşük etkileşim yeteneklerinin yeni dönem oyunlarında da devam ettiği gözlemlenmektedir. 90'lı yıllardan farklı olarak kullanıcılar bu problemlere rağmen bu oyunlara ilgi göstermeye devam etmektedir. Sinema ve görüntü yakalama alanında sürdürülen teknolojik gelişmelerin yanında video oyunlarına erişimin çeşitli platformlar (Steam, Epic Games gibi) aracılığı ile kullanıcılar için basitleştirilmesi tasarımsal tüketimi hızlandırmıştır. Bunun etkileri sonucunda kullanıcılar yeni ve farklı olan şeylere daha fazla ilgi göstermeye başlamışlardır. Tüm devinimli video oyunlarında aktörlerin önceden kaydedilmiş görüntüler üzerindeki diyaloglarını deneyimleyen bir kullanıcı, oynama eylemini minimum düzeyde gerçekleştirmektedir.

Bu sebeple birçok eleştirmen ve kullanıcı bu tarz üretimlerin bir oyun olmadığını savunmaktadır. Tüm bunlara rağmen tüm devinimli video oyunlarının sayısı her zamankinden daha fazla bir şekilde artmaktadır (Bogost, 2016; Koenitz 2018; Juul 2019).

Günümüzde tüm devinimli video oyunlarının anlatı tasarımında en çok benimsediği yapı kendi macerayı seç konseptidir. Kendi macerayı seç konsepti, okuyucu, izleyici ya da oyunculara, üretilen ürünün hikaye akışı içerisinde sunulan seçenekler aracılığı ile hikayenin nasıl devam edeceğine karar vermelerini sağlayan bir yapıdır. Kendi macerayı seç konsepti, okuyucuya, oyuncuya bir bağımsızlık deneyimi sunar ve kişinin aktif katılımını zorunlu kılar. Kendi Macerayı Seç, 1980'lerde Bantam Books tarafından yayınlanmış uluslararası boyutlarda popüler bir kitap serisi ile ortaya çıkmıştır. Toplam 38 dilde çevirileri yapılan serinin 250 milyondan fazla basımı gerçekleştirilmiştir (Lodge, 2007). Doğrusal olmayan hikaye anlatımının kendi macerayı seç tarzı bu kitap serisine dayanmaktadır. Temelde okuyucunun ya da oyuncunun maceranın gidişine karar verdiği ve hikayenin akışını kendisinin belirlediği bir konsepttir. Okuyucu hikayeye başladığında bir sayfanın içerisindeki bir aksiyonu gerçekleştirir ve karşısına minimum iki seçenekli olmak üzere farklı yollar çıkar. Okuyucu bu yollardan herhangi birini tercih ettiğinde kitap onu farklı bir sayfaya götürerek hikayeye devam ettirir ve farklı finaller ile hikayenin sonuçlanmasını sağlar. Okuyucular tarafından çok ciddi bir popülerlik kazanan ve çok sayıda basımı gerçekleşen kendi macerayı seç kitapları, çoğunlukla bilimkurgu, aksiyon ya da fantezi türlerinde yazılan bu kitapların en popüler olanlarından bazıları "The Cave of Time (Zamanın Mağarası)", "The Abominable Snowman (Korkunç Kardan Adam)" ve "Journey Under the Sea (Deniz Altında Yolculuk)" olmuştur. Alışılmışın dışındaki hikaye anlatım tarzı yazarlara büyük ve detaylı bir dünya ve karakter gelişimi yaratmak zorunda kalmadan yaratıcı, kışkırtıcı, eğlenceli ve hatta varoluşçu felsefi fikirlerden oluşan hikaye tasarımları üreme imkanı vermiştir (Cook, 2020, 419-420).

Tüm bu gelişmelere rağmen bugünün teknolojisi ile geliştirilen video oyunlarına baktığımız zaman, tüm devinimli video oyunlarının belirli bir sınır içerisinde kaldığını rahatlıkla görebiliriz. Kullanıcı etkileşimi için hikaye ve oynanabilirlik, sınırları o kadar incedir ki, sunulan iki seçenek arasındaki süreyi gereğinden uzun tutarsanız oyunla etkileşim içinde olmaya çalışan aktif kullanıcı bir anda pasif bir kullanıcıya dönüşür ve sürekli tetikte bir şekilde bir filmi izlediğini düşünerek konudan soyutlaşmaya başlar. Bu oyunlar, karşılaşılabilecek günlük hikayeler ve gerçekliğe daha yakın hissettiren yapılarıyla birlikte hikayeleri geleneksel video oyun kültüründen farklı aktarırlar. Ancak sinemaya olan alışkanlığımız bu durumu hemen fark etmemize engel olmaktadır. Tüm devinimli video oyunları için, bir hikayenin birden fazla yöntem ve yol ile farklı sonuçlara ulaşması üzerine bir anlatı biçimidir diyebiliriz. Bu anlatı biçimi kullanıcılar için hikaye üzerinde bir kontrol imkanı sunar ve tekrar eden denemeler ile birlikte anlatı üzerinde tasarlanmış tüm yollarının keşfedilebileceği genel bir hikaye sunar. Her ne kadar çok sayıda seçenek ile birden fazla finale ulaşılsa da kullanıcılar için çok fazla bir etkileşim aksiyonu içermemektedirler.

"Tüm devinimli video oyunları, yeni ortaya çıkan oynanış biçimlerini, davranışsal çözümleri ve stratejileri desteklemez. Bu oyunlarla ilgili yaygın olan şikayet, çok sınırlı hareket özgürlüğü sunmalarıdır" şeklindedir (Lessard, 2009). Tüm devinimli video oyunları geleneksel oyun anlayışından farklı tasarımları ile her ne kadar gösterişli bir oyun deneyimi sunsalar bile, önceden kaydedilmiş videoların sınırları

aşılabilir bir duvar olarak kullanıcıyı engellemektedir. FMV'den farklı olarak geleneksel video oyunlarında bilgisayar destekli animasyon tasarımlarıyla oluşturulan dünyalar, hikayenin ve kullanıcı etkileşiminin tüm potansiyelini ortaya çıkarabilmektedir.

Kendi macerayı seç kitaplarından günümüze, tüm devinimli video oyunları macerası bilgisayar, akıllı televizyon, mobil telefon ve konsollar aracılığı ile yepyeni bir tarz olarak hayatımıza dahil olmuş ve pasif izleyiciyi aktif bir kullanıcıya, aktif bir oyuncuyu da daha pasifleşmiş bir oyuncuya dönüştürmeyi başarmıştır. Sinema ve video oyun arasında kalan bu tarz gelişen teknoloji ile birlikte varlığını sürdürmeye ve gelişmeye devam edecek gibi gözükmektedir.

Tüm devinimli video oyunlarının ortaya çıkış motivasyonu, sinema ve izleyici arasında bulunan sınırlı ilişkinin, gelişen teknolojinin beraberinde getirdiği imkanlarla birlikte genişletilmek istenmesidir. Sinema ve izleyici arasındaki ilişkide, seyirciye hikayenin tasarlanan sadece tek bir bakış açısı verilir. Tüm devinimli video oyunları ve kullanıcıları arasındaki ilişkide ise, seyircinin etkileşim aracılığı ile hikaye ve bakış açıları üzerinde daha geniş bir alanda hareket etmesi sağlanmaktadır. Bu yapının temeline inmek için Sinema kuramları içerisinde yer alan temel yapı taşlarına bakmamız gerekir.

Sinemadan sonra gelen ve benzer görsel imgeler kullanan tüm devinimli video oyunları içinde benzer ilişkilerden bahsedilebilir. Arnheim'a göre, bu ham materyaller ve formların (örneğin; yakınlık, benzerlik, süreklilik, şekil-zemin ilişkisi gibi) organize edilmiş ilişkisinin görsel algıyı oluşturduğunu, bu algının da sinemada da kullanıldığını belirtir. Sinemanın gerçeklik boyutu da kuramcılar tarafından tartışılan bir durumdur. Bu gerçeklik Arnheim için, gerçekliğin dönüştürülmüş bir hali olarak tasvir edilmiştir. Bu yeniden üretilmiş gerçeklik, kısmi illüzyon Arnheim'dan sonra gelen kuramcılar tarafından da incelenmiştir. Kısmi yanılsama, objektifin önündeki dünyada üretilen gerçeklikte kamera hareketleri temelli bir görüntü üzerinden açıklanır. Ekran gibi iki boyutlu bir yüzey olmasına rağmen, Lumier Kardeşler'in trenin Gara Girişi filminde olduğu gibi trenin perspektif ve kamera aracılığı ile boyut kazanması, fiziksel olarak uzaktan yakına gelmesi, görsel bir tasarım olarak sunulur ve seyirciye kısmi bir illüzyon yaratır (Arnheim, 1957, 60-61).

1992'de kurulan Interfilm şirketi, Sony ile ABD genelinde 42 sinema salonunun donatılması için bir anlaşma imzaladı. Bu anlaşma ile birlikte salonlarda yer alan koltukların kenarına yerleştirilmiş kontrol düğmeleri ile izleyicilerin canlı olarak filmin olay örgüsü hakkında karar vermeleri sağlandı. Filmin akışı anlık olarak sinema salonundaki izleyiciler tarafından belirleniyordu. Bu dönemde toplamda dört adet film izleyiciler üzerinde denenmişti ancak çeşitli sebeplerden dolayı başarısız görüldü. Geleneksel film eleştirmenleri bu yeni gelişen türe olumlu yaklaşmadı ve seçimleri doğrultusunda filmin hikayesinin istediği gibi gitmediğini gören halk durumdan memnun değildi. Tüm bunların sonucunda, "ilk interaktif film stüdyosu" olarak adlandırılan Interfilm kapandı ve bu deneysel salonlardaki düğmeler kaldırıldı (Napoli 1998). 2016 yılında İsviçre'deki küçük bir stüdyo olan "CtrlMovie" tarafından yaratılan bir tüm devinimli video oyun olan "Late Shift", bugüne kadar üretilen ilk başarılı tüm devinimli video oyun oldu. Tıpkı Interfilm'in denemeleri gibi, seçilmiş sinemalarda ve festivallerde sunulan teatral versiyonunda hikayenin akışına izleyicilerin çoğunluğunun aldığı karar veriyordu.





**Görsel 1:** Late Shift sinema gösterimi tanıtım görseli

**Kaynak:** CtrlMovie Web Sitesi / <https://ctrlmovie.com/products/cinema-dci>

Bu çalışmalar sırasında sinema koltuklarının yanında bir düğme bulunmamaktaydı. Seyirciler kişisel akıllı telefonlarına indirdikleri bir uygulama aracılığı ile başroldeki karakterin seçimlerini yönlendirebiliyor ve hikayeyi çoğunluğun istediği gibi deneyimliyordular.



**Görsel 21:** Late Shift film gösterimleri sırasında kullanılan uygulama arayüzü

**Kaynak:** Google Play Store / CtrlMovie

Gelişen teknolojinin de etkisiyle birlikte etkileşimli çalışmanın gösterimleri sorunsuz bir şekilde devam etti (Martens, 2016, Late Shift: Your Decisions Are You). Late Shift oyununun popülerliği ve dünya çapında tanınması Steam isimli dijital oyun platformu ve Android, IOS versiyonları ile dünya genelinde milyonlarca tüketicisinin kolay erişmesi ile gerçekleşmiştir. Sinemanın artan üretim ve yenilikçi

denemeleri ile birlikte tek doğrusallı görsel üretimler, formal ve gerçekçi yapılarının taşıdığı etkiler ile birlikte tüm devinimli video oyunlarının kullanıcılarıyla ilişkisini geliştirmesine temel olmuştur.

Etkileşimli çalışmalar üretilirken karşılaşılan zorluklardan en önemlisi, anlatılmak istenilen hikayenin doğrusallığını kırarak şekilde parçalara ayırmak ve bu parçaları birleştirmek için kullanıcıyı bu doğrusallığı kırılmış hikayeye ait hissettirmenin yolunu bulmaktır. Tüm bu zorluğu oluşturan ve yine tüm bu oluşturulan zorluğun çözümünü bizlere sunan şey yine etkileşimdir. Doğru bir şekilde kurgulanmış olan hikayede kullanıcı hikayeye ait olmak ister ve hikayeyi kendi tercihleri doğrultusunda yeniden yapılandırmak için önceden kurgulanmış olan karakterin kendisine bürünür. Aynı zamanda kullanıcı, hikaye ile kurduğu bağlantıyı koparmadan ve bu bağlantı aracılığıyla elde edeceği deneyimi kısıtlamadan seçimlerini gerçekleştirebilmek için iyi tasarlanmış bir grafik kullanıcı arayüzüne ihtiyaç duymaktadır.

Kullanıcı arayüzü, kısaltılmış olarak UI (User Interface) ve Kullanıcı deneyimi, kısaltılmış olarak UX (User Experience) birbirleriyle yakından ilişkili ve benzer kavramlardır. Çoğu zaman birlikte kullanılırlar ancak aynı şeyi temsil etmezler. Kullanıldıkları alanlar gereği farklı şeyleri temsil ederler ve farklı anlamlara sahip oldukları için birbirlerinin yerine kullanılmamaları ve birbirleriyle karıştırılmamaları gerekmektedir (Turunen, 2017, 12).

Teknik olarak içeriğe erişmek için kullanılan ekran da başka bir arayüz olmakla birlikte, kullanıcı arayüzü kavramı, bir oyun oynanırken bu ekranda beliren grafiklerden oluşan arayüz tasarımıdır. Buna grafik arayüzü denilmektedir. İzlenilen bir televizyon programını başka bir programla değiştirmek için kullanılan uzaktan kumanda ile yemek yenirken kullanılan basit bir çatal gibi kullanıcıların etkileşimde bulunduğu diğer yöntemler de arayüzleri ifade eder. Kullanıcı arayüzü en basit haliyle, kullanıcının bir hedefe ulaşmasını sağlayan bir araç olarak görülebilir. Birçok yerde kullanılan UI kelimesi, bir terim olarak belki de en çok Bilişim Teknolojisi (IT) endüstrisi için kullanılmaktadır (Quintans, 2013).

Kullanıcı deneyimi tasarımı (UX tasarımı, UXD, UED veya XD olarak da anılmaktadır), kullanıcılar ile son ürün veya web siteleri arasında sonuca dayalı, etkileşim tasarımları oluşturma sürecidir. UX tasarımları estetik tercihler, grafiksel tasarım ve görüşler yerine; araştırma, veri analizi ve test sonuçları tarafından yönlendirilmektedir. Bir bilgisayar arayüzünün görsel içeriğine odaklanan kullanıcı arayüzü tasarımından farklı olarak, kullanıcı deneyimi tasarımı, bir kullanıcının bir ürün veya web sitesiyle ilgili algılanan deneyiminin kullanılabilirliği, kullanılabilirliği, arzu edilebilirliği, marka algısı ve genel performansı gibi tüm yönlerini kapsamaktadır. (Barnes, 2010, 1). Kullanıcı deneyimi doğası gereği üzerine tek bir tanım yapılabilmesi için çok zengin bir kavramdır ancak kısaca insan-bilgisayar etkileşimi üzerinden kullanıcıların bir yazılım ve arayüz aracılığı ile elde ettiği tecrübeleri açıklar ve amacı kullanıcılar ile etkileşime geçilen ürün arasındaki bağlantıyı kurmak, kolaylaştırmaktır. Bu deneyim hem kullanıcı arayüzü tasarımı unsurlarını içinde barındırır hem de onu kullanma biçimlerini tanımlar. Özetle kullanıcı deneyimi, bir ya da birden çok olay üzerinden bir bilgisayar ile etkileşim içinde bulunan kişilerin, bu olaylar üzerinden edindikleri tecrübeler bütünüdür bir tanımı olmaktadır.

Kullanıcı odaklı tasarım, kullanıcı beklentilerini (UR) derleyip çalışan bir sisteme dönüştürmekten çok daha fazlasıdır. Sonuca ulaşırken kullanıcıların nasıl bir deneyim içerisinde olacakları da düşünülme

zorundadır. UR ve UX birbirlerinden farklı şeylerdir. UX, tasarlanan bir oyun veya uygulama için zorunluluk taşımaktadır. Kullanıcıların bir uygulama ile etkileşime geçtiklerinde ilk alacakları şey bir tür deneyim olacaktır. Bir çocuk için geliştirilmiş eğitim sitesinde profesyonel bir dil kullanıp, ciddi ve mesafeli davranılırsa bu çocuğun yaşadığı deneyimi olumsuz etkileyecektir. Bir bankacılık sitesinde pastel renkler kullanılır ve oyuncularla süslenmiş bir tasarım sunarsanız bu siteyi kullanan müşteriler bu banka ile olan para ilişkilerini gerçekleştirmeyecektir. Bu durum örnekleri UX tasarımı ile UI tasarımının iç içe geçtiği yanlışlardır. Ancak bu durum tasarımı yapan kişinin yaratıcı olamayacağı anlamına gelmemektedir. Aynı bankanın çocuklara para biriktirmeyi öğreten bir sayfası bahsettiğimiz gibi bir tasarıma sahip olabilir ve bu durum genel müşterilerini olumsuz etkilemek yerine güven deneyimi yaşatabilir (Lowdermilk, 2013, 48, 49).

Kullanıcı deneyimi, arayüz kullanmanın görsel olmayan bir deneyimini ifade etmektedir. UX, bir arayüz tasarımının ne ölçüde sezgisel, eğlenceli, verimli ve kolay kullanıma sahip olduğunu ölçmek ve tasarım çözümleri ile arayüzün genel kullanılabilirliğini artırmayı amaçlamaktadır. Kullanıcı deneyimi fiziksel ve somut olmamakla birlikte tüm UI tasarımının bir parçası konumundadır. Başarılı UX tasarımları, kullanıcının etkileşime geçtiği arayüz tasarımı ile amaçlanan hedefi gerçekleştiren, verimli olduğu için çoğu durumda fark edilmemektedir. Tasarımın bir örnek olarak sunulması ya da kötü bir UX tasarımı oluşturulduğunda varlığı ortaya çıkmaktadır. Örneğin bilgisayar oyunlarla ilgili gerçekleşen, bu oyundaki x karakteri çok güçlü ya da oyunda z özelliği eksik gibi şikayetlerin çoğunluğu kullanıcı deneyimi ile ilgilidir.

Oyun tasarımı çerçevesinde geliştirilmiş tüm fikirlerin altında yatan prensip kullanıcıları gerek tek başlarına gerekse çok kişili ortamlarda eğlendirmek olmuştur. Video oyun tasarımlarında birçok ortak nokta var olduğundan bir tasarımcı bir sorun ya da fikir üzerinde çalışırken var olan kaynak ve deneyim havuzundan yaralanmaktadır. Bir video oyunun üretilme aşamasında, GUI tasarımının oluşturulmasına başlamadan önce oyunun hangi platform (PC, konsol, mobil cihazlar) için hazırlandığının biliniyor olması bu ürün için sınırlamalarınızı öğrenmenizi ve tasarım kararlarınızı bu platforma göre geliştirmenizi sağlamaktadır. Bu şekilde bir kullanıcı bir oyunun arayüz tasarımı incelendiğinde geliştiricilerin tam olarak istedikleri şeyi aşağı yuları gerçekleştirmiş olduklarını bilmektedir. Oyunlar eğlenceli olması için tasarlanmaktadır ancak bilgisayarların kötü yazılımlara karşı korunmasını sağlayan bir programın önceliğinin korumak yerine eğlenceli bir tasarım olması beklenmemelidir. GUI kapsamında video oyun tasarımlarının ve oyunlaştırmanın etki etmeyeceği yazılımların dışında kalan programların, kullanımı kolay ve anlaşılır bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Video oyun tasarımlarının özü ise zaten bu tip kuralları esnetmek olmalıdır ve bu kurallar tamamen unutulmalıdır (Turunen, 2017, 12-15).

Etkileşimin yapısal doğasını anlamak için kullanıcıların etkileşime geçtiği oyunları hikayeleri ile kıyaslamamız gerekmektedir. Video oyunları daha fazla etkileşime sahipken bulmaca ya da sudoku gibi statik oyunlar ile daha az ya da hiç etkileşime girilmemektedir. Gerçekliği temsil eden üretimlerin çoğu statiktir. Bir resim, heykel ya da bir fotoğrafın sunduğu gerçeklik ile dinamik olan üretimlerin sunduğu zamanda değişkenlik gösteren gerçeklikler birbirinden farklıdır. Dinamik olarak adlandırdığımız bu çalışmalar (video oyun, film gibi), oluşturulmuş olan gerçekliğin sıralı ya da sırasız değişkenliğini daha derin bir şekilde aktarmaktadır. Gerçeklik kavramının en etkileyici

noktası, kullanıcıların oluşturulmuş bu gerçeklik ile nasıl etkileşime geçtikleri, nasıl değiştirdikleri ve üretimdeki bu gerçekliğin neden-sonuç ilişkisini kapsayan yolun karmaşıklığıdır. Oyunlar tasarlanırken oluşturulan dünyalarda önceden belirlenen eksiklikler ve boşluklar kullanıcıların oyunu oynarken oluşturulmuş hikayelerle daha yoğun bir etkileşime geçmelerine yardımcı olmaktadır. Bu sebeple oyunların kullanıcı etkileşimi odaklı tasarlanması bütün yapısal bütünlüğün içerisindeki en önemli faktör olmaktadır.

Kullanıcıyla etkileşime geçen bir oyunun bir ya da birden fazla amacı olması gerekmektedir. Rekabetçi ya da yaratıcı unsurlar içeren oyunların bile bir amacı bulunmaktadır. Salen ve Zimmerman, *Rules of Play* kitabında bir oyunun ölçülebilir bir sonucu olmasının şart olduğunu belirtmektedir (Salen ve Zimmerman, 2003, 80). Bu tanım kısıtlayıcı olduğu kadar, günümüz oyunları için geçerliliğini yitirmiştir. Örnek olarak katılımcıların her birisine farklı renklerde birer boya kalemi verilen ve belirli bir süre içerisinde anlatılan bir sahnenin çiziminin yapılmasının istendiği bir etkinlik düşündüğümüzde bunun açıkça bir oyun olduğunu anlayabiliriz. Kuralları ve hedefi bulunmaktadır, rol yapmayı ve üretmeyi içermektedir ve sonuçları katılımcıların kararlarına göre değişmektedir. Bu tip bir durumda sonuç ölçülebilir olmamaktadır. Başka bir örnek olarak Will Wright'ın Maxis ve Electronic Arts ile birlikte geliştirdiği *Sim City* oyunu verilebilir. Bu oyunda kullanıcının amacı bir şehrin belediye başkanı olarak sıfırdan bir yerleşim yeri oluşturup ekonomik olarak iflas etmeden onu yönetmektir ve oyunu oynayan kullanıcı iflas etmediği sürece oyun bir sonuca ulaşmadan süresiz olarak devam eder. Günümüzde kullanıcıların etkileşime geçtikleri oyun içerisinde oluşturulmuş sistem üzerinde bir başarı elde ettikleri sürece oyunun amacının bir sona ulaşmasına gerek duyulmamaktadır. *Space Invaders* ve *Breakout* gibi erken dönem konsol oyunlarının çoğu, oyunculara ulaşılamaz hedefler vermektedir (Adams, 2010, 6, 7).

Bir oyunun GUI tasarımı, diğer program türlerinin çoğundan daha karmaşık bir yapısal bütünlük içermektedir. Çoğu bilgisayar programı araçlardır, bu nedenle tasarlanan arayüzleri kullanıcının veri girmesine, süreçleri kontrol etmesine ve sonuçları görmesine izin vermektedir. Öte yandan bir video oyunu eğlendirmek amacıyla tasarlanmış olduğundan GUI tasarımının öğrenmesi ve kullanması kolay olsa bile, oyuncuya oyun içinde olan gerçekleşen her veriyi aktarmaz ve kullanıcıya oyun içeriği ile ilgili her kontrolü sağlamamaktadır. Hikaye, karakter kontrolü ve oyuncu arasında bir köprü görevi üstlenmektedir. Oyunu oynayan kullanıcıya, etkileşime geçilen hikayeyi tamamlaması bir yardımcı deneyimi sunar (Adams, 2010, 201).

Quintans UI tasarımının günümüz video oyun kullanıcıları için ne anlama geldiğini şöyle açıklamıştır; "Neredeyse her şey kelimenin tam anlamıyla bir tık uzağınızdadır. Karakter gelişiminize bakmak istiyorsanız karakter penceresini tıklamalısınız. Bir eşyayı karakterinize eklemek istiyorsanız, o eşyayı karakterin ön izlemesinin üzerine sürüklersiniz. Arayüz hızlı ve erişilebilirdir ve dünyadaki hemen hemen her tür öğenin benzersiz bir envanter simgesi vardır, bu nedenle bir eşyanızı bulmak için düzenli ve ölçeklenebilir olan envanterinize yarım saniye bakmanız yeterlidir" (Quintans, 2013).

Günümüzde video oyunlarının anlatı ögesinin tüm kitleler tarafından kabul edilmiş genel bir tanımı bulunmamaktadır. Akademik çalışmalarda geleneksel anlatı tarzlarının ontolojik ve fenomenolojik

farklılıkları konu alınmıştır ve bu sebeple anlatıbilimin tanımsal yapısı karmaşıklaşmıştır. Bu noktada, bir araştırmacının deneyimi, başka bir araştırmacının anlatısı ve bir tasarımcının ürettiği düzey tasarımı da bir kullanıcının anlatısı olarak tanımlanabilmektedir. Bu kesin olmayan zemin üzerinden oyunlardaki anlatı; hikayenin olay örgüsü, kullanılan sesler ve müzik, yaratılan atmosfer, karakterlerin diyalogları, oyunu oynayan kullanıcının yapacağı seçimler ve oynanış yapısından oluşmaktadır diyebiliriz. Anlatı bir oyunun genel bütünlüğünü oluşturmaktadır ve kullanıcının, etkileşime girdiği bu oyunun hikayesinin bir parçası olarak ait hissetmesini sağlamaktadır (Koenitz, 2018, 1-2). Video oyunları sundukları hikayeler ile oyunu oynayan kullanıcıların eğlence amaçlarını karşılamaktadır ve anlatı tasarımı bir eğlence unsuru olarak bu oyun tasarımlarının en önemli araçlardan birisi olmaktadır. Kimi zaman kullanıcılar oyunlarda yer alan hikayelerin kurallarını uygularken bu hikayeler ile bütünleşmekte sıkıntılar yaşayabilirler. Bunun olmaması için oyun tasarımının ve anlatı tasarımının sorunsuz bir şekilde bütünleşmesi gerekmektedir (Adams, 2010, 22).

Klasik anlatıda bir neden-sonuç ilişkisi içeren hikaye anlatımı aktardığı gerçeklerin kronolojik bir koleksiyonu olarak tanımlanabilir. Bir hikayede sunulan gerçekler kontrollü olarak çarpıtılır, değiştirilir ya da kendi dünyasının gerçekliğinde nesnellikten uzakta tutulur. Oyun ve film tasarımlarında gerçekleştirilen kurgu çalışmaları bu yalan olmayan gerçekler teması üzerine tasarlanmaktadır. Oyun tasarımcıları, oyuncular ve oyun teorisyenleri bir oyun içerisine yerleştirilen hikayenin nasıl olması gerektiği, oyuna ve oyunun akışına gerçekten hizmet edip etmediği, hikayenin nasıl çalışması gerektiği gibi konularda uzun yıllar tartışmışlardır. Rol yapma oyunları, aksiyon ve macera oyunları gibi oyunların kesinlikle bir hikaye akışı içerisinde olması gerekmektedir. Pek çok oyuncu oynadıkları oyunun kaliteli bir oynanışının olmasının yanı sıra iyi bir hikayesinin de olmasını istemektedir. Tek bir hikayenin etkileşime geçilen oyunu daha iyi bir yere taşıyıp taşımadığını ve aktarılacak istenilen tecrübeyi tam olarak temsil edip etmediği o hikayenin ne kadar zengin ve derin olmasıyla ilişkilidir. Adams, kullanıcılara sunulacak olan bir oyuna hikaye entegre etmek için dört temel neden olduğunu savunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanmaktadır;

1. Hikayeler, bir oyunun sunduğu eğlenceye önemli ölçüde katkıda bulunabilir.
2. Hikayeler daha geniş bir kitleyi çekmektedir.
3. Hikayeler, oyuncuların uzun oyunlarla ilgilenmesine yardımcı olmaktadır.
4. Hikayeler oyunu satmaya yardımcı olmaktadır

En geniş tanımıyla hikaye, gerçekleşmiş ya da hayal edilmiş olaylar dizisinin anlatılmasıdır. Bu açıklama ile birlikte birçok kişi her oyunun kendi bir hikayesi olduğunu fark edebilir, çünkü tasarlanan oyunlarda gerçekleşen aksiyon hikayeden sonra gelmektedir. Bu durum teorik olarak doğruluk taşımaktadır ancak bir oyun tasarımcısı için kullanışlı bir yaklaşım olamaz. Örneğin Tetris isimli oyunun hikaye olarak tanımı, sonsuz bir tekrarın içerisinde devam oyunu oynayan kullanıcının duygusal hislerinden bağımsız bir şekilde oyunu oynaması sebebiyle ilgisiz ve yetersiz olacaktır. Tasarımsal açıdan anlatması gereksiz olabilecek kadar kötü bir hikaye sunulacaktır. Eğer hikayeler kullanıcılar ile etkileşime geçen oyunlara dahil edilecekse, bunlar gerçekten etkileyici ve iyi hikayeler olarak tasarlanmalıdır (Adams, 2010, 155 - 158).

### 3. SONUÇ

İnsanlar, dünya dediğimiz bu gezegende var oldukları andan itibaren hem birbirleriyle hem de doğa ile iletişim kurma ihtiyacı içerisinde olmuşlardır. Bu iletişim, gelişen teknoloji ile birlikte dijitalleşen dünyada fiziksel ve grafiksel arayüz tasarımlarıyla bütünleşerek günümüz insanları için kullanıcı deneyimleri sunan bir etkileşim unsurlarına dönüşmüştür. Kitlesele bilgisayarların yayılması ve CD-ROM teknolojisinin devamında dijital oyun platformlarıyla birlikte sınırsız data alanı kullanımı beraberinde oyun sektörünü bugün geliştiği noktaya taşımıştır. Hayatlarındaki hemen hemen her şeyi dijital arayüzler ile kontrol etmeye ve sürekli yeni ürünlerle etkileşim içerisinde olmaya alışan insanların tek bir yön taşıyan görsel çalışmalara olan ilgisi azalmaktadır. 1980'lerde adını duyuran tüm devinimli video oyunlarının günümüzde bu kadar yaygınlaşmasının bir sebebi de budur. Kullanıcılar artık tek yönlü çalışmalar ve hazır sunulan üretimler yerine kendi tercihlerini yapabildikleri uzun soluklu maceraların arayışındadır. Günümüzde oyun ve sinemanın birleştiği bu alanda insanlar, pasif birer izleyici olmak yerine, aktif birer kullanıcı olmayı beklemektedirler.

### REFERANSLAR

**Adams, E.** 2010. *Fundamentals of Game Design, Second Edition*, New Riders, Los Angeles, California.

**Arnheim, R.** 1957. *Film as Art*, University of California Press, Los Angeles, California.

**Bakhsheshi, F.F.** 2021. *Immersion and Interactivity in FMVs: Where Movies and Videogames Become One*, In *6th International Conference on Computer Games; Challenges and Opportunities*, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

**Barnes, S.B.** 2010. *User Friendly: A Short History of the Graphical User Interface*, Sacred Heart University Review (16) 1.

**Bogost, I.** 2016. *Play Anything: The Pleasure of Limits, The Uses of Boredom, and the Secret of Games*, Basic Books, New York.

**Cook, E.** 2020. *Rearing Children of the Market in the "You" Decade: Choose Your Own Adventure Books and the Ascent of Free Choice in 1980's America*, *Journal of American Studies*, (55) 2, 418-445.

**Frasca, G.** 2001. *Videogames of the Oppressed: Videogames as a Means for Critical Thinking and Debate*, Master's Thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia.

**Huizinga, J.** 2006. *Homo Ludens*, Ayrıntı Yayınları, İstanbul.

**Jenkins, H.** 1998. *Voices from the combat zone: Game grrlz talk back*. In Cassell, J. & Jenkins, (Ed.), *From Barbie to Mortal Combat: Gender and Computer Games*, MIT Press, Cambridge, MA, 328-341

**Jensen, J.F.** 1998. Interactivity: Tracking a New Concept in Media and Communication Studies, Nordicom review (19) 1, 185-204.

**Juul, J.** 2019. Handmade Pixels. Independent Video Games and the Quest for Authenticity, The MIT Press, Boston, Massachusetts.

**Kandelin, M.** 2021. Creating Immersive Menu Systems in Video Games, Bachelor's Thesis, Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland.

**Koenitz, H.** 2018. What Game Narrative Are We Talking About? An Ontological Mapping of the Foundational Canon of Interactive Narrative Forms, Arts (7) 4, 51.

**Lessard, J.** 2009. Fahrenheit and the Premature Burial of Interactive Movies, Eludamos Journal for Computer Game Culture (3) 2, p. 195-205.

**Lodge, S.** 2007. Chooseco Embarks on Its Own Adventure, in Publishers Weekly, <https://www.publishersweekly.com/pw/by-topic/childrens/childrens-book-news/article/209-chooseco-embarks-on-its-own-adventure.html>, Last accessed May, 2022.

**Lowdermilk, T.** 2013. User-Centered Design, O'reilly Media, Sebastopol, California.

**Napoli, L.** 1998. Interactive Filmmakers Hope to Make a Comeback, in The New York Times, <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/library/tech/98/08/cyber/articles/17dvd.html>, Last accessed May, 2022.

**Newman, J.** 2004. Videogames, Routledge, New York.

**Quintans, D.** 2013. Game UI By Example: A Crash Course in the Good and the Bad, in EnvatoTuts, <https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/game-ui-by-example-a-crash-course-in-the-good-and-the-bad--gamedev-3943> Last accessed May, 2022.

**Salen, K. and E. Zimmerman.** 2003. Rules of Play – Game Design Fundamentals, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

**Turunen, J.J.** 2017. The Good, the Bad and the Unpleasant - A Study of Graphical User Interfaces in Video Games, Master's Thesis, Tampere University of Technology, Tampere.

**Wolf, M.J.P.** 2007. Video Game Explosion - A History from Pong to Playstation, Greenwood Press, Westport, Connecticut.





## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

FINANCIAL FAILURE ESTIMATION IN TECHNOLOGY COMPANIES OPERATING IN  
BORSA ISTANBUL WITH LOGISTICS REGRESSION MODEL

Pınar KORKMAZ

Data Analytics Program, Institute of Graduate Studies, Altınbaş University, İstanbul, Türkiye  
pinarkorkmaz1988@icloud.com, ORCID: 0000-0002-4388-13250

Oğuz KARAN

Department of Software Engineering, Altınbaş University, İstanbul, Türkiye  
oguz.karan@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2962-4653

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 22.07.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 03.11.2022

**Abstract**

Financial failure has been seen as the most critical threat to companies, investors and lenders for many years. With the impact of globalization in recent years, as well as the reflection of technological advances and financial conditions, it is seen that national and international sectors are rapidly differentiating and progressing. This difference and progress brings to the forefront the prediction of financial failures, mostly for companies. In this study, the concept of financial failure, types of financial failure, measures that can be taken to prevent financial failure, methods used to predict financial failure, financial technology, financial technology process, financial technology players and Borsa İstanbul concepts are explained conceptually.

In the study, it is aimed to predict the failures of companies with financial data using logistic regression method. Ratios were created by collecting data from 27 technology companies traded in Borsa İstanbul. Unsuccessful companies were identified with 2021 data and financial data for the last three years. The data of the companies were primarily created according to 3-month periods, but as only the annual data of some companies for the years 2018 and 2019 could be accessed, it was decided to use annual data. The ratios determined for the years 2018, 2019 and 2020 were used as independent variables. When the ratios with missing data were removed, analysis was performed with 60 different ratios. Fixed Assets/Tangible Equity, Net Debt/EBITDA(Annual) and Total Debt/Equity ratios in predicting the financial failure of companies 3 years in advance, EBITDA/Growth (Annual) and Short Term Debt/Total Debt ratios in predicting 2 years in advance and 1 year in advance, Return on Equity/ROE and Short Term Debt/Growth ratios were found to be successful..

**Keywords:** Financial Failure, Causes of Financial Failure, Financial Technology, Borsa İstanbul

## BORSA İSTANBUL'DA FAALİYET GÖSTEREN TEKNOLOJİ ŞİRKETLERİNDE LOJİSTİK REGRESYON MODELİ İLE FİNANSAL BAŞARISIZLIK TAHMİNLEMESİ

### Özet

Finansal başarısızlık, uzun senelerdir şirketler, yatırımcılar ve kredi verenler bakımından en kritik tehdit olarak görülmektedir. Küreselleşmenin son yıllardaki etkisiyle, teknolojik ilerlemelerin ve finansal koşulların da yansımasıyla ulusal ve uluslararası sektörlerin hızla farklılaşmakta ve ilerlemekte olduğu görülmektedir. Bu farklılık ve ilerleme, daha çok şirketler bakımından, finansal başarısızlıkları tahmin etmeyi ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışmada finansal başarısızlık kavramı, finansal başarısızlık çeşitleri, finansal başarısızlığın önlenmesi konusunda alınabilecek tedbirler, finansal başarısızlığın tahmininde kullanılan yöntemler, finansal teknoloji, finansal teknoloji süreci, finansal teknoloji oyuncularını ve Borsa İstanbul kavramları kavramsal olarak anlatılmıştır.

Çalışmada finansal veriler ile şirketlerin başarısızlıklarının lojistik regresyon yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Borsa İstanbul'da işlem gören 27 adet teknoloji şirketine ait veriler toplanarak rasyolar oluşturulmuştur. 2021 verileri ve son üç yıldaki finansal veriler ile başarısız şirketler belirlenmiştir. Şirketlere ait veriler öncelikle 3 aylık dönemlere göre oluşturulmuş fakat bazı şirketlerin 2018 ve 2019 yıllarına ait sadece yıllık verilerine ulaşılabilmesi sonucunda yıllık veriler kullanılmasına karar verilmiştir. 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait belirlenen rasyolar bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Eksik verilerin bulunduğu rasyolar çıkarıldığında 60 farklı rasyo ile analiz yapılmıştır. Şirketlerin finansal başarısızlığının önceden tahmin edilmesinde 3 yıl önceden tahmin etmede Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak, Net Borç/FAVÖK(Yıllık) ve Toplam Borç/Özsermaye rasyoları, 2 yıl önceden tahmin etmede FAVÖK/Büyüme (Yıllık) ve Kısa Vade Borç/Toplam Borç rasyoları ve 1 yıl önceden tahmin etmede Özsermaye Karlılığı/ROE ve Kısa Vade Borç/Büyüme rasyolarının başarılı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Finansal Başarısızlık, Finansal Başarısızlığın Nedenleri, Finansal Teknoloji, Borsa İstanbul

## 1. INTRODUCTION

Finansal sınırların globalleşme ile kalkması, şirketleri öngörülemez bir ortama taşımış ve şirketlerin bu şartlarda sektördeki mevcudiyetlerini sürdürebilmek adına gereken seçimleri yerinde yapamamalarına sebep olmuştur. Belirsizlik sürecinde makul karar veremeyen şirketler, finansal sorumluluklarını karşılamada sıkıntıya girmekte ve kökeninde ekonomik problem ve iflas giderleri olan finansal başarısızlık ile yüz yüze kalmaktadırlar.

## 2. FİNANSAL BAŞARISIZLIK

Weitzel & Jonsson (1989)'a göre başarısızlık, şirketin çevresine uyumlanamaması, çöküş, durgunluk, küçülme, örgütsel ölümlülük, iflas, şirket eylemlerinin sona erdirilmesi, kapanma ve bunun gibi tanımlarla açıklanmaktadır. Başarısızlık, şirketin bulunduğu ortamdan bütünüyle kopması ile olabileceği gibi, var olduğu konumdan geriye gitmesine de neden olabilir.

Genel itibari ile vadesi gelmiş olan borcu ödeme güçlüğü anlamını taşıyan bu terim, operasyonel anlamı bakımından ise bono temerrüdü ve iflas olarak iki temel hususa dikkat çekmektedir. Farklı bir söylem ile bir işletmenin git gide iflasın eşiğine sürüklenmesi, tasfiye edilmesi ve farklı çeşit bir yol ile

işletmeye kayyum atanması veya boşaltılması olarak vuku bulan bu sürecin beraberinde önemli zararlar getireceği aşikardır. Bu nedenle finansal başarısızlığın tahmin edilmesi ve engellenmesi iflasta var olan yüksek maliyetin engellenmesini sağlamak üzere analiz edilmesi oldukça önemli bir husustur (Çöllü vd., 2020: 226). Bir şirketin finansal yönden başarısız olduğunun söylenebilmesi için çok sayıda ayrı işaret bulunmaktadır. Bu işaretlere örnek olarak aşağıda sıralanmış olan maddeler gösterebilir (Selimoğlu ve Orhan, 2015: 24-25):

- İflas Etme,
- Borçların ödenmesi noktasında zorluk çekilmesi,
- Sermayenin %50'sinin kaybedilmiş olması,
- Şirket varlıklarının %10'unun kaybedilmiş olması,
- Üç sene arka arkaya zarar beyan edilmiş olması,
- Üretimin durdurulması,
- Borçların varlık toplamını geçmesi.

Bağcı ve Sağlam (2020, 151), yayınladıkları makalede işletmelerin finansal başarısızlığa uğrama sebepleri olarak yukarıdaki maddelere bir basamak daha eklemiştir. "Sermayenin %50'sinin zarar edilmiş olması" maddesi de finansal başarısızlık nedenlerinden biridir.

## 2.1. Finansal başarısızlık çeşitleri

Şirketlerde başarısızlık çeşitli türlerde meydana gelebilir. Başarısızlık; geçici sebeplerle ekonomik sorumlulukların sağlanamamasından, şirket varlıklarının tasfiyesiyle iflasa neden olabilecek kadar kritik sonuçların meydana gelebileceği bir aşamayı temsil eder. Çok çeşitli işaretleri içeren finansal başarısızlık kapsamlı bir faktördür. Finansal başarısızlık kavramı "Financial Distress" şeklinde İngilizce olarak ifade edilen ve Beaver (1966)'ya göre; işletmelerin finansal sorumluluklarını karşılayamaması şeklinde açıklanmıştır. Diğer bir deyişle; işletmenin borçlarını ödeyememesi durumudur. Brigham ve Gapenski (1999)'a göre finansal başarısızlık çeşitleri; ekonomik başarısızlık, iş yaşamındaki başarısızlık, teknik yetersizlik, negatif net değerde olma ve iflas şeklinde açığa çıkmaktadır. İflası da kapsayan finansal başarısızlığın kavramsal çerçevedeki yeri çeşitli araştırmalarda bulunan açıklamaları içermektedir (Bağcı ve Sağlam, 2020: 152).

### 2.1.1. Teknik başarısızlık

Yıldız (1999)'a göre Üretimin sonlanmış olması, borçların ileri bir tarihe ertelenmesi, ödemelerin yapılamaması, üretim sürecinin durdurulması, üç sene üst üste zarar raporu vermiş olma, işletme kurtarma kanunu uyarınca kurtarılmış olma, borç seviyesinin aktifleri geçmesi, sermayenin %50'sinin veya 2/3'ünün yok olmasıdır. Torun (2007)'ye göre iki sene üst üste zarar beyanı vermiş olma, borsada işlemlerin durdurulması, faaliyetlerin durması ve iflas etmiş olmaktır.

### 2.1.2. İflas

Finansal problemlerle karşı karşıya kalan sonucunda iflasa giden işletmeler genel olarak bakıldığında kısa vadeli yabancı kaynaklarının ödenmesi konusunda nakit girişlerinin yeterli olmadığı, özkaynak

azlığı ve varlıklarının sorumluluklarını sağlayamaması probleminin olduğu gözlemlenmektedir (Akyüz, 2020: 23).

Bir şirketin iflas etmiş olmasının mutlak delili, mahkemelerce gösterilmektedir. Beaver ve diğerlerine göre (2010) iflas olması için; 365 gün boyunca hukuki olarak iflas başvurusu yapmış olmak. Wu ve diğerlerine göre ise (2010) Bir sene içinde hukuki olarak iflas başvurusu yapmış olmaktadır (Bağcı ve Sağlam, 2020: 152).

## 2.2. İşletme İçi Finansal Başarısızlık Nedenleri

Şirketlerde finansal problem ihtimali, şirketin kendisinden ya da çevresinden meydana gelebilecek çok sayıda unsurun yansımalarıyla zamanla farklılığa uğrayabilmektedir. Faaliyet gösterilen piyasanın asıl nitelikleri, finansal problem ihtimalinin şirketler içerisindeki çeşitli şekillerde meydana gelmesine sebebiyet verebilir. İşletme içi finansal başarısızlık nedenleri üç başlık altında toplanabilir.

### 2.2.1. İşletme Sermayesi Yetersizliği

Şirketlerin finansal sorumluluklarını gerçekleştirememesi kredi değerinin azalmasına neden olurken bu şirketin ticari prestijinin de hasar görmesine yol açar. Bu yönüyle şirketlerin maruz kaldığı başarısızlık çeşitleri üç basamakta değerlendirilebilir. Bunlar (Dizgil, 2018: 249-250);

- Negatif veya az kar oranı,
- Şirketin teknik olarak nakit akışını yitirmesi,
- İşletme iflası (öz sermayenin negatife dönüşmesi) olarak ifade edilebilir.

### 2.2.2. Aşırı Borçlanma

Şirketleri aşırı borçlanmaya götüren en kritik sebep işletmede çalışma sermayesi azlığıdır. Vadesi gelmiş olan sorumlulukların yerine getirilmesi adına aşırı borçlanma şirketlerin gidermesi gerekli olan en basit çözümlerendir. Finansal unsurlar içerisinde şirketi borçlanmaya götüren önemli bir diğer faktör ise, faaliyet kaldıraç oranından yararlanmak istenmesidir (Nurcan, 2019: 11).

Kaldıraç oranı, şirketlerin borçla desteklenme ve sabit maliyetlerini sağlama oranını ölçümler ve bunun şirket karlılığını ne derece etkilediğini gösterir. Şirketin kaynakları içerisinde firmaya sabit yük oluşturan kaynakların mevcudiyeti finansal kaldıraç neden olmaktadır. Şirkete sabit yük oluşturan kaynakların, bütün kaynaklar arasındaki oranı yükseldikçe, şirketin karlılığında finansal kaldıraç etkisi de artışa geçmektedir. Bu nedenle borçlanma ile kaldıraç etkisi ikilisinden faydalanmanın bir çizgisi bulunmaktadır. Bu çizginin aşılması daha çok borca girilmesi şirketin finansman giderini ve finansal tehdidini yükseltirken öz sermayenin karlılığını da düşürmektedir (Nurcan, 2019: 11).

### 2.2.3. Yönetim Hataları

Birtakım hususlarda şirketlerin başarı gösterememelerinden yöneticiler mesul tutulmaktadır. Başarı gösteremeyen bir idare anlayışı ve bunu devam ettiren idarecilerin şirketi başarısızlığa sürüklemesi kaçınılmaz bir durumdur. Buna neden olarak ise; idarecilerin eğitimli olmamaları, tedbirli davranmamaları, doğru örgütleneme stratejileri, faaliyetler ve yanlışlardan ders almamaları şirketlerde idare anlamında başarısızlık açığa çıkarmaktadır (Soba vd., 2016: 71).

Şirketleri finansal başarısızlığa götüren en kritik unsurlardan birisi olan idare hataları sermaye yönetim sürecini ve borçlanma tercihlerini de etkilediği için dikkat edilmesi gerekli olan hususlardandır. Şirket idaresinin sermaye idaresi, alacak idaresi, alacak tahsil etme süreci, stok idaresi, yatırım tercihleri, kar dağıtım süreci gibi hususlarda yapacağı tercihler şirketi finansal anlamda başarılı veya başarısız bir duruma götürebilmektedir (Nurcan, 2019: 12).

### 2.3. İşletme Dışı (Çevresel-Dışsal) Finansal Başarısızlık Nedenleri

İşletme dışı unsurları teşkil eden faktörler; “ekonomik çevre, hukuki çevre, toplumsal çevre ve doğal çevre” dir. Şirketlerin ekonomik olarak başarı gösterememe nedenleri: sermaye eylemlerinde meydana gelen hızlı ilerlemeler, işsizlik, döviz kurlarındaki dalgalanmalar, enflasyon, finansal krizler, ekonomik resesyon, şirketler arası yarışın fazlaşması şeklinde ifade edilebilmektedir. İktisadi olarak meydana gelen ilerlemeler şirketin başarı yüzdesinin farklılık içermesine imkân vermektedir. Bu sebeple idarecilerin şirket dışı unsurları izleyerek taktiklerini buna göre oluşturmaları gereklidir (Bağcı ve Sağlam, 2020: 153). Şirket dışı finansal başarısızlık nedenleri içerisinde makroekonomik ve sosyo-ekonomik etkenler, siyasi ve hukuki etkenler, sosyal-çevresel etkenler ve teknolojik etkenler olarak dört başlık altında değerlendirilmiştir.

#### 2.3.1. Makroekonomik ve Sosyo-Ekonomik Etkenler

Ekonomide meydana gelen krizler ve hükümetlerin bunlara yönelik olarak gerçekleştirdiği politikalar, yüksek faizler ve almış olduğu tedbirler talep oranına etki ederek şirketleri finansal başarısızlıklara ve sonucunda da iflasa uzanan bir sürece götürmektedir. Bu da aynı zamanda söz konusu ülkede işsizliğin yükselmesine ve üretim oranının azalmasına sebebiyet vermektedir. Finansal durgunluğun sürmesi ile enflasyonun önüne geçmek için gerçekleştirilen kredi ve sıkı para politikaları şirketleri finansal başarısızlığa götüren temel dışsal faktörler şeklinde ifade edilmektedir (Nurcan, 2019: 14).

Şirketlerin kazanmış oldukları karların, harcamış oldukları sermayeden esasen giderlerinden daha düşük olması şirketler için ekonomik bir başarısızlıktır. Bununla şirketler kimi zaman karşılaşabilmektedirler. Ancak daimi bir hal almışsa çok riskli bir aşamaya geçerek, şirketlerin iflas etmesine neden olabilmektedir (Soba vd., 2016: 71).

#### 2.3.2. Siyasi ve Hukuki Etkenler

Bir ülkedeki hukuk sistemi, özellikle ticari faaliyetlere dair şirket eylemlerinin düzenlenmesinde temel hukuki zorunlulukları meydana koymaktadır. Şirketin uyması gerekli olan hukuki müeyyideler içerisinde; şirketin faaliyet içerisine giren ilişkileri, uluslararası ilişkiler, kuruluş faaliyetleri, borç alacak ilişkileri, çalışan ile ilişkili ilişkiler, şirketlerdeki idarecilerin kişi ve organizasyonlar ile alakalı ilişkileri, müşteriler ile alakalı ilişkileri ve hükümet ile ilişkili olan ilişkileri yer almaktadır. Devlet politikaları şirketleri yalnızca iktisadi olarak değil bununla beraber şirketlerin iç ve dış sektördeki yarış gücü, yatırımları, toplam talepleri noktasında da etki etmektedir (Nurcan, 2019: 15).

#### 2.3.3. Sosyal - Çevresel Etkenler

Şirketler toplumsal çevre ile birdir. Bu nedenle toplumun isteklerini öngörerek gereksinim ve arzularını giderebilmesi gereklidir. Halkın isteklerini öngörürken gelir düzeyini, halkın kültürel yapısını, tüketim

alışkanlıklarını, adet ve anelerini dikkate almaları öngörülerini oluşturmada etkili olacaktır. Doğal faktörlerin ne şekilde ve ne zaman meydana geleceği belli olmayan yapısı ile şirketin finansal başarısızlığına yansıyan unsurlardandır. Kuraklık, depremler, don, sel felaketi, toprak kayması gibi olaylar doğal içerikli durumlara örnek olabilir. Bu durumlar ile ilişkili olarak şirketler önlem almadıkları sürece finansal başarısızlık ile yüz yüze kalırlar (Bağcı ve Sağlam, 2020: 153-154).

### 2.3.4. Teknolojik Etkenler

Şirketler teknolojik gelişmelerden etkilenmekte ve çoğunlukla da teknolojiyi satın almaya yönelmektedirler. Bu durum ise şirketleri dışa bağılı yapar ve daimî olarak ilerleyen teknoloji sürecinde ise makinelerin eskimesi çok olağan bir durumdur. Bu tehditler ve risklerden dolayı küçük ve az sermayeye sahip şirketler için AR-GE faaliyetleri oldukça büyük bir yük olmaktadır. Bu yükü göğüsleyemeyen şirketler rakipleriyle yarışırken problem yaşayıp ardından iflase sürüklenmektedirler (Soba, 2016: 71-72).

## 2.4. Finansal Başarısızlığın Tahmininde Kullanılan Yöntemler

Finansal başarısızlığın tahmininde kullanılan yöntemler temel olarak iki gruba ayrılabilir. Bunlardan birisi tek değişkenli diğeri ise çok değişkenli istatistiksel yöntemlerdir.

### 2.4.1. Tek Değişkenli İstatistiksel Yöntemler

Finansal başarısızlığın öngörülmesinde tek değişkenli istatistiksel modeller, ilk adımda açığa çıkan model olması itibari ile büyük önem taşımaktadır. Tek değişkenli analiz yöntemleri, 1900'lü senelerin başından itibaren finansal başarısızlığın öngörülmesinde tercih edilmiştir. Formel olarak işletmelerin risk derecelendirmeleri 1909 yılında Moody's in ve akabinde Standard&Poor's şirketinin kurulması ile oluşturulmuştur. Tek değişkenli faaliyetlerin en kritik örneği Beaver'ın gerçekleştirdiği çalışma olarak ifade edilmektedir. Beaver, bahsi geçen bu çalışmada 1954-1964 seneleri içerisinde faaliyete geçmiş 79 başarılı şirket ile ve 79 başarısız şirketi eşleştirerek bu şirketlerin başarısız oldukları sonra 5 sene geriye giderek finansal tablo sonuçlarına ulaşmıştır. Beaver tercih ettiği 30 finansal oranı aşağıdaki ifade edilen altı asıl başlık altına toplamıştır (Söylemez, 2018: 64):

- Nakit Akım Oranları
- Karlılık Oranları
- Borç/Toplam Varlık Oranları
- Likit Varlıklar/Toplam Varlıklar Oranları
- Likit Varlıklar/Cari Borçlar Oranları
- Devir Hızları

Tamari (1966) yalnızca finansal oranlar ile gerçekleştirilen başarısızlık öngörüsünün yeterli olmadığını düşünerek Risk Endeks Modelini oluşturmuştur. Tamari, şirketlerin finansal sürecine en fazla etki eden 6 varyasyon oluşturulduktan sonra bu varyasyonlar önem düzeyine göre endeks puanı oluşturmuştur. Bu endekslerin dereceleri aşağıdaki gibidir (Nurcan, 2019: 25):

**Tablo 1.** Tamari'nin (1966) Risk Endeks Modeli

Özkaynak Sermaye + Yedekler / Toplam Borçlar	%25
Kar Eğilimi	%25
Cari Oran	%20
Üretim / Envanter Değeri	%10
Satışlar / Alacaklar	%10
Üretim /Çalışma Sermayesi	%10
Toplam	100

Bu endekste finansal olarak en başarılı şirkete 100 tam puan verilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre 30 puan ve altında alan işletmelerin %50'si finansal olarak başarısızlığa uğramıştır (Söylemez, 2018: 65).

#### 2.4.2. Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler

Tek boyutlu modellerin yeterli olamaması ile çok değişkenli modellerin tercih edilmesi daha sağlam çıktılar sağlayacaktır. Buna ek olarak çok boyutlu modeller daha net çıktılar verecektir.

#### Çok değişkenli diskriminant analizi modeli

Diskriminant analizi, üzerinden ölçüm alınan bir birimin sonlu sayıda bilinen farklı kitlelerden birine atanmasını gerçekleştiren istatistiksel bir teknik olarak tanımlanır." Diskriminant analizinde, çoğunlukla doğrusal fonksiyon ile finans problemleri üzerine çalışılmaktadır. Doğrusal fonksiyon ise aşağıdaki gibi açıklanabilir (Söylemez, 2018: 66):

$$Z = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \dots + \beta_mX_m \quad (1)$$

Bu denklemde;

$X_j$  = bağımsız değişken (finansal oranlar),

$\beta_j$  = diskriminant fonksiyonunun katsayısı,

$Z$  = diskriminant değeridir.

#### Çok Değişkenli Regresyon Modeli

Finansal modeller, çoğunlukla birden çok nedenin sonucudurlar. Oldukça fazla oranda varyasyon birleşerek bir diğer faktöre etki edebilmektedirler. Bununla birlikte bu varyasyonlar kendi içlerinde de birbirlerine etki edebilmektedir. Bu nedenle, bu tarz birden çok varyasyonun tercih edilmesi gereken durumlarda tekli regresyon analizi olağan olmamaktadır. Birden çok bağımsız değişken ile gerçekleştirilen regresyon analizine "çoklu regresyon analizi (multiple regression analysis)" denilmektedir (Güngör, 2019: 52-53).

Bu yöntem her girdi için bir puan öngörülmesine dayalı diskriminant fonksiyonunu oluşturur. Bu puana göre girdiler iki ana sınıfa ayrılmaktadır ve bunlardan ilki başarılı şirketler diğeri ise başarı gösteremeyen şirketlerdir. Modelin temel formu aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibidir (Aksoy, 2018: 26):

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj} \quad (2)$$

$\beta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) = diskriminant ağırlık katsayıları

$\beta_0$  = Sabit terim

$X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) = bağımsız değişkenler

### Logit ve Probit Modeli

Doğrusal bir olasılık fonksiyonu olan çok değişkenli diskriminant ve regresyon analizlerinin değişkenlerinin hesaplanmasının ardından, bağımlı değişken değerinin 0-1 aralığının dışına taşma olasılığı bir problem şeklinde açığa çıkmaktadır. Z değerinin, bağımsız değişken veya değişkenlerin alacağı değer ne olursa olsun 0-1 aralığında olması, birikimli bir olasılık fonksiyonunun kullanılması ile mümkündür. Logit modeli, birikimli bir olasılık fonksiyonu olduğu için, meydana gelme olasılığı dâhilinde problemin çözümünde seçilebilecek bir model şeklinde karışımıza çıkmaktadır (Güngör, 2019: 53).

### 3. MENKUL KIYMET BORSALARI VE BORSA İSTANBUL

Menkul kıymet borsalarında alım satım gerçekleştiren kişiler kar sağlamak isterler. Kâr amacı, daha çok menkul kıymet piyasalarının kökenini meydana getiren hisse senetleri faaliyetlerinde hakim olan bir faktördür. Yatırımına temettü almak için hisse senedi alan kişi veya yatırımını daha fazla bir rakamla satarak sermaye sağlamak için faaliyete geçmektedir. İnsanların bu süreçte alım satım tercihlerinin ortak bir süreç arz etmesi akabinde sektörün genel meyli meydana gelir. Borsalar içinde oldukları ulusların politik ve finansal yapılarının kritik bir barometresidir. Var oldukları ulusların finansal ve politik sürecinden etkilenirler. İMKB de işletmelere finansman oluşturmak ve yatırımcılara yeni bir araç sağlamak amacıyla oluşturulmuş bir borsadır. Menkul kıymetlerin alım ve satımı gerçekleştirilmektedir. Kendine has kuralları ve denetim mekanizması olan bir organizasyondur (Çondur ve Evlimoğlu, 2007: 2).

Borsa piyasalarında alıcı ve satıcı konumunda bulunan kişiler çoğunlukla komisyoncuların aracılık etmesiyle karşılaşır. Satıcı konumunda bulunan kişinin arzı bu karşılaşmada alıcının isteği ile fiyat belirlenir. Anlık süreçlerde farklılık gösteren dengesine göre rakamlar da dalgalanma gösterir. Aynı ayrı her borsanın kendine has prensipleri ve ilkeleri bulunmaktadır. Bununla birlikte borsalarda bir düzen sağlayıcı ve kontrol oluşturan organizasyonlar bulunur. Türkiye’de Borsa İstanbul, bir anonim şirket olarak kendi yönetim kurulunun almış olduğu hükümler ile idare edilir. Bununla birlikte 6/12/2012 tarihli ve 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu ilkeleri ekseninde Sermaye Piyasası Kurulunca kontrol edilir (Gündoğdu, 2015).

Sonradan değiştirilen ismiyle Borsa İstanbul (BİST) eski ismiyle de İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) isminden de anıldığı üzere esasen bir menkul kıymet borsasıdır. Borsa İstanbul (BİST); “hisse senetleri, hazine bonoları ve devlet tahvilleri, gelir ortaklığı sertifikaları, özel sektör tahvilleri, yabancı menkul kıymetler, gayrimenkul sertifikaları ve uluslararası menkul kıymetlerin alım ve satımının yapılmasını sağlamak amacıyla 26 Aralık 1985 günü kurulmuş olup, 3 Ocak 1986 yılında faaliyete başlamıştır”. Türkiye’de var olan tek menkul kıymetler borsasıdır (Çondur, ve Evlimoğlu, 2007:4).



#### 4. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, 2018–2021 döneminde Borsa İstanbul'da işlem gören 27 Teknoloji firmasının belirlenen rasoları kullanılarak Lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Lojistik regresyon tekniği, olasılık ve olasılıklar oranı (odds) kavramlarına dayanır. Olasılık, belirli bir tipteki sonuç sayısının ortaya çıkabilecek toplam sonuç sayısına oranıdır. Lojistik regresyonda olasılıklar oranı, bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı olarak tanımlanır (Mertler vd., 2021: 134). SPSS 23.0 paket programı yardımıyla Binary Logistic Regression analiz tekniği tercih edilmiştir. Bu analizde bağımlı değişkenin iki değişkenli olması gerekmektedir (Tranmer & Elliot, 2008: 4). Bu kapsamda şirketler öncelikle finansal açıdan başarılı veya başarısız şeklinde kodlanmıştır. Bir şirketin finansal açıdan başarısız olarak sınıflandırılması için kullanılan ölçütler şunlardır; son üç yılında şirketin zarar açıklaması, BİST'te işlem sırasının kalıcı olarak kapatılması, işletmenin özkaynaklarının negatif değerde olması, işletmenin BİST gözüaltı piyasasına alınması, faaliyetlerini durdurmuş olması ve iflasını açıklamış olması. Bu kriterlerden herhangi birine uyan şirket, başarısız olarak sınıflandırılmıştır.

Lojistik regresyonda modelin anlamlılığı için omnibus testi yapılmaktadır. Bu testte aşağıdaki hipotezler oluşturulur:

$H_0$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark vardır.

Sig <0,05 ise  $H_0$  reddedilir ve modelin daha iyi olduğu sonucuna ulaşılır. Daha sonra modelin anlamlılığına dair Cox & Snell ve Nagelkerke  $R^2$  değerlerine bakılır. Cox & Snell  $R^2$  ve Nagelkerke  $R^2$  değerleri, model tarafından bağımlı değişkende açıklanan varyansın iki farklı yoldan kestirilmesini temsil eder ve çoklu regresyondaki  $R^2$  ile benzer şekilde yorumlanır (Field, 2005). Bir diğer anlatımla her iki değer de lojistik model tarafından açıklanan varyans miktarını gösterir ve 1.00 mükemmel model uyumunu ifade eder. Dolayısıyla daha büyük değerler, daha iyi model uyumuna karşılık gelir (Hair ve ark., 2006).

Model uyumu için ayrıca Hosmer ve Lemeshow testi yapılmıştır. Ki-kare uyum iyiliği testi olarak da anılan test, lojistik regresyon modelinin bir bütün olarak uyumunu değerlendirir. Özellikle yordayıcı değişkenlerin sürekli değişkenler olduğu durumda ya da küçük örneklerle çalışıldığı durumda, geleneksel ki-kare testinden çok daha güçlüdür. Bu anlamda da geleneksel ki-kare yöntemi ile hesaplanan Omnibus Testi'nin daha güçlü bir alternatifidir. Bu teste ilişkin sonucun anlamlı olmaması ( $p > .05$ ), model-veri uyumunun yeterli düzeyde olduğunu gösterir. Bir diğer deyişle, gözlenen ve model tarafından kestirilen değerler arasında anlamlı fark yoktur; model tahminleri, gözlenen durumdan farklı değildir (Garson, 2008). Şu hipotezler oluşturulmuştur:

$H_0$ : Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

$H_1$ : Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında anlamlı bir farklılık vardır.

$p > 0,05$  ise modelin tahminlerin gözlemlerden farklılaşmadığı sonucuna ulaşılır.

Bu çalışmada kullanılan veriler KAP'ta yayınlanan finansal tablolardan elde edilmiştir. Borsa İstanbul'da işlem gören Teknoloji şirketlerinin 2018-2021 döneminde 3 aylık periyotlarla yayınladığı veriler tek

tek incelenmiştir. Bu kapsamda bağımsız değişkenler elde edilmiştir. Çalışmada yer alan şirketler ve borsadaki kısaltmaları aşağıda tabloda verilmiştir.

**Tablo 2.** Çalışmada Yer Alan Şirketler

1	ALCTL	ALCATEL LUCENT TELETAŞ TELEKOMÜNİKASYON AŞ
2	ARDYZ	ARD GRUP BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ AŞ
3	ARENA	ARENA BİLGİSAYAR SANAYİ VE TİCARET AŞ
4	ARMDA	ARMADA BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET AŞ
5	ASELS	ASELSAN ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET AŞ
6	ATATP	ATP TİCARİ BİLGİSAYAR AĞI VE ELEKTRİK GÜÇ KAYNAKLARI ÜRETİM PAZARLAMA VE TİCARET AŞ
7	DGATE	DATAGATE BİLGİSAYAR MALZEMELERİ TİCARET AŞ
8	DESPC	DESPEC BİLGİSAYAR PAZARLAMA VE TİCARET AŞ
9	EDATA	E-DATA TEKNOLOJİ PAZARLAMA AŞ
10	ESCOM	ESCORT TEKNOLOJİ YATIRIM AŞ
11	FONET	FONET BİLGİ TEKNOLOJİLERİ AŞ
12	İNDES	İNDEKS BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİK SANAYİ VE TİCARET AŞ
13	KFEIN	KAFEİN YAZILIM HİZMETLERİ TİCARET AŞ
14	KAREL	KAREL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET AŞ
15	KRONT	KRON TELEKOMÜNİKASYON HİZMETLERİ AŞ
16	LINK	LİNK BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ YAZILIMI VE DONANIMI SANAYİ VE TİCARET AŞ
17	LOGO	LOGO YAZILIM SANAYİ VE TİCARET AŞ
18	MANAS	MANAS ENERJİ YÖNETİMİ SANAYİ VE TİCARET AŞ
19	MTRKS	MATRİKS BİLGİ DAĞITIM HİZMETLERİ AŞ
20	MIATK	MİA TEKNOLOJİ AŞ
21	MOBTL	MOBİLTEL İLETİŞİM HİZMETLERİ SANAYİ VE TİCARET AŞ
22	NETAS	NETAŞ TELEKOMÜNİKASYON AŞ
23	PAPIL	PAPİLON SAVUNMA TEKNOLOJİ VE TİCARET AŞ
24	PENTA	PENTA TEKNOLOJİ ÜRÜNLERİ DAĞITIM TİCARET AŞ
25	PKART	PLASTİKKART AKILLI KART İLETİŞİM SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET AŞ
26	SMART	SMARTİKS YAZILIM AŞ
27	VBTYZ	VBT YAZILIM AŞ

Kaynak: (<https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler>)

Bu çalışmada kullanılan bağımlı değişken, yukarıda belirtilen kriterlere göre Borsa İstanbul'da işlem gören Teknoloji şirketlerinin finansal açıdan başarılı veya başarısız olma durumudur. Kullanılan bağımsız değişkenler ise söz konusu şirketlerin finansal rasyolarından oluşmaktadır. Öncelikle 81 rasyo elde edilmiştir. Fakat bazı şirketin analizde kullanılması planlanan rasyoları hesaplamada kullanılacak verileri açıklamaması üzerine bu veriler 60'a düşürülmüştür. Kullanılan bağımsız değişkenler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.** Çalışmada Kullanılan Bağımsız Değişkenler

$X_1$	CariOran	$X_{31}$	FAVÖKNetFinansmanGider
$X_2$	DönenVarlıklarAktif	$X_{32}$	FavökMaliBorçlar
$X_3$	LikitOran	$X_{33}$	HisseÖdenmişSermaye
$X_4$	NakitOran	$X_{34}$	KısaVadeBorçAktif
$X_5$	AktifKarlılıkROA	$X_{35}$	KısaVadeBorçDönenVarlık
$X_6$	BrütEsasFaaliyetKarMarjıYıllık	$X_{36}$	KısaVadeBorçÖzsermaye
$X_7$	EsasFaaliyetKarMarjıYıllık	$X_{37}$	KısaVadeBorçToplamBorç
$X_8$	FAVÖKYıllık	$X_{38}$	KısaVadeBorçBüyüme
$X_9$	FavökMarjıYıllık	$X_{39}$	KısaVadeFinansalBorçKısaVadeBorç
$X_{10}$	NetKarMarjıYıllık	$X_{40}$	MaliBorçÖzsermaye
$X_{11}$	ÖzsermayeKarlılığıROE	$X_{41}$	MaliBorçToplamBorç
$X_{12}$	VAFÖKMarjıYıllık	$X_{42}$	NetSatışlarKısaVadeBorçYıllık
$X_{13}$	FinansmanGiderleriBrütSatışlar	$X_{43}$	NetBorçFAVÖKYıllık
$X_{14}$	FinansmanGiderNetSatışYıllık	$X_{44}$	ÖzsermayeAktif
$X_{15}$	AktifBüyüme	$X_{45}$	ÖzsermayeMaddiDuranVarlıklar
$X_{16}$	EsasFaaliyetKarıBüyümeYıllık	$X_{46}$	ToplamBorçÖzsermaye
$X_{17}$	FAVÖKBüyümeYıllık	$X_{47}$	ToplamBorçBüyüme
$X_{18}$	NetKarBüyümeYıllık	$X_{48}$	UzunVadeliBorçBüyüme
$X_{19}$	NetSatışlarBüyümeYıllık	$X_{49}$	YatırımAmortisman
$X_{20}$	NetDönemKarıZararıYıllık	$X_{50}$	YatırımNetSatışlar
$X_{21}$	ÖzsermayeBüyümesi	$X_{51}$	AktifDevirHızı
$X_{22}$	Roic	$X_{52}$	AlacakDevirHızı
$X_{23}$	YabancıParaNetPozisyonuFavök	$X_{53}$	AlacakTahsilSüresi
$X_{24}$	YabancıParaNetPozisyonuÖzsermaye	$X_{54}$	DönenVarlıklarDevirHızı
$X_{25}$	BorçKaynakOranı	$X_{55}$	EtkinlikOranı
$X_{26}$	DuranVarlıklarAktif	$X_{56}$	EtkinlikSüresi
$X_{27}$	DuranVarlıklarMaddiÖzkaynak	$X_{57}$	İhracatOranı
$X_{28}$	EsasFaaliyetKarıKısaVadeliBorç	$X_{58}$	NakitDöndürmeSüresi
$X_{29}$	FAVÖKKısaVadeBorç	$X_{59}$	StokDevirHızı
$X_{30}$	FavökToplamBorçlar	$X_{60}$	TicariBorcDevirHızı

## 5. BULGULAR

Bu çalışmada, 2018–2021 döneminde Borsa İstanbul'da işlem gören 27 Teknoloji firmasının belirlenen rasyoları kullanılarak Lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Öncelikle 2018 yılı verileri kullanılarak 3 yıl önceden , sonra 2019 yılı verileri kullanılarak 2 yıl önceden ve son olarak 2020 yılı verileri kullanılarak 1 yıl önceden tahminleme yapılmıştır.

### 5.1. 3 Yıl Önceden Başarısız İşletmelerin Tahmini

2018 yılı verileri kullanılarak 3 yıl önceden başarısız işletmelerin tahmini için SPSS 23.0 programında lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Tahminleme yöntemi olarak forward-conditional yöntemi kullanılmıştır.

Modelin anlamlılığı için omnibus testi yapılmıştır. 4. Adımda anlamlı bir p değerine ulaşıldığı görülmektedir ( $p \leq 0,05$ ).

**Tablo 4.** 3 Yıl Önceden Tahmin İçin Modelin Uyumluluk Değerleri

Omnibus Tests of Model Coefficients							
		Ki-kare	sd	Sig.	-2 Log olabilirlik	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
Adım 1	Adım	3,679	1	19,374 <sup>a</sup>	19,374 <sup>a</sup>	0,161	0,241
	Model	3,679	1	12,006 <sup>b</sup>			
Adım 2	Adım	7,368	1	5,780 <sup>c</sup>	12,006 <sup>b</sup>	0,409	0,614
	Model	11,047	2	,000 <sup>d</sup>			
Adım 3	Adım	6,226	1	-2 Log olabilirlik	5,780 <sup>c</sup>	0,561	0,841
	Model	17,273	3	19,374 <sup>a</sup>			
Adım 4	Adım	5,780	1	12,006 <sup>b</sup>	0,001 <sup>d</sup>	,666	1,000
	Model	23,053	4	,000			
a. 5 iterasyon yapılmıştır							
b. 7 iterasyon yapılmıştır							
c. 9 iterasyon yapılmıştır							
d. 22 iterasyon yapılmıştır							

$H_0$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark vardır.

4.Adımda sig <0,05 olduğu için  $H_0$  reddedilir ve modelin daha iyi olduğu sonucuna ulaşıılır.

Modelin anlamlılığına dair Cox & Snell ve Nagelkerke R<sup>2</sup> değerlerinin çok iyi düzeyde olduğu görülmektedir.

Son olarak model uygunluğu için ayrıca Hosmer and Lemeshow Testi yapılmıştır. Böylece tahmin edilen değerler ve gözlenen değerler arasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Şu hipotezler oluşturulmuştur:

$H_0$ : Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

$H_1$ : Tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında anlamlı bir farklılık vardır.

$p > 0,05$  ise modelin tahminlerin gözlemlerden farklılaşmadığı sonucuna ulaşıılır.

**Tablo 5.** 3 Yıl Önceden Tahmin İçin Hosmer ve Lemeshow Testi

Adım	Ki-kare	sd	Sig.
1	9,398	8	,310
2	4,086	8	,849
3	2,551	8	,959
4	,000	8	1,000

$p > 0,05$  olduğu için modelin tahmin edebilirliği, gerçek durum ile uygunluk göstermektedir.

Daha sonra modelin test edilesine geçilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 6.** 2018 Değerleri İle Oluşturulan Model Özeti

	B	S.E.	Wald	sd	Sig.	Exp(B)	95% Güven aralığı		
							Lower	Upper	
Adım 1	Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak	,001	,001	1,486	1	,223	1,001	,999	1,003
Adım 2	Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak	,004	,002	2,938	1	,087	1,004	,999	1,009
	Toplam Borç/Özsermaye	,018	,011	3,025	1	,082	1,018	,998	1,040
Adım 3	Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak	,009	,007	1,592	1	,207	1,009	,995	1,024
	Net Borç/FAVÖK(Yıllık)	,060	,079	,585	1	,444	1,062	,910	1,239
	Toplam Borç/Özsermaye	,042	,036	1,326	1	,250	1,043	,971	1,119
	Sabit	-14,103	11,209	1,583	1	,208	,000		

Tahmin Sonuçları ise aşağıda verilmiştir.

**Tablo 7.** 2018 Değerleri İle Oluşturulan Modelin Tahmin Sonuçları

	Başarı	Doğru Tahmin Yüzdesi			
		Başarılı	Başarısız		
Adım 1	Başarı	Başarılı	16	0	100,0
		Başarısız	3	2	40,0
	Genel yüzde				
Adım 2	Başarı	Başarılı	16	0	100,0
		Başarısız	2	3	60,0
	Genel yüzde				
Adım 3	Başarı	Başarılı	16	0	100,0
		Başarısız	1	4	80,0
	Genel yüzde				

Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak, Net Borç/FAVÖK(Yıllık) ve Toplam Borç/Özsermaye kullanıldığında başarısızları tahmin başarıları %80'e yükselmiştir. Bir şirketin başarısızlığını tahmin etmede aşağıdaki değişkenlerin belirleyici olduğu görülmektedir:

- Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak
- Net Borç/FAVÖK(Yıllık)
- Toplam Borç/Özsermaye

## 5.2. 2 Yıl Önceden Başarısız İşletmelerin Tahmini

2019 yılı verileri kullanılarak 2 yıl önceden başarısız işletmelerin tahmini için yine lojistik regresyon analizi ve tahminleme yöntemi olarak da forward-conditional kullanılmıştır.

**Tablo 8.** 2 Yıl Önceden Tahmin İçin Modelin Uyumluluk Değerleri

Omnibus Tests of Model Coefficients							
		Ki-kare	sd	Sig.	-2 Log olabilirlik	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
Adım 1	Adım	3,982	1	0,046	19,070 <sup>a</sup>	0,173	0,259
	Model	3,982	1	0,046			
Adım 2	Adım	3,556	1	0,059	15,515 <sup>b</sup>	0,302	0,453
	Model	7,538	2	0,023			
a. 5 iterasyon yapılmıştır							
b. 6 iterasyon yapılmıştır							

$H_0$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark vardır.

2.Adımda sig <0,05 olduğu için  $H_0$  reddedilir ve modelin daha iyi olduğu sonucuna ulaşılr.

Modelin anlamlılığına dair Cox & Snell ve Nagelkerke R<sup>2</sup> değerlerinin ise kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir.

Son olarak model uygunluğu için ayrıca Hosmer and Lemeshow Testi yapılmıştır.

**Tablo 9.** 2 Yıl Önceden Tahmin İçin Hosmer ve Lemeshow Testi

Adım	Ki-kare	sd	Sig.
1	6,805	8	0,558
2	6,494	8	0,592

$p > 0,05$  olduğu için modelin tahmin edebilirliği, gerçek durum ile uygunluk göstermektedir.

Daha sonra modelin test edilesine geçilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 10.** 2019 Değerleri İle Oluşturulan Model Özeti

		B	S.E.	Wald	sd	Sig.	Exp(B)	95% Güven aralığı	
								Lower	Upper
Adım 1	Kısa Vade Borç/Toplam Borç	-0,079	0,046	2,937	1	0,087	0,924	0,844	1,011
Adım 2	FAVÖK/Büyüme (Yıllık)	0,003	0,003	1,282	1	0,258	1,003	0,998	1,009
	Kısa Vade Borç/Toplam Borç	-0,104	0,058	3,232	1	0,072	0,901	0,805	1,009
	Sabit	6,2	4,139	2,244	1	0,134	492,86		

Tahmin Sonuçları ise aşağıda verilmiştir.

**Tablo 11.** 2019 Değerleri İle Oluşturulan Modelin Tahmin Sonuçları

					Doğru Tahmin Yüzdesi
			Başarılı	Başarısız	
Adım 1	Basari	Başarılı	16	0	100,0
		Başarısız	4	1	20,0
	Genel yüzde				81,0
Adım 2	Basari	Başarılı	16	0	100,0
		Başarısız	3	2	40,0
	Genel yüzde				85,7

FAVÖK/Büyüme (Yıllık) ve Kısa Vade Borç/Toplam Borç kullanıldığında başarısızları tahmin başarısı %40'a yükselmiştir. Fakat bu oran oldukça düşüktür. Dolayısı ile 2019 yılı özelinde yaşanan kur hareketliliği ve bazı krizler nedeniyle bu yılki verilerin tahmin gücünün çok düşük olduğu yorumu yapılabilir. Düşükte olsa başarısızlığı tahmin etmede aşağıdaki değişkenlerin belirleyici olduğu görülmektedir:

- FAVÖK/Büyüme (Yıllık)
- Kısa Vade Borç/Toplam Borç

### 5.3. 1 Yıl Önceden Başarısız İşletmelerin Tahmini

2020 yılı verileri kullanılarak 2 yıl önceden başarısız işletmelerin tahmini için yine lojistik regresyon analizi ve tahminleme yöntemi olarak da forward-conditional kullanılmıştır.

Modelin anlamlılığı için omnibus testi yapılmıştır. 2. Adımda anlamlı bir p değerine ulaşıldığı görülmektedir ( $p \leq 0,05$ ).

**Tablo 12.** 1 Yıl Önceden Tahmin İçin Modelin Uyumluluk Değerleri

Omnibus Tests of Model Coefficients							
		Ki-kare	sd	Sig.	-2 Log olabilirlilik	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
Adım 1	Adım	6,613	1	0,01	12,944 <sup>a</sup>	0,294	0,457
	Model	6,613	1	0,01			
Adım 2	Adım	8,667	1	0,003	4,277 <sup>b</sup>	0,553	0,86
	Model	15,279	2	0,001			
a. 6 iterasyon yapılmıştır							
b. 12 iterasyon yapılmıştır							

$H_0$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$ : Block 1 ile Block 0 arasında anlamlı bir fark vardır.

2.Adımda sig <0,05 olduğu için  $H_0$  reddedilir ve modelin daha iyi olduğu sonucuna ulaşılr.

Modelin anlamlılığına dair Cox & Snell ve Nagelkerke R<sup>2</sup> değerlerinin iyi düzeyde olduğu görülmektedir.

Son olarak model uygunluğu için ayrıca Hosmer and Lemeshow Testi yapılmıştır.

**Tablo 13.** 1 Yıl Önceden Tahmin İçin Hosmer ve Lemeshow Testi

Adım	Ki-kare	sd	Sig.
1	10,428	8	0,236
2	0,546	8	1

$p > 0,05$  olduğu için modelin tahmin edebilirliği, gerçek durum ile uygunluk göstermektedir.

Daha sonra modelin test edilesine geçilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 14.** 2020 Değerleri İle Oluşturulan Model Özeti

Adım	Bağımlı Değişken	B	S.E.	Wald	sd	Sig.	Exp(B)	95% Güven aralığı	
								Lower	Upper
Adım 1	Özsermaye Karlılığı/ROE	-0,157	0,084	3,504	1	0,061	0,855	0,725	1,007
Adım 2	Özsermaye Karlılığı/ROE	-0,953	1,61	0,35	1	0,554	0,385	0,016	9,05
	Kısa Vade Borç/Büyüme	0,071	0,102	0,49	1	0,484	1,074	0,88	1,31
	Sabit	2,562	4,624	0,307	1	0,58	12,964		

Tahmin Sonuçları ise aşağıda verilmiştir.

**Tablo 15.** 2020 Değerleri İle Oluşturulan Modelin Tahmin Sonuçları

Adım	Başarı Durumu	Tahmin Sonuçları		Doğru Tahmin Yüzdesi	
		Başarılı	Başarısız		
Adım 1	Basari	Başarılı	14	1	93,3
		Başarısız	1	3	75
	Genel yüzde				89,5
Adım 2	Basari	Başarılı	14	1	93,3
		Başarısız	0	4	100
	Genel yüzde				94,7

Özsermaye Karlılığı/ROE ve Kısa Vade Borç/Büyüme kullanıldığında başarısız şirketlerin tahmin başarısı %100'e yükselmiştir. Bir şirketin başarısızlığını tahmin etmede aşağıdaki değişkenlerin belirleyici olduğu görülmektedir:

- Özsermaye Karlılığı/ROE
- Kısa Vade Borç/Büyüme

## 6. SONUÇ

Finansal başarısızlık büyüklüğü ne olursa olsun bütün şirketlerin karşılaşılabilecekleri bir süreçtir. Başarısızlık kavramı çeşitli anlamlara gelebilen bir durumdur. Şirketlerin genelinin başarısız bir sürece girmesine, kısa ve uzun vadeli sorumluluklarını yapamamasına, kredibilitelerini kaybetmesine ve sonucunda iflas etmesine kadar olan durumları içerir. Şirketlerde başarı olduğu kadar başarısızlık süreci de normal bir süreç şeklinde görülür.



Çalışmada finansal veriler ile şirketlerin başarısızlıklarının lojistik regresyon yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Borsa İstanbul'da işlem gören 27 adet teknoloji şirketine ait veriler toplanarak rasyolar oluşturulmuştur. 2021 verileri ve son üç yıldaki finansal veriler ile başarısız şirketler belirlenmiştir. Şirketlere ait veriler öncelikle 3 aylık dönemlere göre oluşturulmuş fakat bazı şirketlerin 2018 ve 2019 yıllarına ait sadece yıllık verilerine ulaşılabilmesi sonucunda yıllık veriler kullanılmasına karar verilmiştir. 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait belirlenen rasyolar bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Eksik verilerin bulunduğu rasyolar çıkarıldığında 60 farklı rasyo ile analiz yapılmıştır. Şirketlerin finansal başarısızlığının önceden tahmin edilmesinde 3 yıl önceden tahmin etmede Duran Varlıklar/Maddi Özkaynak, Net Borç/FAVÖK(Yıllık) ve Toplam Borç/Özsermaye rasyoları, 2 yıl önceden tahmin etmede FAVÖK/Büyüme (Yıllık) ve Kısa Vade Borç/Toplam Borç rasyoları ve 1 yıl önceden tahmin etmede Özsermaye Karlılığı/ROE ve Kısa Vade Borç/Büyüme rasyolarının başarılı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

## KAYNAKÇA

- Akyüz, F.** 2020. Taş ve Toprağa Dayalı Sektörde Faaliyet Gösteren Şirketlerin Finansal Başarısızlık Risklerinin Tahmin Edilmesi, 13 (1), 40-51.
- Bağcı, H., and Ş. Sağlam.** 2020. Sağlık ve Spor Kuruluşlarında Finansal Başarısızlık Tahmini: Altman, Springate Ve Fulmer Modeli Uygulaması. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 23(1), 149-164.
- Beaver, W.H.** 1966. Financial ratios as predictors of failure. Journal of accounting research, 71-111.
- Brigham, E. F., Gapenski, L. C., & P.R. Daves.** 1999. Study guide to accompany Intermediate financial management. Dryden Press.
- Çondur, F. and U. Evlimoğlu.** 2007. İmkb'nin İşlevselliğini Arttırmaya Yönelik Alternatif Politika Önerileri, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, 12, 1-17.
- Çöllü, D.A. Akgün, L. and E. Eydur.** 2020. Karar Ağacı Algoritmalarıyla Finansal Başarısızlık Tahmini: Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Uygulaması, Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, 6 (2), 225-246.
- Dizgil, E.** 2018. BIST Ticaret Endeksinde yer alan şirketlerin Springate finansal başarısızlık modeli ile incelenmesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 248-267.
- Garson, G. D.** 2008. Logistic Regression: Statnotes. North Carolina State University, 5(21), 08.
- Gündoğdu, A.** 2015. Türkiye'de Sermaye Piyasasının Değişen Yüzü. Seçkin Yayınevi.
- Güngör, H.Y.** 2018. Şirketlerin Finansal Başarısızlıklarının Tahmini: Havayolu Sektörü Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

**Hair, E., T. Halle, E., Terry-Humen. B. Lavelle, and J. Calkins.** 2006. Children's school readiness in the ECLS-K: Predictions to academic, health, and social outcomes in first grade. *Early Childhood Research Quarterly*, 21(4), 431-454.

**KAP** (Kamuoyunu Aydınlatma Platformu) <https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler>

**Mertler, C. A., R. A.Vannatta. and K. N. LaVenja.** 2021. *Advanced and multivariate statistical methods: Practical application and interpretation.* Routledge.

**Nurcan, E.** 2019. Finansal Başarısızlık Göstergelerinin Gri İlişkisel Analiz İle Belirlenmesi Ve Bist100 Endeksinde Veri Zarflama Analizi Ve Lojistik Regresyon Analizi Uygulaması, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

**Selimoğlu, S., and A. Orhan.** 2015. Finansal başarısızlığın oran analizi ve diskriminant analizi kullanılarak ölçülmesi: BİST’de işlem gören dokuma, giyim eşyası ve deri işletmeleri üzerine bir araştırma. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (66), 21-40.

**Soba, M. F., Akyüz. and Y. Uğurcan.** 2016. Şirketlerin Finansal Performanslarının Altman Yöntemiyle Analizi: Borsa İstanbul Örneği, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9 (4), 65-87.

**Söylemez, Y.** 2018. 2008 Finansal Krizi Döneminde İşletmelerde Piyasa Verilerine Dayalı Olarak Finansal Başarısızlık Olasılığının Tahmini: İMKB Uygulaması, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

**Tamari, M.** 1966. Financial ratios as a means of forecasting bankruptcy. *Management International Review*, 15-21.

**Torun, T.** 2007. Finansal Başarısızlık Tahmininde Geleneksel İstatistikî Yöntemlerle Yapay Sinir Ağlarının Karşılaştırılması ve Sanayi İşletmeleri Üzerinde Uygulama, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.

**Tranmer, M., and M. Elliot.** 2008. Multiple linear regression. *The Cathie Marsh Centre for Census and Survey Research (CCSR)*, 5(5), 1-5.

**Weitzel, W., and E. Jonsson.** 1989. Decline in organizations: A literature integration and extension. *Administrative science quarterly*, 91-109.

**Yıldız, B.** 1999. Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Yapay Sinir Ağı Kullanımı ve Ampirik Bir Çalışma, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## DIMENSION ANALYSIS OF BENDING PERFORATED BEAMS WITH THE EVOLUTIONARY TOPOLOGICAL OPTIMIZATION METHOD

Ender ÇELİK

Department of Mechanical Engineering, Iskenderun Technical University, Hatay, Türkiye  
endercelik13@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1971-3620

Vedat SAVAŞ

Department of Mechanical Engineering, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye  
vsavas@firat.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0563-1955

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 20.09.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 27.10.2022

**Abstract**

The aim of this study is to determine the optimal shape and clearance of the web openings in order to both increase the carrying capacity and decrease the weight of classic perforated beams by using evolutionary topological optimization technique. The effects of the optimal shape and web openings has been obtained by the application of the evolutionary topological optimization through finite elements method, and then the obtained optimal beam has been compared with widely used perforated beams in the market by using stress and displacement analysis. The designed beam seemed to have more advantages than the widely used ones in industry with a less weight and higher carrying capacity. With the topology optimization, the usual classic perforated beams' geometry has been changed and stiffness was improved.

**Keywords:** Optimization, Castellated Beam, Cellular Beam, Perforated Beam, Evolutionary Optimization, Topology Optimization, Structural Optimization

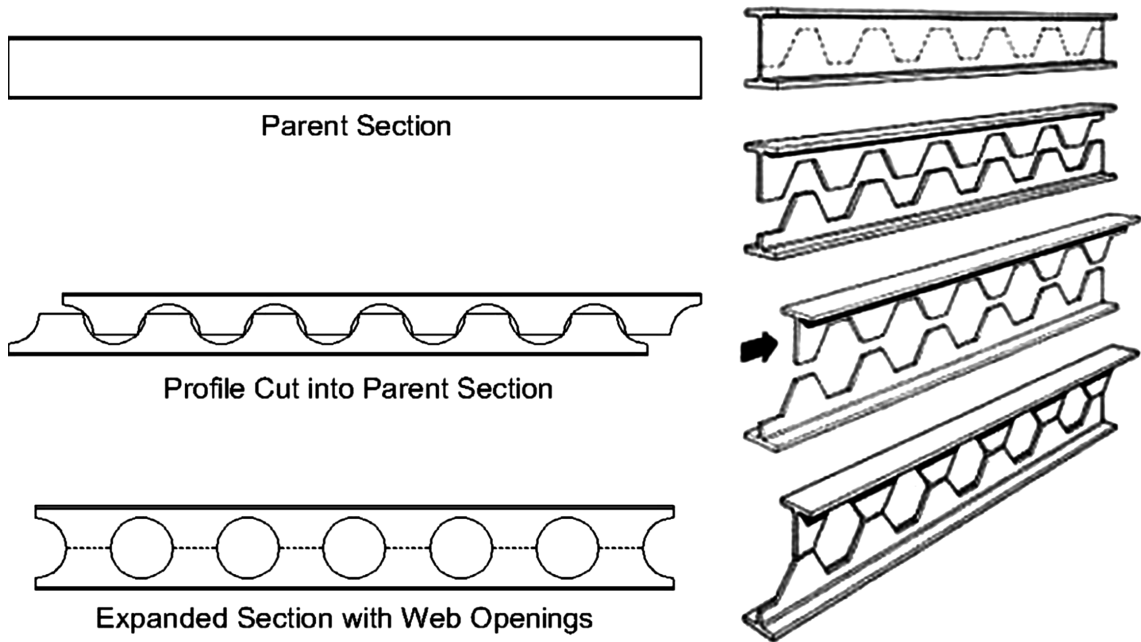
**EVRİMSEL TOPOLOJİK OPTİMİZASYON YÖNEMİYLE  
DELİKLİ KİRİŞLERİN BÜKÜLMESİNİN BOYUT ANALİZİ****Özet**

Bu çalışmanın amacı, klasik delikli kirişlerin hem taşıma kapasitesini artırmak hem de ağırlığını azaltmak için ağ açıklıklarının optimal şeklini ve açıklığını evrimsel topolojik optimizasyon tekniği kullanarak belirlemektir. Sonlu elemanlar yöntemi ile evrimsel topolojik optimizasyonun uygulanmasıyla optimal şekil ve ağ açıklıklarının etkileri elde edilmiş ve daha sonra elde edilen optimal kiriş, gerilme ve yer değiştirme analizi kullanılarak piyasada yaygın olarak kullanılan delikli kirişlerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada tasarlanan kiriş, daha az ağırlık ve daha yüksek taşıma kapasitesi ile endüstride yaygın olarak kullanılanlardan daha fazla avantaja sahip görünüyordu. Topoloji optimizasyonu ile alışılmış klasik delikli kirişlerin geometrisi değiştirildi ve sertlik iyileştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Optimizasyon, Petek Kiriş, Boşluklu Kiriş, Evrimsel Optimizasyon, Topoloji Optimizasyon, Yapısal Optimizasyon.

## 1. INTRODUCTION

The great idea of increasing the height of the I-beam by making a hole has been used for about hundred years (Tsavdaridis vd, 2015). The aim of this is to increase the stiffness by increasing the moment of inertia (Srimari and Das, 1978). Research on beams has mainly focused on castellated beams which have hexagonal web openings and cellular beams circular web openings as a result of zigzag cut (Sharifi vd 2020). The use of cellular beams instead of castellated beams in constructions began in the early 90's. One of the biggest reasons for this change is aesthetic concerns (Weidlich vd 2021, Knowles 1991, Redwood 1968, Kerdal and Nethercot 1984, Hosain and Spiers 1970, Ward 1990). The most noticeable features of perforated beams are its high weight-bearing ratio and aesthetic appearance. In addition to the increased carrying capacity, the low weight means fewer loads on the construction being manufactured. One of the benefits of the web opened in addition to the aesthetic beauty it adds to the building is that it increases the useful floor height as building installations pass through these spaces.

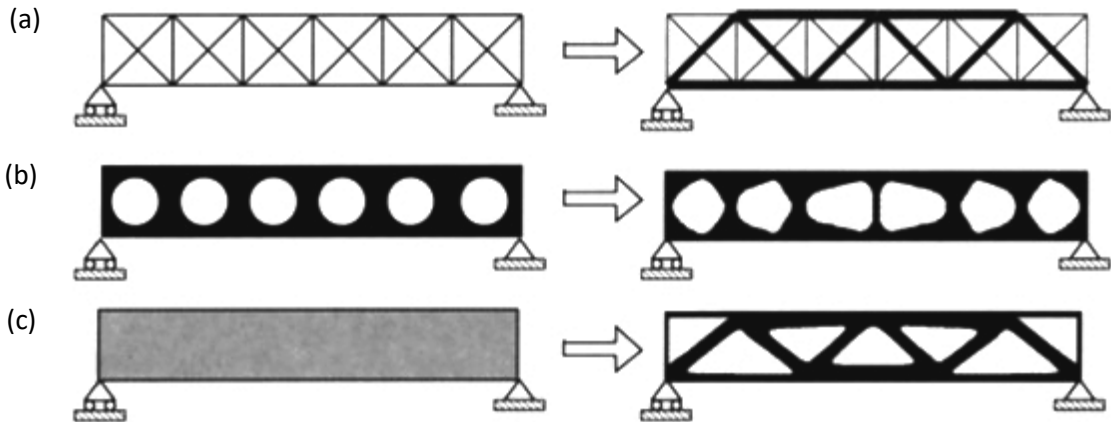


**Figure 1.** Perforated beam manufacturing process

Almost all the perforated beams are manufactured by cutting the standard I profile in a zigzag shape and then welding the two equal halves of the beam by sliding them a half step relative to each other. (Figure. 1) In order to save on cost, time and labor, this method is the most frequently used technique in the manufacturing area. However, manufacturing of complex shapes is difficult or impossible in this method.

## 2. BEAM OPTIMIZATION

In general, there are two kinds of optimization methods. These are deterministic optimization which cannot be based on any assumptions and probabilistic optimization which is based on probability (Lagaros vd, 2008). In this study, optimization of evolutionary bottom topology which is involved in probabilistic optimization has been used for solving the optimization problem. In addition, there are three types of design-based optimizations: sizing, shape and topological. (Figure 2)



**Figure 2.** Structural optimization (a)sizing optimization (b)shape optimization, and (c)topology optimization (Tsavdaridis vd. 2015).

The design-based optimization aims to reduce manufacturing costs, especially in mass production in which a small decrease in the unit cost results in huge savings (Belegundu and Chandrupatla). The aim of sizing optimization is to decrease the weight into the lowest possible value under certain limit values. In shape optimization, on the other hand, it is aimed to increase the performance of the work piece by modifying its shape.

In topological optimization, the designer aims to design the most suitable work piece for manufacturing (Lagaros vd, 2006). Structural topological optimization is closely related with determining the web opening at the designable number and location to be used in this (Xie and Steven, 1993). Topology optimization approaches often require additional post-processing to generate a manufacturable topology with smooth boundaries (Rostami vd, 2021)

It is possible to find numerous studies in the open literature. However, studies on the topological optimization of the web opening and location are rather lacking. Therefore, this study fills this gap, by applying a new structure for the first time to the beams with a higher strength and lower displacement values than widely used beams which can be manufacturing by castellation.

One of these few studies is the evolutionary structure optimization that Lagaros at all conducted. The purpose of this work was to optimize the design of 3D steel structures with I-section beams. The optimization problem has been formulated as a combined sizing, shape and topology optimization

problem. While the number and size of the web opened of the beams constitute the topology and shape design variables respectively, the cross-sectional dimensions of the columns and beams constitute the sizing design variables (Hosain and Spiers, 1970)

An alternative approach is the perforated beam optimization by using harmonic optimization, which was used in one of Erdal at all studies. The design problem of perforated beam is formulated as the optimum design problem. Harmony search and particle swarm optimization methods are used to solve the design problem. The design algorithms based on these two techniques select the optimum region of a cellular beam subjected to general loading to be used in producing the optimum web opened dimension and the optimum number of holes in the cellular crossover. This choice was made as design constraints were provided and the perforated beam was made to have the lowest weight (Erdal, Doğan and Saka, 2011)

Then Kingman proposed a beam web opened design based on the results of topology optimization on standard I profiles. The nonlinear finite element analysis technique is used to determine the load carrying performance of the optimized beam compared to conventional cellular beams. The optimized beam has been found to perform well in terms of load bearing capacities and stress intensity. The obstacles against the implementation of the topology optimization technique for the routine design of the beam web opened are emphasized. In detail, a parametric topology optimization study was performed to determine the optimal opening topology for large diameter beam sections which were found in practice. Thereafter, an optimal web opened configuration is proposed which was generalized on the results of the parametric study. With this optimal web opened configuration, a shape optimization study is expected to be needed to maximize the efficiency of the beams (Kingman vd, 2013)

In 2015, Travidaridis at all focused on the application of the structural topology optimization technique to design the perforated I profile as an intervention to replace traditional castellated beams containing the elliptical sparse and finite element model, and to better understand the related mechanisms when subjected to bending and shearing movements. Based on the results of parametric studies, optimal network latency configuration is recommended. A finite element analysis is used to determine the performance of the optimized beam compared to the traditional commonly used castellated beam. It has been found that the optimized beam exceeds load carrying capacities, deformations and tensile strengths. The obstacles against the application of the topology optimization technique for the routine design of the beam mesh have been emphasized (Tsavdaridis vd, 2015)

In 2017 Çiftçioğlu weight optimization of steel frames with cellular beams are carried out. Besides, the behavior of optimum structural system under external loads was investigated by use of finite element analysis (Çiftçioğlu, 2017)

In this study a new perforated beam was designed with optimum web opening geometry and dimensions, with a higher weight-bearing ratio, and easy to manufacture with a low cost. The stress and displacement analysis for the perforated beam were obtained as a result of this study will be conducted in the Ansys computer software by using through finite elements method, and then the results will be compared to the analysis results of widely used perforated beams in the market.

### 3. MATERIALS AND METHOD

#### 3.1. Materials and Dimensions

An I sectioned of St 37 steel (200×100×3000 mm) was selected as a target material. I shaped profile has been used as the work piece in the whole work (ozcedemir, access date: 24,19.2021). Approximately 3 meter spans have been selected as the profile width. The reason for the approximation of the spans is that slight variations are observed in the beams of different types depending on the web opened and the shape. For example, while the spans of standard I-profile in this study is 3 meters, the spans of the cellular beam manufactured from IPE200 is 3.156 meters.

The optimization method used in this study is the finite elements method as Sigmund and Peterson have announced (Sigmund and Petersson). Commonly used solid isotropic material Penalization technique has been applied as well in order to facilitate the solution of the optimization problem (Rozvavy, 2009)

#### 3.2. Modeling of Materials

All the work pieces in this study are modeled as 3d solid with 6 DOFs, because the computer analyze results for the work pieces modeled as 2d Shell with 3 DOFs might give inconsistent results with actual experiments as can be seen in the Vierendeel effect example (Kerdal and Nethercot, 1984) Also buckling phenomenon is one of the most important issues in steel members due to their slender systems. In general, I-shaped beams under load inside the plane, are prone to local and lateral torsional buckling, depending on the web slenderness, flange slenderness as well as overall slenderness of the beam (Hosseinpour and Sharifi, 2021)

Finite elements method based Ansys mechanical computer software has been used in modeling the IPE profile to which topological optimization will be applied. Creation of all the nodes and elements which form the mesh has not been left to the software and has been done manually. For the hoods, the elements constituting the mesh are  $47.2 \times 5 \times 5$  mm. The meshing was manually done by using  $5 \times 5 \times 5$  mm elements in the body of IPE 200 profile. The reason for this being done manually is that in the evolutionary topological optimization applied, it is necessary to know each element's address.

In this case, 13 holes calculated by the following equation were modeled on the workpiece in order to apply evolutionary optimization. In other words, the border value is added.

$$e = \left( \frac{L - (n_{\text{total}} \cdot 2 \cdot b)}{2 \cdot n_{\text{total}}} \right) \quad (1)$$

Where (L) is castellated Steel I beam span, (b) and (e) are size of hole's parameter and (n\_total) is the number of holes on work piece.

In the comparative analysis between the optimal perforated beam obtained and the other perforated beams used in the market, finite elements method based Ansys workbench has been used and meshing measuring was done by automatically entering 5mm limit.

### 3.3. Optimization Algorithm

The optimization algorithm used in this study is based on stress values (Eq. 2). The strength applied to IPE 200 profile is calculated as:

$$\sigma = \frac{M(h/2)}{I} \quad (2)$$

Where,  $I$  represents the moment of inertia,  $h/2$  represents the distance from center of mass to the head surface which where the stress reaches the highest value and  $M$  represents the bending moment. Using this equation, force is applied on the work piece to allow the yield stress to be observed.

After calculating the maximum tensile and compressive stresses for each element by using the computer, it is required to take the absolute values of these stress measurements because it provides simplicity while making calculations with the limit values.

$$\sigma_* \left( \begin{array}{c} \\ \\ \end{array} \right) \sigma_t < F_1 \wedge \sigma_c < F_1 \quad (3)$$

If these three statements (Eq. 3) are satisfied, the element is deleted, and the loop starts again.

Thus, the optimization problem subjected to stress constraint is defined as:

$$\begin{aligned} \text{Minimize: } C &= \mathbf{q}^T \mathbf{K} \mathbf{q} \\ \text{Subject to } \mathbf{Q}^* - \sum_{i=1}^N \mathbf{Q}_i x_i &= \mathbf{0} \end{aligned} \quad (4)$$

Where is  $C$  the mean compliance,  $q$  is stress vectors,  $K$  is the global stiffness matrix and  $Q_i$  is the element stress,  $Q^*$  is the endorsed total beam stress, and  $N$  is the number of total elements. In additionally,  $x_i$  indicates binary element variable that is equal to 0 in case of absence or 1 in case of presence of an element. The constraint functions are as shown below.

$$\mathbf{g}_1 = \mathbf{M}_u - \mathbf{M}_p = \mathbf{0} \quad (5)$$

In order to ensure the safe bending capacity of the beam, the applied moment value ( $(M_u)$ ) under load should not exceed the plastic moment ( $(M_p)$ ) capacity as shown in the  $g_1$  constraint function mentioned above.

The following  $g_2$  constraint function defines that the shear force ( $(V_{smax})$ ) generated on the supports should be less than the acceptable shear force ( $(P_s)$ ).



$$g_2 = V_{smax} - |P_s| < 0 \quad (6)$$

The  $g_3$  constraint function states that the shear force ( $V_{0max}$ ) calculated at the web opening should be smaller than the allowable vertical shear force ( $P_{vy}$ ).

$$g_3 = V_{0max} - P_{vy} \leq 0 \quad (7)$$

The  $g_4$  constraint function states that the calculated horizontal shear force ( $V_{hmax}$ ) should be smaller than the allowable horizontal shear force ( $P_{yh}$ ).

$$g_4 = V_{hmax} - P_{yh} \leq 0 \quad (8)$$

The  $g_5$  constraint function states that the maximum moment value ( $M_w$ ) occurring in any section should be less than the safe body moment ( $M_{max}$ ).

$$g_5 = M_w - M_{max} \leq 0 \quad (9)$$

The  $g_6$  constraint function shows the relationship between the external force ( $P_0$ ) and external moment ( $M$ ) applied to the section body, and the plastic moment capacity ( $M_p$ ) and force capacity ( $P_u$ ).

$$g_6 = \frac{P_0}{P_u} + \frac{M}{M_p} - 1 \leq 0 \quad (10)$$

The  $g_7$  constraint function shows the relationship between the applied axial load ( $P_u$ ) and the applied moment ( $M_u$ ) and the axial load capacity ( $P_n$ ) and moment capacity ( $M_n$ ).  $\phi$  is the reduction coefficient.

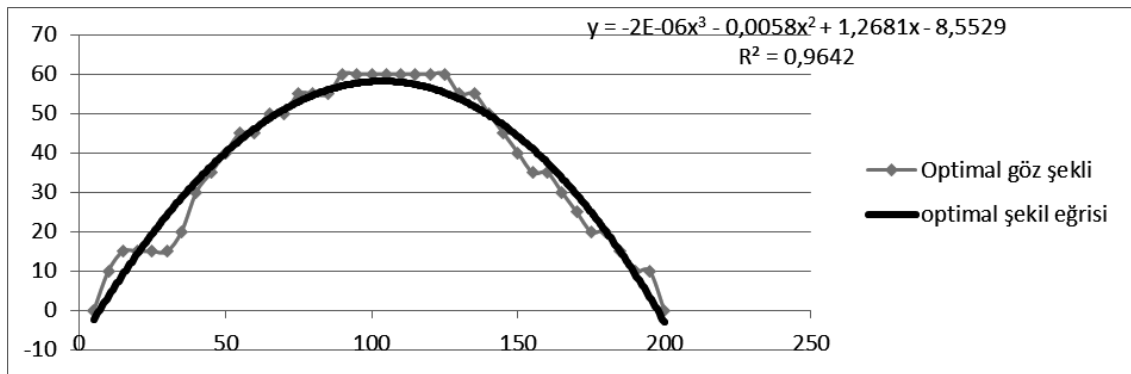
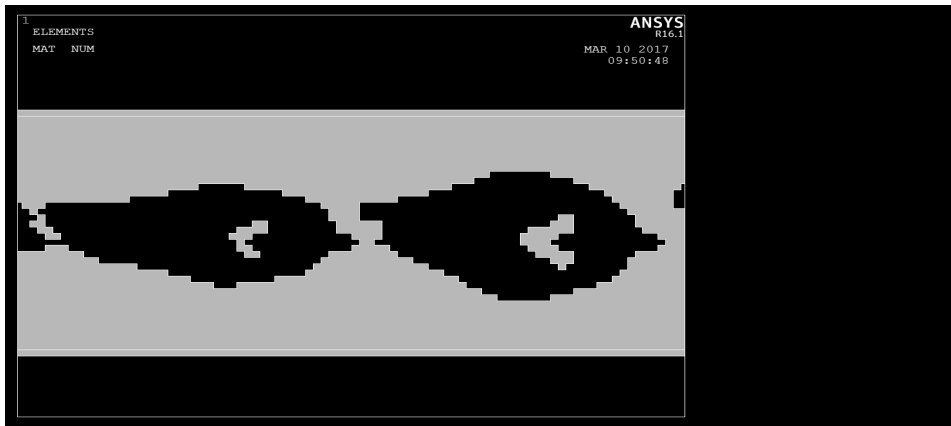
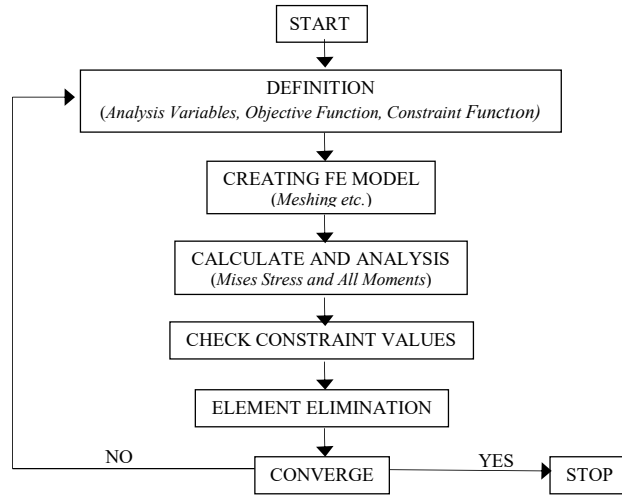
$$g_7 = \left( \frac{P_u}{2\phi P_n} \right) + \left( \frac{M_u}{2\phi M_n} \right) - 1 \leq 0; \quad \frac{P_u}{\phi P_n} \leq 0.2 \quad (11)$$

The following equations can be written for cellular beams, ignoring the effect of applied load and considering the vertical stability and the rate of change of bending moment.

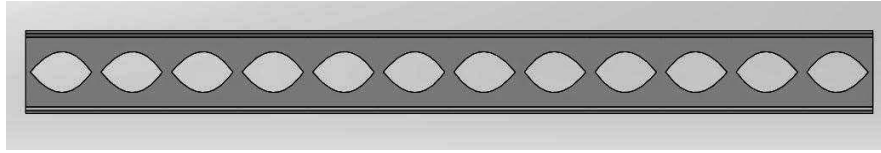
$$\begin{aligned} V_{i+1} &= V_i \\ M_i &= T_i \times (H_s - 2x_0) \\ V_{i+1} &= \frac{dM}{dx} = \frac{M_{i+1} - M_i}{S} = (T_{i+1} - T_i) \times \frac{(H_s - 2x_0)}{S} \end{aligned} \quad (12)$$

horizontal equilibrium is;

$$V_h = T_{i+1} - T_i = V_{i+1} \frac{S}{H_s - 2x_0} \quad (13)$$



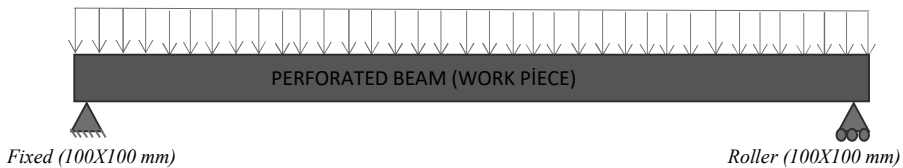
Stress calculations were made between L/3 and L/4, therefore the optimal eye shape corresponding to this range will be taken as reference [26]. In order to determine the equation of the curves (which form the reference shape) by using curve fitting method, the shape is moved to the coordinate plane. The equation of the curve which forms the shape with  $R^2=9642$  accuracy is calculated by using MS Excel program and then it is modeled again on the computer. (Figure 4-6) Thus the optimal castellated beam is obtained



**Figure 6.** Castellated beam with optimal eye clearance and shape

**4. COMPARISON OF WIDELY USED PERFORATED BEAMS AND OPTIMUM PERFORATED BEAM**

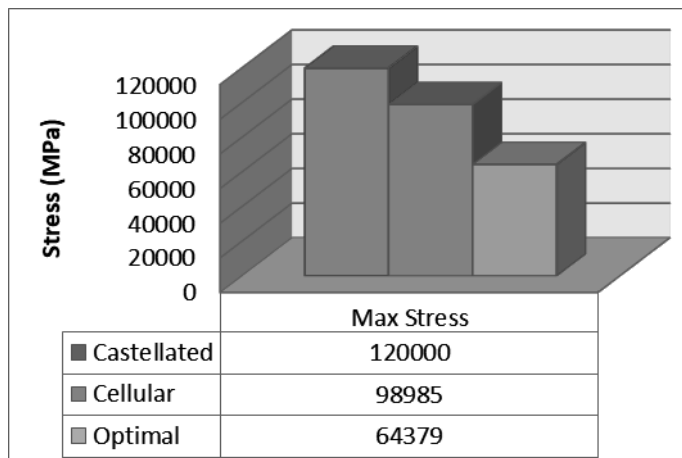
The analysis, whose results are evaluated, is as follows (Figure 7) for all perforated beams.



**Figure 7.** Analysis experimental design model for al perforated beams.

The simplest method for castellated beam analysis is the basic bending theory which takes the reduced web section into account when calculating the stress and deflection in beams.

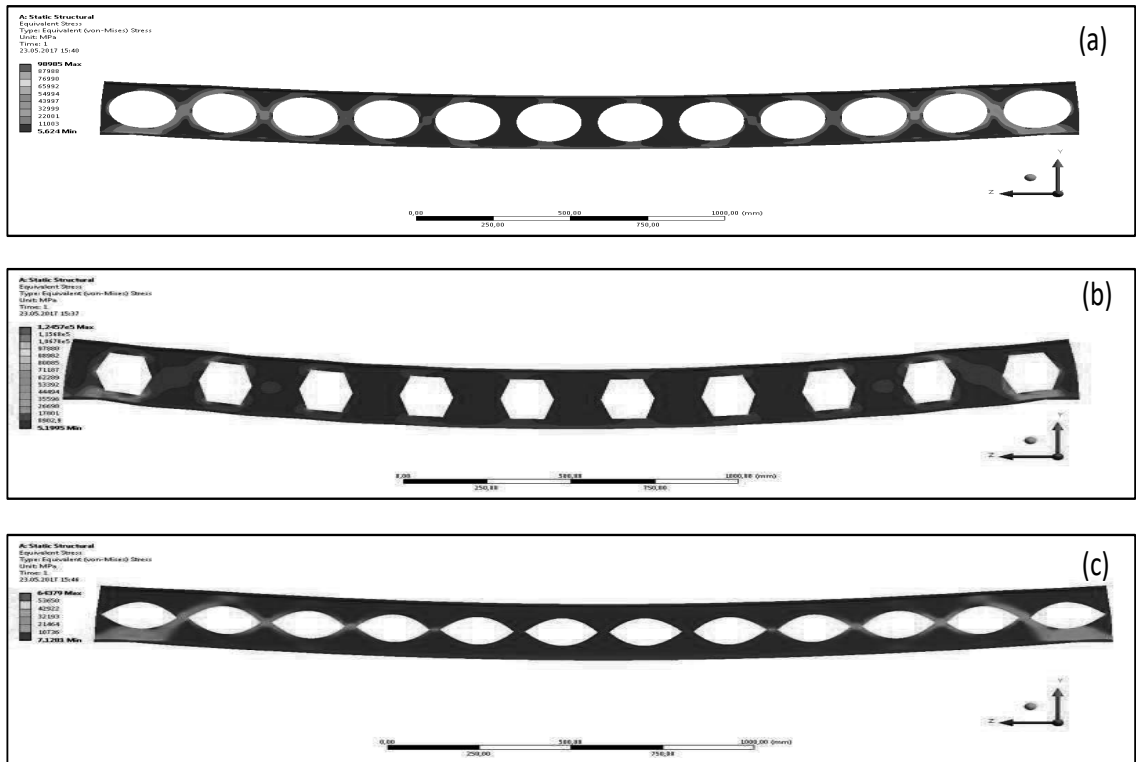
The results calculated with this method may deviate significantly from the actual value due to the fact that it neglects local twist in the T-section. Vierendeel analysis is another widely used method. In this method, stress values due to local bending at shearing force in the T-section are also taken into consideration in addition to the stretching values due to bending [2]. In total, 3 types of castellated beams were analyzed for this comparison. And each beam is loaded up to the limit of yield. These are the beam with a circular web opened –cellular beams, the beam with a hexagonal web opened –castellated beams, and finally the perforated beam with optimal web opened which we have obtained. As can be seen in the graph below, (Figure 8) the obtained optimal beam has the lowest internal stress value among these three.



**Figure 8.** Von Mises stress levels for cellular, castellated and topology optimized beams at yield load

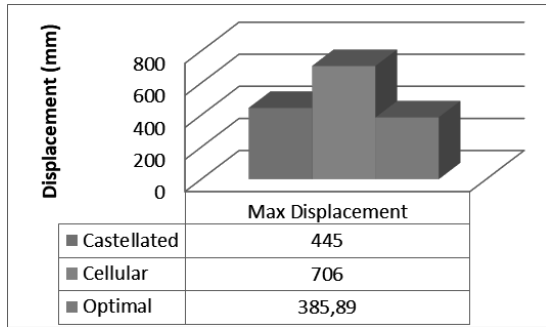
As is known, shear fracture is a brittle fracture type which is bluntly inconvenient. For this reason, in this study, it is aimed to develop design methods that will prevent crunching of perforated beams. The aim of the study is to produce perforated beams that reach the bending load before the shear strength and exhibit sufficiently ductile behavior. For this, it is thought that by changing the shape and numbers of the web opened on the beam, the stresses can be prevented from spreading by spreading over several holes instead of one. For both investigated beams at yield loading level, Von Mises strain is generally more uniform in stress distribution with some high localized stress concentrations in the beam optimized for openings due to the angles resulting from the openings. In contrast, stresses in the cellular tends to significantly increase in support and therefore in connection. The stresses of both investigated beams loaded at the yield limit show that the stress distribution is generally more uniform, despite some high localized (Figure 9) stress concentrations in the optimized beam due to the angles resulting from the openings. In contrast, stresses in the cellular tends to significantly increase in support and therefore in connection.

When we look at the displacement values, the castellated beam with web opened has better resistant results (Figure 10) in both vertical displacement and horizontal displacement with Vierendeel effect.

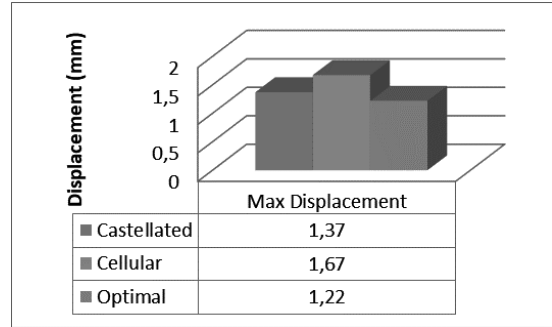


**Figure 9.** Von Mises stress plots for cellular (a), castellated (b) and topology optimized beams (c) at yield load

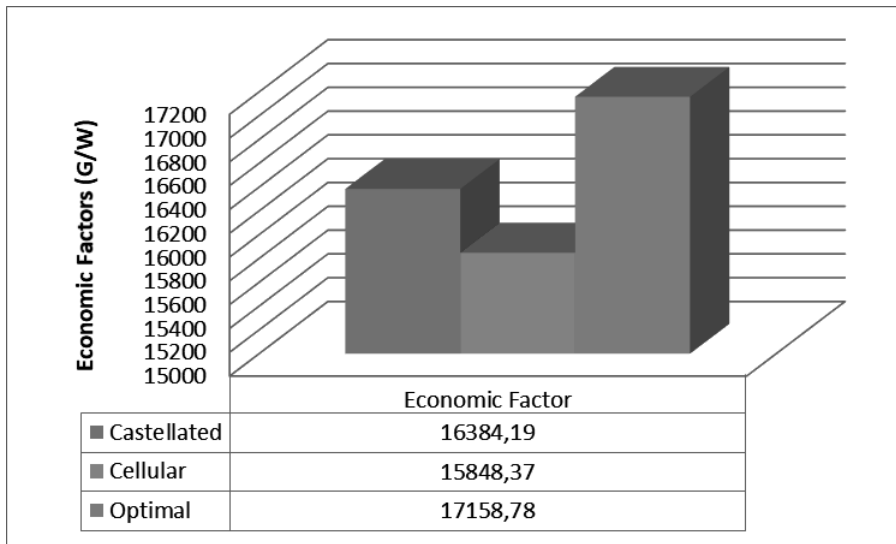
The last comparison subject is economy, in other words load bearing capacity per unit weight. As clearly seen, (Figure 11) the optimal beam has the highest economic value. Nowadays, the most important factor is the production cost since it determines the market share.



**Figure 10(a).** Displacement occurring in the horizontal axis (Vierendeel effect)



**Figure 10(b).** Displacement occurring in the vertical axis



**Figure 11.** Comparison of Perforated beams based on economic factors

## 5. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the problem of optimal sizing for perforated beams in order to have the optimal web opened has been solved under the geometric and behavioral constraints such as where (approximately) should the web opened be.

Evolutionary optimization algorithm among topological optimization methods has been used in order to obtain the minimum weight of the optimization problem and the most optimal measures.

Comparison of the results has revealed that the obtained perforated beam with optimal web opened has performed better than other widely used beams in terms of load capacity, displacements under load and internal stresses that occur under load.

In addition, it has been seen that the load capacity that the beam can carry per its weight has also increased, so that it provides a better economic factor for the structures it will be used in.

## REFERENCES

**Belegundu, A. D., and T. R. Chandrupatla.** (2019). Optimization concepts and applications in engineering. Cambridge University Press.

**Çiftçioğlu, A.** Optimum design of steel frames with cellular beams Phd. Thesis 2017, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp> (no: 474138)

**Erdal, F., E. Doğan. and M. P. Saka.** (2011). Optimum design of cellular beams using harmony search and particle swarm optimizers. *Journal of Constructional Steel Research*, 67(2), 237-247.

**Eschenauer, H. A., V. V.Kobelev. and A. Schumacher.** (1994). Bubble method for topology and shape optimization of structures. *Structural optimization*, 8(1), 42-51.

**Hosain, M. U., and W. G. Spiers.** (1970). Experiments on castellated steel beams. Saskatoon, Canada: Department of Civil Engineering, University of Saskatchewan.

**Hosseinpour, M., and Y. Sharifi.** (2021, February). Finite element modelling of castellated steel beams under lateral-distortional buckling mode. In *Structures* (Vol. 29, pp. 1507-1521).

[http://www.ozcedemir.com.tr/ipe\\_avrupa\\_i\\_profil\\_kirisler-s29.html](http://www.ozcedemir.com.tr/ipe_avrupa_i_profil_kirisler-s29.html) Access date:24/10/2021

**Kalaycıgil, M.,** Behaviours of castellated beams and desing factors Master Thesis 2007, Page:26 <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp> (no: 177659)

**Kerdal, D., and D. A. Nethercot.** (1984). Failure modes for castellated beams. *Journal of constructional steel research*, 4(4), 295-315.

**Kingman, J. J., K. D. Tsavdaridis. and V. V. Toropov.** (2013). The Application of Topology Optimisation to the Design of Steel I-Section Beam Web Openings. In *The 14th International Conference of Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*

**Knowles P.R.** Castellated beams. *Proceedings of the institution of civil engineers*, 1991;90:521–36.

**Lagaros, N. D., M. Fragiadakis, M. Papadrakakis. and Y. Tsompanakis.** (2006). Structural optimization: A tool for evaluating seismic design procedures. *Engineering structures*, 28(12), 1623-1633.

- Lagaros, N. D., L. D. Psarras, M. Papadrakakis. and G. Panagiotou.** (2008). Optimum design of steel structures with web openings. *Engineering structures*, 30(9), 2528-2537.
- Norato, J. A., M. P. Bendsøe, R. B. Haber. and D.A Tortorelli.** (2007). A topological derivative method for topology optimization. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 33(4-5), 375-386.
- Redwood, R. G.,** (1969). The strength of steel beams with unreinforced web holes. *Civil engineering and public works review*, 64(755), 559-562.
- Rostami, S. A. L., A. Kolahdooz. and J. Zhang.** (2021). Robust topology optimization under material and loading uncertainties using an evolutionary structural extended finite element method. *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 133, 61-70.
- Rozvany, G. I.** (2009). A critical review of established methods of structural topology optimization. *Structural and multidisciplinary optimization*, 37(3), 217-237.
- Sharifi, Y., A. Moghbeli, M. Hosseinpour, and H. Sharifi.** (2020). Study of neural network models for the ultimate capacities of cellular steel beams. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 44(2), 579-589.
- Sigmund, O., and J. Petersson.** (1998). Numerical instabilities in topology optimization: a survey on procedures dealing with checkerboards, mesh-dependencies and local minima. *Structural optimization*, 16(1), 68-75.
- Srimani, S. S., and P. K. Das.** (1978). Finite element analysis of castellated beams. *Computers & structures*, 9(2), 169-174.
- Tsavidaridis, K. D., J. J. Kingman. and V.V. Toropov.** (2015). Application of structural topology optimisation to perforated steel beams. *Computers & structures*, 158, 108-123.
- Wang, M. Y., X. Wang and D. Guo.** (2003). A level set method for structural topology optimization. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, 192(1-2), 227-246.
- Ward, J. K.** (1990). Design of composite and non-composite cellular beams., Steel Construction Institute.
- Weidlich, C. M., E.D. Sotelino. and D.C. Cardoso.** (2021). An application of the direct strength method to the design of castellated beams subject to flexure. *Engineering Structures*, 243, 112646.
- Xie, Y. M., and G. P. Steven.** (1993). A simple evolutionary procedure for structural optimization. *Computers & structures*, 49(5), 885-896.





## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

PRE-PROCESSING TECHNIQUES FOR MOVIE REVIEW SENTIMENT ANALYSIS:  
A COMPARATIVE STUDY FOR BEST FEATURE SET DETERMINATION

Sohayla E. ALY

Department Information Technology, Altınbaş University, İstanbul, Turkey,  
Sohayla.elsayed234@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1033-4461

Oğuz BAYAT

Department of Software Engineering, Altınbaş University, İstanbul, Turkey  
oguz.bayat@altinbas.edu.tr RCID: 0000-0001-5988-8882

Adil D. DURU

Department of Coaching Education, Marmara University, İstanbul, Turkey  
deniz.duru@marmara.edu.tr ORCID: 0000-0003-3014-9626

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 12.10.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 03.11.2022

**Abstract**

Sentiment analysis is considered as the process to extract the overall expression, opinions, or feelings from reviews about something such as products, services, or movies. A pre-processing is considered as a crucial phase in sentiment analysis for text mining because it allows us to analyse the reviews according to its intended meaning by removing all of the appendages which are the words that do not affect the semantic from sentences. And therefore, the number of features will decrease and thus accuracy will increase. Accordingly, we have decided to evaluate our experiment in identifying the best influencing technique of pre-processing for several features through making a comparison between the features and by combining them together to reach the best result based on features number for each pre-processing technique and classification accuracy. this comparison was done by using three algorithms for classification SVM, NB and DT after applying tools for feature selection and feature extraction with three techniques for tokenization. We concluded that there are some of these techniques that have a negative effect like lemmatization and the part of them is not due to any difference, other, which is a little part, have an effect

**Keyword:** Sentiment analysis, Pre-processing Techniques, Machine Learning Approach. Feature Selection.

## FİLM DUYGU ANALİZİ İÇİN ÖN İŞLEME TEKNİKLERİ: EN İYİ ÖZELLİK SETİNİ BELİRLEMEK İÇİN KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

### Özet

Duygu analizi, ürünler, hizmetler veya filmler gibi bir şey hakkındaki incelemelerden genel ifade, görüş veya duyguları çıkarma süreci olarak kabul edilir. Bir ön işleme, metin madenciliği için duygu analizinde çok önemli bir aşama olarak kabul edilir, çünkü semantiği etkilemeyen kelimelerin tüm eklerini cümlelerden çıkararak yorumları amaçlanan anlamına göre analiz etmemize izin verir. Bu nedenle öznitelik sayısı azalacak ve dolayısıyla doğruluk artacaktır. Buna göre, her bir ön işleme tekniği için özellik numarasına dayalı olarak en iyi sonuca ulaşmak, özellikler arasında bir karşılaştırma yaparak ve bunları bir araya getirerek birkaç özellik için en iyi ön işleme tekniğini belirlenilmiştir. Bu karşılaştırma, üç tokenleştirme tekniği ile özellik seçimi ve özellik çıkarımı için araçlar uygulandıktan sonra sınıflandırma için üç algoritma (SVM, NB ve DT) kullanılarak yapıldı. Bu tekniklerden lemmatizasyon gibi olumsuz etkisi olan bazılarının olduğu ve bunların bir kısmının herhangi bir farklılıktan kaynaklanmadığı, küçük bir kısmının etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelime:** Duyarlılık analizi, Ön İşleme Teknikleri, Makine Öğrenimi Yaklaşımı. Öznitelik Seçimi.

### 1. INTRODUCTION

Over the last period of time, sentiment analysis became the most important process in blogs and microblogging for finding information that indicates user's opinions about a product or a service. But comments are not truthful all the time. According to [Boschetti vd.], the noise can reach 40 % as a total percentage in a dataset, meaning that data does not contain any useful data for the analysis. Actually, it is considered as an unstructured data on the Internet —especially in our case on Movies Review— which have the most amounts of noise. User probably make mistakes on spelling and use some abbreviations and slag. But usually it is not essential for all terms to contain benefit or a meaning, so sometimes can be ignored or replaced it to get more accuracy.

There are some studies denoting the effective role of pre-processing technique that contains two phases. The first phase is data cleansing phase which includes some tasks such as removing URL and removing punctuation and usernames, the second phase is considered as processing phase and sometimes is considered as transformation phase for text and this phase includes tasks like lemmatizing, normalization, stop words removal, and stemming in order to prepare the texts which was to be classified. pre-processing step is possible lead to weakness in the total meaning of the sentence e.g. more of exclamation mark(!!!!) refer to surprise or suddenly according to [1] in this case the meaning indicate to strong emotion and during remove it is possible that it affected in the general meaning of the sentence so the accuracy is to be reduction.

The aims in this study benchmark to collect frequent pre-processing techniques from studies have been recover before accordingly (Symeonidis, Efffrosynidis and Arampatzis) and compare some steps of pre-processing with others and concatenate them together to examine them to test and find their influence on the number of features and test the accuracy of sentiment classification to reach the best way to get the least number of feature and the highest accuracy. We performed our experiment by different steps

involving feature extraction, feature selection and classification. Feature selection depends on a bag of word that were tokenized with three different types of split technique such as bigram, unigram and trigram in which term frequency and inversed document frequency ( $tf*idf$ ) methods are being used, as a way to convert each document to a vector that contains the weight for each feature in the document. The selected features are chosen according to the most used features in domain for Information Retrieval.

Feature extraction contain three category which are: filter, wrapper, and embedded methods based on (Parlar and Ozel) we apply Filter methods depending on statistical measures such as Chi square .

The final step of sentiment analysis text classification to determine the polarities of the reviewed document. Machine learning is one of the most commonly approaches which used in sentiment classification. Beside lexicon based and linguistic method (Pang and Lee), The most common algorithms in machine learning are Naïve Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM) and decision Tree (DT). Sentiment classification depends on the classification model that was learned from the training.

In conclusion, our work aims to obtain the most suitable technique for sentiment analysis to reach to the best way to reduce the number of feature and that give high accuracy

This paper is planned as follows. Section II is a previous work on pre-processing techniques, Section III denotes the common pre-processing technique, Section IV explains methodology that was used in the study of sentiment analysis, in this section we discussed some of the technique such as feature extraction and feature selection methods in sentiment analysis .Section V offers and discusses our experiment results. Finally, it provides our conclusions with the suggestions for future work.

## RELATED WORK

There are some various studies that have covered the pre-processing methods and had proposed in literature the extraction of unstructured data from text.

Some of them worked on pre-processing techniques separately and examined their impacts on accuracy, however there were no focus on examining the impacts of the techniques when concatenating them together.

In (Krouska, Trousas, Viryou), some of the pre-processing techniques were applied on three different dataset in twitter and determined the performance for each dataset by using four different classification algorithms which are (NB, SVM, KNN, C4.5) to evaluate their impacts on classification accuracy, Afterword they determined the effect of pre-processing on classification for twitter dataset. In their experiment they tried to improve the accuracy so they applied feature selection technique and display their work as bag of word (Bow) by using N Gram Tokenization to compare word (unigram, bigram, trigram) and applied some of selection attribute. Finally, they reached that the sentiment analysis accuracy was improved and the performance of unigram and trigram became better compared to the other representations results and feature extraction improved the classification accuracy in comparison with using all created

attributes. The weakness in this study was that their work did not go deeper in studying the best choice of algorithm to feature extraction such as Infogain and Chi square.

The orientation of this paper (Haddi, Liu, Shi) is to be about how to reduce the noise from the online texts so we can apply some role of pre-processing techniques to prepare the text for classification. On two datasets which are about movie reviews, pre-process steps have been split into three processes, the first one denotes to data cleansing and processing which contains several steps such as space removal, replace abbreviation, stemming, stop words removal and negation handling. The second one was transformation such as feature selection which was implemented by using tf-idf technique. The third and the last process is called filtering in which some functions were applied to select the effective features in text such as chi-squared that was used to remove irrelevant features and finally we reach that chi-squared improved the classification accuracy. They also used an SVM classifier to denote to improve the classifier's performance.

According to (Boschetti vd.) They display 15 pre-processing techniques and make a comparison between them to examine each in them how can effect on number of features and accuracy. They apply it in Twitter datasets. And employed with three machine learning algorithms such as Linear SVC, Naïve Bayes and Logistic Regression. In conclusion they reach to that there were some of them affect as positivity such as stemming and remove number and replace repetition of punctuation, and some of them affect as negativity such as spelling correction and negation handling. So, we take this paper as a big reference for us but we addition some of technique to improvement the sentime classification such as feature selection like tf-idf and feature extraction to reduction the dimensionality of matrix

They apply some of Pre-processing techniques that are stopword removal, lowercase conversion, and stemming to know their impact on various of aspect such as classification accuracy, text domain, text language, and dimension reduction were also explored by (Uysal and Gunal). They applied their experiment on two domain such as e-mails and news with two language Turkish and English. And evaluated it with micro-F1 score by using SVM classifier. They show that the researcher must tend to try all possible combination to reach to the best result of accuracy

## 2. FREQUENT TECHNIQUES OF PRE-PROCESSING

The 8 pre-processing steps which were applied will be defined in detail. Their arrangement in the implementation is very important so we are going to present them by the recommended order. We will display it briefly to explain some information about each technique such as the benefit of applying the technique and we will give examples for each one and we will mention related situations that used it before and the correct arrangement that it must be in.

### 2.1. Remove Url and User mention

On social online text, most sentences contain a URL but specially in movie's review it is rare, but we remove it because it doesn't indicate any sentiment if there are any in the review.

When a user mention an actor name, film name and/or a hashtag symbol it does not add any addition or change in the meaning of the sentence because it does not denote any emotions or sentiments, Although it does not express any sentiment, it is sometimes used to know what the subject of a text is about, is it a person , a place or an event, for example, @earthquake, @Obama. Some research prefer to replace user-mention with tags "AT\_USER" as, e.g [15] ,but this case is far from our study. In our work, we remove the URL tag if found and we also removed user mention and hashtag symbols. This technique is almost use in all of the texts. So, it should be done before any other technique.

## 2.2. Replace Abbreviation

Recently, the use of blogs or microblogs have become more common that it has led to a lot of unstructured data and their writing contain a great deal of abbreviation. As this abbreviation are frequently used to refer to sentence or phrases. Therefore, it must be replaced to understand its meaning correctly. We manually used a list that contains 1539 words and phrases, and all of them have their replacements. We present Some examples like "BTW", "CYA" and "LYLC", some of them indicate to sentiment like "LYLC" refer to "love you like crazy"

And the other are neutral so that "BTW" refer to "by the way" and "CYA" meaning "see you". So this step must be applied first before removing any noise data . This study [10] used this technique for Sentiment classification and analysis

## 2.3. Remove Stopword

Stopwords are works on words with high frequencies in sentences like (of, is are). In our case, we used movie review as dataset so it was possible that we would see "movie" word very frequently, therefore, in our case we considered "movie" word as a Stopword.

we considered it unnecessary to examine them, because they don't contain a lot of valuable data for Sentiment classification. therefore, it is better to remove them to reduce the number of features. the usual stopwords provided by [11]

## 2.4. Stemming

it is the used method to remove the ending of a word with the purpose of spotting their root form or stem. Because of this the dimensionality will be reduced by merging many similar words with each other. In our work use porter stemmer that was provided by [12] as a method that usually produces good results.

For example: stemming for root word "like" includes: (likes, liked, liking)

## 2.5. Lemmatizing

Another method to reduce the number of features was to analyze a word and remove its ending. Accordingly, producing its base form or lemma as it is found in the dictionary. Lemmatization is also a method of integrating many words into one. In our work the wordNetLemmatizer is used

For example: 'Caring' -> lemmatization -> care

## 2.6. Replacing repetition of punctuation

We have identified three punctuation signs, which are the exclamation marks, question marks and stop marks. The presence of these sign indicates extreme emotions and has an effect on the total meaning of a sentence. So, in our work we replaced those marks with its the suitable expressions. for example, exclamation marks “!!!” were replace with the word “shocked”. Whereas, possible it may denote negative or positive emotion depending on the sentence meaning, also question marks “???” sometimes expresses negative emotions. This technique must be applied before removing punctuation technique. In study of [14], this technique is used to organize the language and simplify the vocabulary to represent feeling.

## 2.7. Remove punctuation

One of the most used symbols as it is used to split the document into sentence or phrases. So, in NLP, the punctuation-removal considered as the most important step in pre-processing step. Therefore, we preferred to remove it because it does not refer to any sentiment, for example: How we will arrive to the garden? In this example the punctuation doesn't carry any expression or emotion so in our work we remove it as a way of data cleansing.

## 3. MOTHODOLGY:

We implemented our experiment on movie review which have been published in1. it consists of the labels which divided to positive, and negative. We chose to examine the comparison between some pre-processing steps to study their impact on the number of feature and classification accuracy by implementing tf-idf and chi-squared to extract and select the features and we used three different classification algorithms. with the predefined classes of positive, negative.

### 3.1. Pre-processing technique

**Table 1:** Applied technique for pre-processing

Technique 1	Without pre-processing
Technique 2	Data cleansing (remove URL, remove punctuation, and remove user-mention)
Technique 3	Data cleansing, Stemming, Stopword Removal
Technique 4	Data cleansing, Stemming, Stopword Removal, Replace abbreviation and repeat punctuation
Technique 5	Data cleansing, Lemmatizing, Stopword Removal, Replace abbreviation and repeat punctuation
Technique 6	Data cleansing, Stemming, Replace abbreviation and repeat punctuation

### 3.2. Movie review data set

This corpus benchmark to movie review. which contains 2000 reviews: divided into 1000 positive and 1000 negative review. it used in [16]

### 3.3. Tokenization

As an preliminary stage in pre-processing, most of the researches consider applying tokenization , e.g. (Krouska, Troussas, Viryou)

Tokenization by (Basile vd) is a task which split the sentence to words, based on the technique that was used if it was to be unigram ,bigram or trigram. (Atkinson, Salas and Figueroa) defined tokenization as a type of lexical test which divided content into words, expressions, or other important components called tokens. Basically, the tokenization process is a usual technique for Natural Language Processing (NLP)

### 3.4. Feature selection and extraction

There are some ways to evaluate the features in a bag-of-words representation. We chose to use Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF.IDF) as a technique for feature selection that was improved in (), it presented by  $TF.IDF = f \log(N/df)$ , where  $f$  is the number of occurrences in the document,  $N$  is the number of documents, and  $df$  is the number of documents that contain this feature (Na vd.), we used Term Co-occurrence (unigrams, bigrams or tri-grams) to recognize the data

Feature extraction: the selection of suitable features to reduce the problem of dimensionality. This can be done by using the following methods:

Based on [19] chi ( $\chi^2$ ) method that achieves a high performance and accuracy,

chi squared ( $\chi^2$ ) statistic is a **test** that measures how expectations compare to actual observational data (or model results).

### 3.5. Algorithms of machine learning approach

Three classification algorithms were applied in our work, were to be as Decision Tree (DT), the Support Vector Machine (SVM) and Naïve Bayes (NB).

#### 3.5.1. Naïve Bayes

The algorithm which consider as simplest algorithm to probability classification. It uses Bayes Theorem to predict the probability that a certain feature set belongs to a particular label.

$$p(\text{label}|\text{features}) = \frac{p(\text{label}) * p(\text{features} | \text{label})}{p(\text{features})} \quad (6)$$

$P(\text{label})$  is the Previous probability of a label.  $P(\text{features} | \text{label})$  is the Previous probability to classify a special feature set as a label.  $P(\text{features})$  is the Previous probability that a given feature set happening.

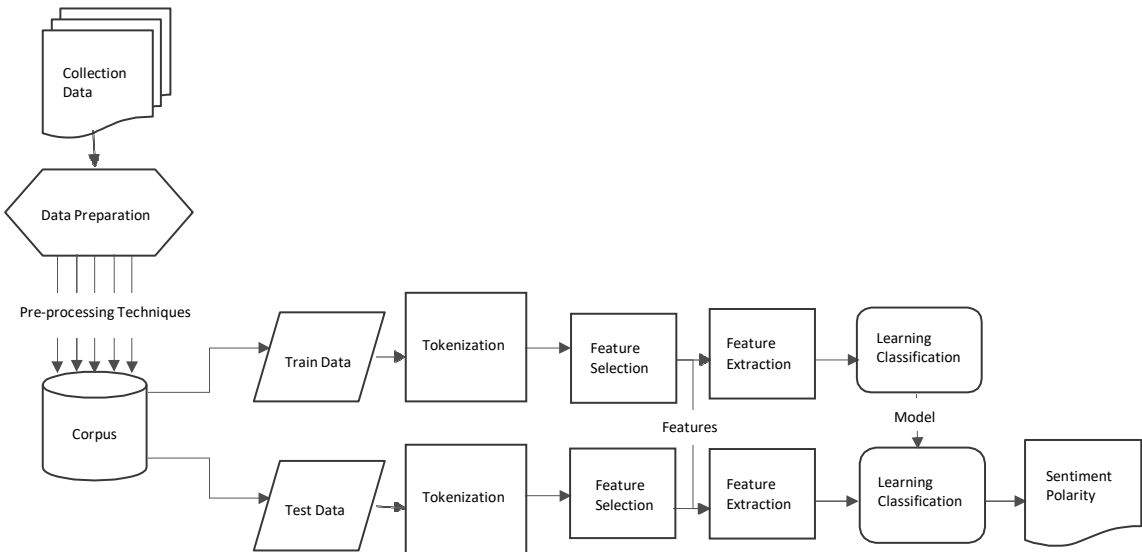
### 3.5.2. Support vector Machine

SVM classification algorithm consider as most popular machine learning algorithms for linearproblem and consider as the simplest and faster algorithm

### 3.5.3. Decision Tree Classification Algorithm

Decision tree may be a graph with branches representing each result that can be reached through a decision. The details created by the call tree model that are human clear, and the call is simply explained.

## 4. FRAMEWORK

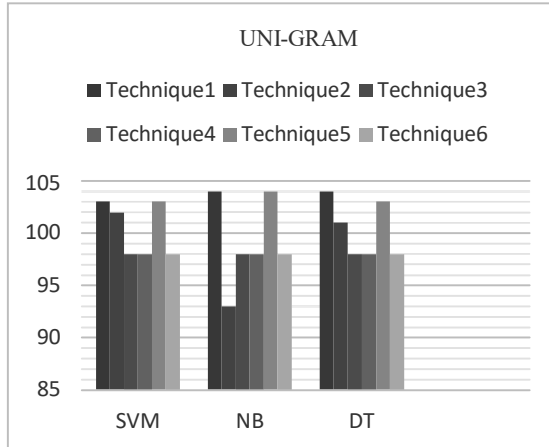


**Figure 1:** Sentiment analysis framework

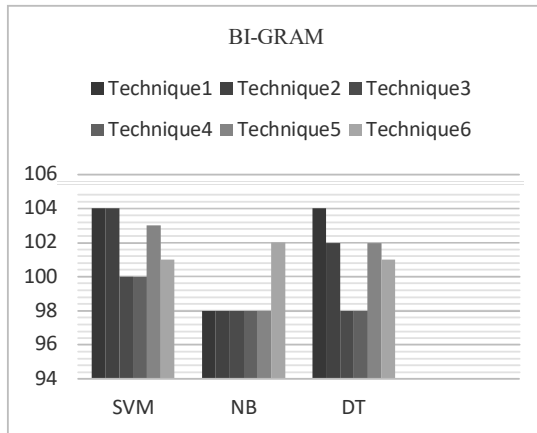
## 5. DISCUSSION AND RESULT

After describing the specific pre-processing techniques that was used, machine learning algorithms and evaluation measures, we present and discuss the results of the experiment on the dataset to see the real impact of text pre-processing steps on number of features and accuracy. Consider Table 1 that shows all techniques of pre-processing which we used. Next, we discuss the best way and worst way. For each algorithm in order to reach the smallest number of features by three type of tokenization is shown in Table 2.

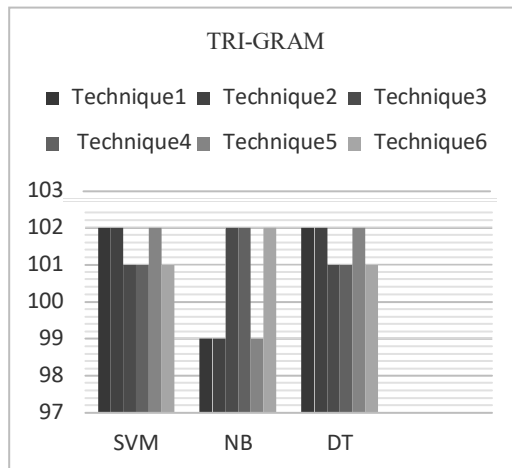




**Figure2:** Comparison the number of features for apply technique by three algorithms with unigram



**Figure3:** Comparison the number of features for apply technique by three algorithms with bigram

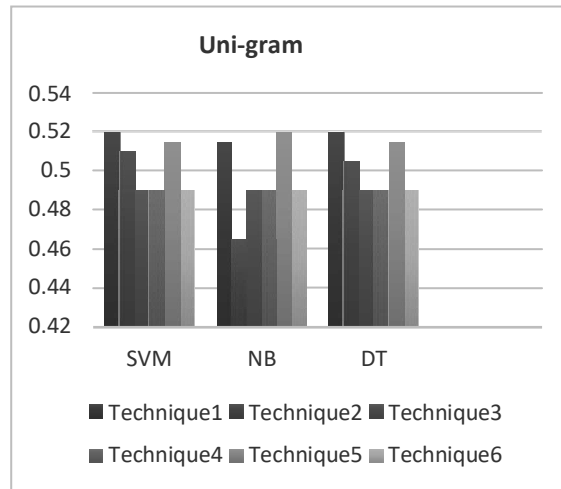


**Figure4:** Comparison the number of features for technique which applied by three algorithms with trigram

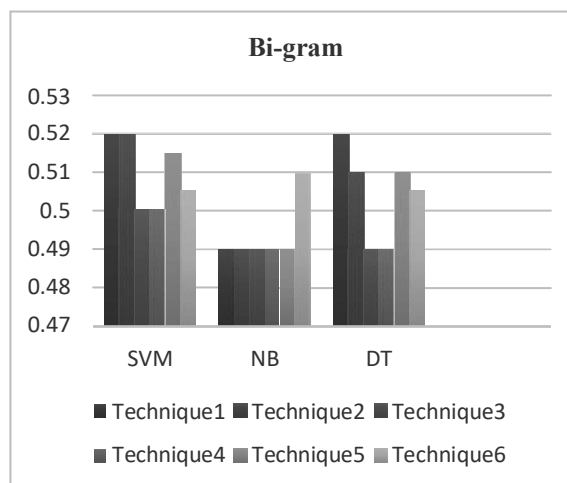
We have concluded that SVM and DT algorithm are closer to each other in their result, using stemming is the better than lemmatizing with this algorithm in order to reach the smallest number of features, as shown by using technique 4 and 5, and stopwords-removal it was affected negatively when removed as shown by using technique 4,6.

**Table 2:** worst and best technique for each algorithm

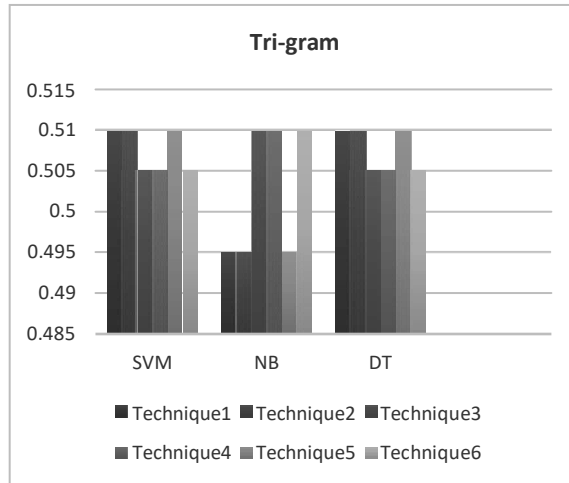
	Worst	Best
SVM	Technique 1,2	Technique 3,4
NB	Technique 6	Technique 2
DT	Technique 1,2	Technique 3,4



**Figure5:** Accuracy percentage for pre-processing techniques which applied in all three machinelearning algorithms by using unigram on movie datasets



**Figure6:** Accuracy percentage for pre-processing techniques which applied in all three machinelearning algorithms by using bigram on movie datasets



**Figure7:** Accuracy percentage for pre-processing techniques which applied in all three machine learning algorithms by using trigram on movie datasets

5 pre-processing techniques for the three-algorithm that was obtainable from Table 1. From our experiment we noticed that there is no significant correlation between accuracy and number of features. technique1 and technique 2 led to increase the number of features with SVM and DT and technique 6 with DT in addition to there are high performance achieved. The techniques that greatly reduce feature such as 3 and 4, provided better results of accuracy.

Next, we discuss the average for f-measure of each of the techniques. These numbers are presented in Table 3.

**Table 3:** F-measure for each technique in three different type of tokenization

	Unigram						Bigram						Trigram					
	Teq1	Teq2	Teq3	Teq4	Teq5	Teq6	Teq1	Teq2	Teq3	Teq4	Teq5	Teq6	Teq1	Teq2	Teq3	Teq4	Teq5	Teq6
SVM	0.40	0.40	0.33	0.33	0.40	0.33	0.38	0.38	0.35	0.35	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.36	0.35
NB	0.37	0.32	0.33	0.33	0.38	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.36	0.33	0.33	0.36	0.36	0.33	0.36
DT	0.40	0.39	0.33	0.33	0.40	0.33	0.38	0.36	0.33	0.33	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.36	0.35

## 6. CONCLUSION

Our study covered what is the effect of different pre-processing techniques on the number of feature and accuracy. The framework contains of two stages, The first stage is to be pre- processing data which divided to two phases, the first to be a data cleansing including remove punctuation, remove user name and mention and remove URL. The second phase was applied several text processing techniques including: replacing the abbreviation words and repeat punctuation, removing stopwords, lemmatizing, and stemming.

The second stage text classification using Support Vector Machine (SVM), Decision Tree (DT) classifiers and Naïve Bayes (NB) by applying three type of n -gram (unigram, bigram, trigram) after feature selection approaches, (TD-IDF) and feature extraction (chi squared). We have been estimated the classifier's

performance by calculate the average of precision, recall and F-score. The text processing techniques were all applied on movie review data set.

In Our works show that, In the sentiment analysis there was some of techniques that was provided better results of classification for movie review dataset that was used. The recommended techniques are technique 3 which contain Data cleansing, Stemming, StopwordRemoval, and technique 4 which include Data cleansing, Stemming, Stopword Removal, Replace abbreviation and repeat punctuation. The non- recommended techniques 1 which is no pre-processing and technique 5 which indicates to Data cleansing, lemmatizing, stopword removal, replace abbreviation and repeat punctuation. in conclusion there was some of pre- processing techniques are an effective for sentiment classification. And also according to special experiment we noticed that there is no significant correlation between accuracy and number of features

## 7. FUTURE WORK

In the future we plan to test the more machine learning algorithms with different feature selection methods. We will make effort to incorporate more of these techniques to achieved better results. Moreover, another future aim will to be a test those techniques on different datasets dataset such as twitter and make more of comparison between reminding techniques

## REFERENCE

**Abbasi, A., France, S. Zhang, Z. and Chen, H.** "Selecting Attributes for Sentiment Classification Using Feature Relation Networks," vol. 23, no. 3, pp. 447–462, 2011.

**Uysal A.K. and S. Gunal,** "The impact of preprocessing on text classification," *Inf. Process. Manag.*, vol. 50, no. 1, pp. 104–112, 2014.

**Krouska, C. Troussas, and M. Virvou,** "The effect of preprocessing techniques on Twitter sentiment analysis," *IISA 2016 - 7th Int. Conf. Information, Intell. Syst. Appl.*, 2016.

**Pang B. and L. Lee.** "Sentiment analysis using subjectivity summarization," 2004.

by combining features-based coreferencing and memory-based learning q," *Inf. Sci. (Ny).*, vol. 299, no. 1130035, pp. 20–31, 2015.

**Guzman E. and W. Maalej.** "How do users like this feature? A fine grained sentiment analysis of App reviews," *2014 IEEE 22nd Int. Requir. Eng. Conf. RE 2014 - Proc.*, pp. 153–162, 2014.

**Haddi, E. X. Liu, and Y. Shi,** "The Role of Text Pre-processing in Sentiment Analysis," *First Int. Conf. Inf. Technol. Quant. Manag.*, vol. 17, pp. 26–32, 2013.

**Loper E. and S. Bird**, "NLTK: The Natural Language Toolkit," 2002.

**Boschetti, F., M. Romanello, A. Babeu, D. Bamman, and G. Crane**, "Research and Advanced Technology for Digital Libraries," *Res. Adv. Technol. Digit. Libr.*, vol. 5714, no. September, pp. 156–167, 2009.

**Paltoglou, G.** "Sentiment Analysis in Social Media," no. June, pp. 3–17, 2014.

**Atkinson, J., G. Salas, and A. Figueroa**, "Improving opinion retrieval in social media, Technology, "An improved TF-IDF approach for text classification," vol. 4, no. 60082003, pp. 49–55, 2005.

**Na, J., H. Sui, C. Khoo, S. Chan, and Y. Zhou**, "ISKO 04- Effectiveness of Simple Linguistic Processing in Automatic.pdf," pp. 49–54, 2004.

**Porter, M.F.** "An algorithm for suffix stripping," *Program*, vol. 14, no. 3, pp. 130– 137, 1980.

**Basile, P., V. Basile, M. Nissim, N. Novielli, and V. Patti**, "Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining," *Encycl. Soc. Netw. Anal. Min.*, no. January, 2017.

**Nakov, P.** "Semantic Sentiment Analysis of Twitter Data," no. June, pp. 30–38, 2017.

**Symeonidis, S., D. Effrosynidis, and A. Arampatzis**, "A comparative evaluation of pre- processing techniques and their interactions for twitter sentiment analysis," *Expert Syst. Appl.*, vol. 110, pp. 298–310, 2018.

**Parlar T. and S. A. Ozel**, "A new feature selection method for sentiment analysis of Turkish reviews," *Proc. 2016 Int. Symp. Innov. Intell. Syst. Appl. INISTA 2016*, no. December 2017, 2016.

**T. Parlar**, "A New Feature Selection Method for Sentiment Analysis of Turkish Reviews," no. December 2017, 2016.

**Wu, W., B. Zhang, and M. Ostendorf**, "Automatic generation of personalized annotation tags for Twitter users," *NAACL HLT 2010 - Hum. Lang. Technol. 2010 Annu. Conf. North Am. Chapter Assoc. Comput. Linguist. Proc. Main Conf.*, no. June, pp. 689–692, 2010.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## TÜRKİYE FELDSPAT MADENCİLİĞİNİN GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ

Behzat Gökçen DEMİR

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
demirbehzatgokcen@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1767-009X

Ali Koray ÖZDOĞAN

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
akozdogan@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9542-1008

Akın AKBULUT

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
akbulutakin@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5109-5682

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 04.10.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 19.10.2022

253

## Özet

Madencilik, geçmişten günümüze uzanan tarihsel süreç boyunca insanlığın gelişimi için önemli bir faaliyet alanı olmuştur. Anadolu topraklarında gerçekleştirilen madencilik faaliyetlerinin de tarihte ayrı ve özel bir yeri vardır. Bugün, madenler ve madencilik hayatımızın birçok alanında yine ön plandadır. Feldspat mineralleri yerkabuğunda en bol bulunan mineral gruplarından birisi olmasına rağmen ticari/ekonomik anlamda feldspat kazanımı/üretimi yapılan kaynak kayaç sayısı sınırlıdır. Türkiye'nin son yıllarda artan ihracat hacminin madencilik sektörü ihracatına olumlu katkıları olmuştur. Bu olumlu katkı, madenciliğin önemli alt kollarından biri olan feldspat madenciliğinin ihracat rakamlarının miktar ve değer yönünden artmasını sağlayan faktörlerden biri olarak değerlendirilebilir. Türkiye, dünya feldspat üretiminde son yıllarda ilk sırada yer almıştır. Feldspat minerallerinin ekonomik anlamda önemli rezerv bölgeleri ve madencilik alanlarının bulunduğu iller başta Aydın, Muğla ve Bilecik illeridir. Bu çalışmada, feldspat madenciliğinin genel bir değerlendirmesinin yapılması ve temel noktalarda bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Madencilik, Maden İhracatı, Endüstriyel Mineraller

## A GENERAL ASSESSMENT OF THE FELDSPAR MINING IN TURKIYE

### Abstract

Mining has been an important activity field for the development of humanity throughout the historical process from past to present. Mining activities carried out in Anatolian lands have a unique and special place in history. Today, mines and mining are still at the forefront in many areas of our lives. Although feldspar minerals are one of the most abundant mineral groups in the earth's crust, the number of source rocks in which feldspar is obtained/produced commercially/economically is limited. Türkiye's increasing export volume in recent years have made positive contributions to the export of the mining sector. This positive contribution can be considered as one of the factors that increase the export figures of feldspar mining, which is one of the important sub-branches of mining, in terms of quantity and value. Türkiye has taken the first place in world feldspar production in recent years. The provinces where feldspar minerals are economically important reserve regions and mining fields are mainly Aydın, Muğla and Bilecik. In this study, it is aimed to make a general assessment of feldspar mining and to provide information on the basic points.

**Keywords:** mining, mineral export, industrial minerals

### 1. GİRİŞ

Anadolu toprakları, dünya madenciliğinin başladığı yer olarak, başka bir ifade ile madenciliğin beşiği olarak bilinir. İnsanlığın/medeniyetlerin gelişimi ve ilerlemesi açısından madenlerin günlük hayat içerisindeki yeri göz önüne alındığında, bu noktada Anadolu topraklarının insanlık tarihine yaptığı katkı oldukça önemlidir. Bununla birlikte madencilik faaliyetlerinin Anadolu üzerinden başka bölgelere yayıldığı değerlendirilir. Bir başka önemli husus ise, insanlığının ortaya koyduğu en eski metal eserlerin Anadolu topraklarında bulunmasıdır (Yalçın, 2016). Antik çağlardan itibaren Anadolu'da ayrı ve özel bir yeri olan madenlere olan ilgi günümüze kadar devam etmiştir. Bunun sonucu olarak, madenlerin üretilerek ticari ve günlük hayata dahil edilebilmesi için, gerekli olan madencilik faaliyetleri de ön planda olmuştur.

Madencilik sektörünün, Türkiye'de 2021 yılı gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içerisinde payı %1,33'dür (Tablo 1). Bunun dışında, madencilik faaliyetleri sonucu üretilerek ticarete konu edilen madenlerin birçok endüstri kolunun ana hammaddesi olduğu veya hammaddeden uç ürüne uzanan aşamalardaki vazgeçilmez yerleri göz ardı edilmemelidir. 2016 yılından itibaren her yıl bir önceki yıla göre artış gösteren cari fiyatlarla toplam yurt içi hasılanın parasal değeri gibi madencilik sektörü parasal değeri de artmış ve bu artış madenciliğin yüzde olarak payını yükseltmiştir. 2016 yılında 21.549.569 TL ile madencilik/GSYH oranı 0,82 iken, 2021 yılında 96.725.267 TL ile madencilik/GSYH oranı %1,33 olmuştur. Madencilik sektörünün parasal değeri, 2021 yılında 2016 yılına göre yaklaşık %350, GSYH içerisindeki oranı ise yaklaşık %62 artış göstermiştir (MTA, 2022).



**Tablo 1.** 2012-2021 yıllarında madencilik GSYH'deki yeri (MTA, 2022)

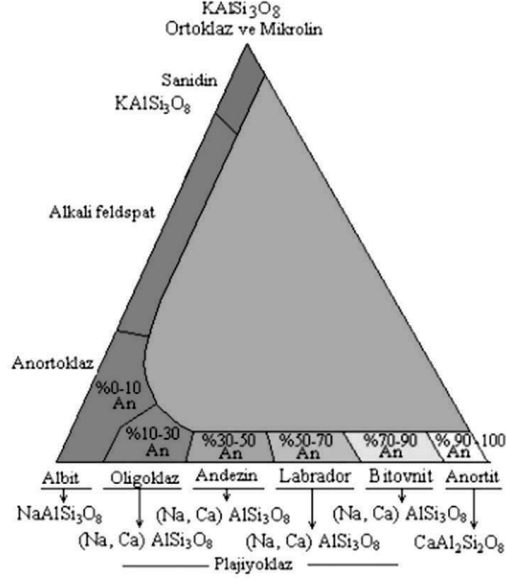
Yıl	Madencilik ve Taş Ocakçılığı (TL)	GSYH (TL)	Madencilik/GSYH (%)
2012	17.236.605	1.581.479.251	1,09
2013	19.591.329	1.823.427.315	1,07
2014	19.535.981	2.054.897.828	0,95
2015	19.375.648	2.350.941.343	0,82
2016	21.549.569	2.626.559.710	0,82
2017	28.159.268	3.133.704.267	0,90
2018	38.087.784	3.758.773.727	1,01
2019	48.154.599	4.311.732.766	1,12
2020	59.220.307	5.048.220.067	1,17
2021	96.725.267	7.248.788.983	1,33

Günümüzde, madencilik yapıldığı yöre/ilçe/bölge için istihdam ve kalkınmaya olan katkısı yönünden önemli bir faaliyet alanıdır. Madencilik sektöründe 2020 yılı itibarıyla çalışan sayısı 131.161, işyeri sayısı ise 6.268'dir. Kamu işyerlerinde çalışan sayısı 13.393, özel sektör işyerlerinde ise 117.768'dir. İşyeri yönüyle 68 kamu işyeri faaliyet gösterirken, özel sektör için bu sayı 6.200 olmuştur (MAPEG, 2022a). Bilimsel çalışmalar dikkate alındığında, bir maden çalışanı ek olarak 12 kişiye kadar istihdam sağlamaktadır. Başka bir anlatım ile, madenlerde çalışan her bir kişi dolaylı olarak 12 kişi için daha iş olanağı oluşturmaktadır (Demirdağ ve ark., 2018). Çalışanlara yönelik servis hizmeti veya maden nakliyesi gibi taşımacılık hizmeti yapanlar, işletmede çalışanların yiyecek-içecek ihtiyaçlarını karşılayanlar veya maden işletmelerinin mali-teknik işlemlerini sürdürenler diğer istihdama örnek olarak verilebilir (Demir, 2022). Bilimsel değerlendirme ve çalışan sayıları göz önüne alındığında, istihdam açısından yaklaşık 1,5 milyon kişinin madencilik sektöründen doğrudan etkilendiği düşünülebilir.

## 2. FELDSPAT TANIMI VE REZERVLERİ

Feldspat, esas itibarıyla bir mineral grubunun genel adıdır. Kendi içerisinde mineral türüne ve özelliklerine göre pek çok minerali ihtiva eder. Yerkabuğunu oluşturan birçok kayacın bileşiminde fazla miktarlarda bulunan feldspat mineralleri, genel olarak iki grup altında sınıflandırılmaktadır. Bu gruplar, alkali (potasyum) feldspatlar ve plajiyoklaz (sodyum) feldspatlarıdır. Kimyasal bileşimlerine dikkate alınarak yapılan sınıflamada ise üç uç bileşen üzerinden değerlendirilir (Şekil 1). Bunlar: Ortoklaz ( $KAlSi_3O_8$ ), albit ( $NaAlSi_3O_8$ ) ve anortit ( $CaAl_2Si_2O_8$ ). Ortoklaz ve albit karışım serileri alkali feldspat grubunu oluştururken, albit ve anortit karışım serileri ise plajiyoklaz grubunu oluşturur. Alkali feldspatlar; ortoklaz, sanidin, adularya, mikroklin ve anortoklaz olarak, plajiyoklazlar ise, anortit oranına (düşükten yükseğe) göre albit, oligoklaz, andezin, labrador, bitovnit ve anortit olarak sınıflandırılır (Çelebioğlu ve Türeli, 2001). Feldspatlar parlak bir vitra görünüm sunar. Renkleri beyaz, krem, kahverengi, pembe, kırmızı, gri, yeşil ve mavimsi gibi birçok renkte ve renksiz olabilmektedir (Şekil 2). Sertlik dereceleri, mohs sertlik skalasına göre 6-6,5; yoğunlukları ise 2,5-2,76 g/cm<sup>3</sup> arasında değişir. Feldspatların, yerkabuğunda yaygın bir mineral olmasından dolayı ekonomik/ticari anlamda birden çok/çeşitli kaynaklardan üretilmesi ve ekonomik olarak yeterli miktarda feldspat minerali içeren kayaların doğrudan sanayide kullanılması mümkündür. Feldspat kaynağı olan kayaların çeşitliliği nedeniyle dünya feldspat rezervlerini rakamsal net değerlerle belirtmek pek mümkün olamamaktadır. Bu nedenle, literatürde rezerv açısından kesin rakamların yerine

yaklaşık değerler kullanılmaktadır. Türkiye, maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırılmasında feldspat açısından çok zengin kategorisinde yer almaktadır (DPT, 2001)(MMO, 2009, 2010). Bu çalışmada, feldspat verileri üzerinden değerlendirme yapılarak, nefelinli siyenit ve feldspatoidler kapsam dışı tutulmuştur.



**Şekil 1.** Alkali feldspatlar ve plajiyoklaz feldspatların sınıflandırılması (MMO, 2010)



**Şekil 2.** Plajiyoklaz alt grubu feldspat mineralinin el örneğinin yakın plandan görünümü (Aydın)

Ülkemizde Çine-Yatağan-Milas (Muğla) bölgelerindeki büyük sodyum feldspat (özellikle albit) rezervleri ve potansiyeli dışında, Uşak ilinde sınırları içerisinde de albit rezervleri mevcuttur. Sodyumlu (Na)-potasyumlu (K) karışık feldspat rezervleri ise Bilecik-Söğüt, Manisa-Demirci-Görces ve Kırşehir Masifinde bulunmaktadır. Kırşehir Masifi ayrıca çok önemli bir potasyum feldspat potansiyeline sahiptir (MMO, 2009). Özetle, yer kabuğunda en yaygın bulunan mineral gruplarından birisi olan feldspat minerallerinin yapısında yer aldığı her kayaçtan ekonomik/ticari anlamda kazanılması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle, ticari/ekonomik feldspat üretimi/kazanımı belli kayaçlardan yapılabilmektedir.

### 3. FELDSPAT MADENCİLİĞİNİN GÜNCEL DURUMU

#### 3.1. Maden Ruhsat Süreci ve Sayıları

Türkiye’de madenlerin milli menfaatlere uygun olarak aranması, işletilmesi, üzerinde hak sahibi olunması ve terk edilmesi ile ilgili usul ve esaslar, başta 3213 sayılı Maden Kanunu olmak üzere maden mevzuatı ile düzenlenmiştir. Maden Kanununun 2’nci maddesinde, beş ana grup altında (I., II., III., IV. ve V. grup) sayılan madenlerin bir bölümü (agrega, tuğla-kiremit kili vb.) için doğrudan işletme ruhsatı düzenlenirken, bir bölümü (metalik madenler, kömür grubu madenler, doğal taşlar vb.) için ruhsatlandırmanın ilk aşaması arama ruhsatıdır. İşletme ruhsat safhasına geçen arama ruhsatları veya doğrudan işletme ruhsatı talebi uygun bulunulan alanlar için işletme ruhsatı son aşama değildir. Bir madenin üretilip ekonomiye kazandırılması için ilgili madene yönelik işletme izninin alınması zorunludur (kamu projelerinde kullanılacak madenler için kamu kurum ve kuruluşları tarafından alınan hammadde üretim izinleri, ruhsat olarak değerlendirilmemektedir). Feldspat mineralleri, Maden Kanununun 2’nci maddesinde sayılan maden grupları içerisinde IV. grup (a) bendi madenler içerisinde sayılmıştır. Bu madenler için, madencilik ilk aşaması arama ruhsatının alınmasıdır. Arama ruhsat dönemleri; ön arama, genel arama ve detay arama dönemleridir. Bu dönemler sırasıyla, bir, iki ve dört yıldır ve toplam arama ruhsat süresi yedi yılı geçemez. Arama ruhsat dönemi sonuna kadar işletme ruhsatı talep edilmesi (ve talebin uygun bulunması) halinde, teknik ve mali olarak kanuni yükümlülüklerinin yerine getirilmesi şartıyla işletme ruhsat aşamasına geçilmektedir. İşletme ruhsatı alınmasından sonra, Maden Kanununun 7’nci maddesi gereği alınması zorunlu izinlerin alınarak, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü’ne (MAPEG) ibraz edilmesi halinde işletme izni düzenlenmektedir.

Feldspat mineralleri için işletme izni talep edilen alandan analiz yaptırılmak üzere, MAPEG tarafından görevlendirilen heyet üyelerince, belirlenen şartlarda ve sayıda numune alınır. Öncelikle, bu numunelerin alınacağı kaynak kayaçların; feldspat minerallerinin ticari olarak kazanılabileceği/üretilebileceği; pegmatit, altere granit/granit kumları, apilit, nefelinli siyenit-siyenit, alaskit, feldspat filonları, feldspatik kumlar, gnays, şist gibi kayaçlar olması gereklidir. Bunun dışında, numunelerin kimyasal analizleri yaptırılarak (X-RF) toplam alkali oranının ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) en az %5 olması şartı aranır. Bu noktalarda tereddüt oluşması halinde, numune alınan kayaç içerisindeki mineral kompozisyonu (XRD) analizi istenerek mineralojik dağılımına bakılır.

Türkiye’de feldspat işletme izinli maden ruhsatları değerlendirildiğinde, Muğla, Aydın ve Bilecik illeri ön plana çıkmaktadır (Şekil 3). Bu iller, daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi feldspat rezervleri açısından önemli bölgelerdir. Muğla ilinde özellikle Yatağan ve Milas ilçeleri öne çıkarken, Aydın ilinde

Çine ilçesi ilk sıradadır. Bu bölgeleri Bilecik ili, Söğüt ilçesi izlemektedir. Türkiye’de yürürlükte olan feldspat işletme izinli ruhsat sayısı 2021 yılı sonu itibariyle 194’dür. Ruhsat sayısı bakımından ilk üç sırayı sırasıyla, 67 ruhsat ve %34 oranı ile Aydın (Çine: 46), 47 ruhsat ve %24 oranı ile Muğla (Milas:35), 22 ruhsat ve %11 oranı ile Bilecik (Söğüt:13) almaktadır (MAPEG, 2022b). Madencilik faaliyetlerinin yoğunlaştığı bölgeler (Çine, Milas, Söğüt) ve veriler (ruhsat sayıları) dikkate alındığında, feldspat mineralleri açısından rezerv alanları ile madencilik alanlarının benzerlik gösterdiği görülmektedir.



**Şekil 3.** Hatıpkışla köyü (Aydın) çevresinde bulunan bir feldspat/albit maden ocağının görünümü

### 3.2. Feldspat Üretimleri

Madencilik faaliyetleri sonucunda üretilen tüvenan feldspat mineralleri, kalitesine göre kırılıp boyutlandırıldıktan sonra satışa sunulmaktadır. Özellikle sektörde öncü olan şirketler, kurdukları flotasyon tesislerinde zenginleştirme işlemi sonucunda daha kaliteli ürün elde etmekte ve bu ürünlerin bir kısmını iç piyasaya sunarken bir kısmını da ihracata konu etmektedir (MMO, 2010). Ülkemiz feldspat üretimleri, 2019 yılı dışında 2017-2021 yıllarında genel olarak 10 milyon ton seviyesi üzerinde olmuştur (Tablo 2). 2019 yılından sonra üretim miktarları artarak devam etmiştir. 2021 yılı üretimi bir önceki yıla göre %28,7 oranında artış göstererek 13 milyon ton seviyesine gelmiş ve son on yılda en yüksek üretim seviyesi olan 2013 yılına (13.764.126 ton) yaklaşmıştır (MAPEG, 2022c). 1998 yılında 1.089.483 ton, 1999’da ise 1.369.734 ton olan üretim miktarları (DPT, 2001) göz önüne alındığında, son yirmi beş yılda Türkiye feldspat üretiminin bir milyon ton seviyelerinden on milyon ton seviyelerine gelerek yaklaşık on kat artış gösterdiği anlaşılmaktadır.

**Tablo 2.** Türkiye 2017-2021 yılları feldspat üretim miktarları (MAPEG, 2022c)

Yıl	2017	2018	2019	2020	2021
Üretim (ton)	10.273.573	11.474.040	9.447.810	10.050.911	12.936.959

2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında Türkiye, dünya feldspat üretiminde dünyada ilk sırada yer almıştır. 2020 yılı dünya feldspat üretim verileri incelendiğinde ilk beş ülke sırasıyla Türkiye, Hindistan, Çin, İtalya ve İran'dır (Tablo 3). Bu ülkeleri, 1.105.344 ton ile Tayland, 903.385 ton ile Meksika takip etmektedir. 46 (kırk altı) feldspat üretici ülkenin yer aldığı 2020 dünya feldspat üretiminde Türkiye'nin payı %32,53 olmuştur. Türkiye'den sonra üretimdeki ülke oranları, Hindistan %20,06; Çin %7,93; İtalya 7,12; İran %6,18 şeklinde olmuştur. 47 (kırk yedi) feldspat üretici ülkenin yer aldığı 2019 yılı oranları ise, Türkiye %31,71; Hindistan %14,43; Çin %8,22; İran %8,11 ve İtalya %7,38 şeklindedir. 2020 yılında, 2019 yılına göre Türkiye ve Hindistan'ın üretimdeki payı artarken, ilk beş sıradaki diğer ülkelerin payı düşmüştür. Ayrıca, 2020 yılında 2019 yılına göre ilk üç sıra aynı kalsa da, dördüncü ve beşinci sıradaki ülkeler (İran ve İtalya) yer değiştirmiştir. Türkiye'nin 2019 ve 2020 yılları üretim miktarlarının her iki yılda da ikinci ve üçüncü sırada yer alan iki ülkenin toplamından fazla olması dikkate değer önemli bir noktadır (Reichl ve Schatz, 2019, 2020, 2021, 2022)

**Tablo 3.** 2020 yılı dünya feldspat üretiminde ilk 5 ülke (Reichl ve Schatz, 2022)0

Ülke	Üretim miktarı (ton)
Türkiye	10.050.911
Hindistan	6.200.000
Çin	2.450.000
İtalya	2.200.000
İran	1.910.505

### 3.3. Feldspat İhracat Rakamları

2021 yılı Türkiye toplam ihracatı olan 225,4 milyar USD içerisinde, %2,6 payı olan madencilik sektörü ihracatı bir önceki yıla göre %39,9'luk artışla 5,93 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. Madencilik sektörünün mal gruplarına göre 2021 yılı oransal payları ise; %36 metalik cevherler, %35 doğal taşlar, %19 endüstriyel mineraller, %6 ferro alyajlar ve %4 diğer madenler şeklindedir. Endüstriyel minerallerin 2020 yılı ihracatı 12,48 milyon ton karşılığı 831,19 milyon USD, 2021 yılı ise 15,58 milyon ton karşılığı 1,10 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. Feldspat mineralleri, yer aldığı endüstriyel mineraller ihracatı içerisindeki payı (değer olarak) 2020 yılında %24,3; 2021 yılında ise %25,8'dir. Madencilik sektöründe yaşanan olumlu gelişmeler ve ülkemizin son yıllarda üretim miktarında birinci sırada yer alması feldspat madenlerinin ihracat değerlerini de artırmıştır. 2021 yılında feldspat ihracatımız bir önceki yılın aynı dönemine göre miktarda (ton) %39,12 ve değerde (USD) %40,74 oranında artış göstererek 7.853.063 ton karşılığı 284.155.760 USD olarak gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, 2020 yılında ortalama 35,77 USD olan birim fiyat 2021 yılında 36,18 USD'ye yükselmiştir. 2021 yılı feldspat ihracatımızda 124.783.513 USD ile İspanya ilk sırada yer alırken, bu ülkeyi 84.980.118 USD ile İtalya, 10.680.358 USD ile Rusya Federasyonu izlemektedir. Bu ülkeleri ise Polonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Bulgaristan takip etmektedir (İMİB, 2021a, 2022a). 2022 yılının ilk sekiz ayında feldpsat ihracatı, 5.711.693 ton karşılığı 231,84 milyon USD olarak gerçekleştirilmiştir. 2021 yılının ilk sekiz ayında feldspat ihracatının 5.173.435 ton karşılığı 185,60 milyon USD olarak gerçekleştirildiği göz önüne alınırsa 2022 yılı feldspat ihracat rakamlarımız bir önceki yılın aynı dönemine göre miktar ve değer olarak artış göstermiştir (İMİB, 2021b, 2022b).

Tarihsel açıdan örnek seçilen 1995-1998 yıllarında, toplam feldspat ihracat rakamları miktar olarak (ton) 1995 yılında 736.000 ton, 1996 yılında 770.000 ton, 1997 yılında 1.128.000 ton, 1998 yılında ise 1.355.000 ton şeklinde gerçekleşmiştir (DPT, 2001). 1995-1998 yıllarında artarak devam eden feldspat ihracat rakamları, geçen 20-25 yıllık zaman zarfı sonunda 2021 yılı itibarıyla 1995 yılına göre miktar olarak yaklaşık on kat artış göstermiştir. 1997 ve 1998 yıllarında, Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeler arasında İtalya ilk sırada, İspanya ikinci sırada yer alırken, 2021 yılında sıralama birinci İspanya ve ikinci İtalya şeklinde olmuştur (DPT, 2001)(İMİB, 2022a).

#### 4. SONUÇLAR

Madencilik, eski medeniyetlerden günümüze kadar insanlığın gelişimi için önemli bir faaliyet alanı olmuştur. Anadolu bu gelişim içerisinde, ilk sırada ve ön planda yer almıştır. Bugün de, madencilığe gerekli önem verilerek madenlerin yaşam içerisinde istihdama ve kalkınmaya sağladığı katkı unutulmamalıdır. Bu istihdam ve kalkınmada feldspat grubu endüstriyel hammaddelerin önemli bir payı vardır.

Feldspat mineralleri, yer kabuğunda kayaç yapıcı mineraller içerisinde en yaygın bulunan mineral gruplarından birisi olmasına karşın ticari/ekonomik anlamda üretilebildiği/kazanılabildiği kaynak kayaç sayısı kısıtlıdır. Feldspat minerallerinin madencilığı için ilk aşama arama ruhsat aşamasıdır. Arama ruhsatından sonra kanuni yükümlülükleri yerine getirilen ve işletme talebi uygun bulunan alanlara işletme ruhsatı düzenlenir. İşletme ruhsatından sonra üretim ve satış için feldspat işletme izninin alınması zorunludur. Feldspat rezervleri ve madencilığı açısından öne çıkan bölgelerimiz Aydın, Muğla ve Bilecik'tir. Aydın ve Muğla illerimiz özellikle sodyum feldspat rezervleri açısından önemli bir yere sahiptir.

2019 yılında bir önceki yıla göre düşüş gösteren Türkiye feldspat üretim miktarı 2020 yılı ile birlikte tekrar artışa geçmiştir. Feldspat üretiminin, izinler sonrası en çok Muğla, Aydın ve Bilecik illerinde yapıldığı gözlenmektedir. Türkiye, dünya feldspat üretimi sıralamasında son yıllarda ilk sırada yer almıştır.

Maden ihracatı miktar ve değerlerinde son yıllarda yaşanan artışlar, feldspat madenlerinin ihracatına da olumlu yansımıştır. 2021 yılında feldspat ihracatımız bir önceki yıla göre miktarda (ton) ve değerde (USD) artış göstermiştir. 2022 yılında ilk sekiz ay ihracat rakamları ise 2021 yılının aynı dönemine göre daha fazladır.

#### KAYNAKLAR

**Çelebioğlu, N.F. and K. Türel.** 2001. Feldspat Grubu Mineralleri. Mavi Gezegen, 4, 60-63.

**Demir, B.G.** 2022. Isparta İli Mermer Sahalarının Jeolojik Özelliklerinin, Ekonomik Potansiyelinin ve Çevresel Etkilerinin Araştırılması. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

**Demirdağ, S., R. Altındağ, N. Şengün, and D. Akbay** 2018. "Isparta Yerel Ekonomik Kalkınma Vizyonu 2018, Isparta ili Mermercilik ve Doğal Taş Sektörü Analizi". ISBN: 978-605-9454-27-8, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

**Devlet Planlama Teşkilatı (DPT).** 2001. "Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayii Hammaddeleri I (Seramik Killeri-Kaolen-Feldspat-Pirofillit-Wollastonit-Talk) Çalışma Grubu Raporu". DPT:2611 – ÖİK:622, Ankara.

**İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMİB).** 2021a. "2020 Çalışma Raporu". [https://www.imib.org.tr/uploads/docs/1624356739\\_Imib-2020-calisma-raporu.pdf](https://www.imib.org.tr/uploads/docs/1624356739_Imib-2020-calisma-raporu.pdf) (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMİB).** 2022a. "2021 yılı Çalışma Raporu". [https://www.imib.org.tr/uploads/docs/1649940652\\_Imib2021calismaraporuweb-1.pdf](https://www.imib.org.tr/uploads/docs/1649940652_Imib2021calismaraporuweb-1.pdf) (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMİB).** 2021b. 2021 Yılı Türkiye Geneli Aylık Bazda Ürün Gruplarına Göre Maden İhracat Verileri. <https://www.imib.org.tr/links/istatistikler/202112.html> (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMİB).** 2022b. 2022 Yılı Türkiye Geneli Aylık Bazda Ürün Gruplarına Göre Maden İhracat Verileri. <https://www.imib.org.tr/links/istatistikler/202208.html>(erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**Maden Mühendisleri Odası (MMO).** 2009. "Feldispat Raporu". [https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/80ebff16ccaa9b4\\_ek.pdf?tipi=48&turu=X&sube=0](https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/80ebff16ccaa9b4_ek.pdf?tipi=48&turu=X&sube=0) (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**Maden Mühendisleri Odası (MMO).** 2010. "Feldispat Raporu". Oda Yayın No:169, ISBN:978-9944-89-905-5, Ankara.

**Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA).** 2022. Madencilik GSYH İçindeki Payı. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-dis-ticaret> (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG).** 2022a. Madencilik İş Kolunda Faaliyet Gösteren İşyeri ve İşçi Sayıları. <https://www.mapeg.gov.tr/Custom/Madenistatistik> (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG).** 2022b. 31.12.2021 Tarihli Ruhsat Listesi

**Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG).** 2022c. Maden Üretim Değerleri. <https://www.mapeg.gov.tr/Custom/Madenistatistik> (erişim tarihi: Eylül-Ekim 2022)

**Reichl, C. and M. Schatz.** 2019. "World Mining Data 2019". ISBN:978-3-901074-46-2, volume:34, Federal Ministry for Sustainability and Tourism, Austria.

**Reichl, C. and M. Schatz.** 2020. "World Mining Data 2020". ISBN:978-3-901074-48-6, Volume:35, Federal Ministry for Agriculture, Regions and Tourism, Austria.

**Reichl, C. and M. Schatz.** 2021. "World Mining Data 2021". ISBN:978-3-901074-50-9, volume:36, Federal Ministry for Agriculture, Regions and Tourism, Austria.

**Reichl, C. and M. Schatz.** 2022. "World Mining Data 2022". ISBN:978-3-901074-52-3, volume:37, Federal Ministry for Agriculture, Regions and Tourism, Austria.

**Yalçın, Ü.** 2016. Anadolu Madencilik Tarihine Toplu Bir Bakış. MT Bilimsel, 9, 3-13.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ESKİ ESERLERİN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİNDE YAPILMIŞ  
UYGUN OLMAYAN YÖNTEMLER

Y. Hazel YILDIRIM

Mimarlık-Yapı Lisansüstü Eğitim Programı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
yasemin.hazel@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3904-3716

Ali Osman KURUŞCU

Mimarlık-Yapı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
alosytu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4402-0711

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 30.05.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 13.10.2022

## Özet

Asırlar boyunca doğal ve yapay etkenlere maruz kalan tarihi yapılarda bu etkilere bağlı olarak zamanla birçok hasar oluşmaktadır. Bu hasarlar; oluştuğu yere, biçimine ve yapının genel özelliğine göre değişmekte olup yapıların zarar görmesine, yıkılmasına ve yok olmasına yol açar. Özellikle koruma ve müdahale aşamasında bu hasar biçimlerinin doğru bir şekilde yorumlanması gerekmektedir. Bilinçsiz ve yanlış tadilat, onarım ve güçlendirme girişimleri, yapılarda ciddi sorunlara neden olabilmektedir. Bu yüzden bu çalışma kapsamında tarihi yapılarda uygulanan onarım ve iyileştirme metotları incelenmiş olup bu bağlamda dünyadan örnek tarihi yapılarda uygulanan onarım ve güçlendirme yöntemlerinde yapılan uygun olmayan müdahaleler anlatılmıştır. Bu araştırmada, hasarlara müdahale ederken hasar nedenlerinin belirlenmesi gerektiği, birçok disiplinin bir arada çalışarak tercih edilen yapısal güçlendirme ve onarım uygulamalarının birçok analiz, deney ve testlerden geçmesi gerektiği gösterilmek istenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri, Parthenon, Pisa Kulesi, Santa Maria Miracoli Kilisesi, San Marco Çan Kulesi

UNSUITABLE METHODS MADE IN REPAIR AND  
STRENGTHENING OF HISTORICAL BUILDING

## Abstract

Historical buildings, which have been exposed to natural and artificial factors for centuries, cause many damages over time due to these effects. These damages; it changes according to the place where it occurs, its form and the general characteristics of the building and causes damage, collapse and destruction of the structures. Especially in the protection and intervention phase, these damage forms need to be interpreted correctly. Unconscious and incorrect repair and strengthening methods can cause serious problems in buildings. Therefore, within the scope of this study, the repair and improvement methods applied in historical buildings were examined and in this context, the mistakes made in the repair and strengthening meth-

ods applied in exemplary historical buildings from the world were explained. In this research, it is aimed to show that the causes of damage should be determined while intervening damage, and that the decisions of structural reinforcement and repair methods should be taken after many analyzes, experiments and tests that the structural reinforcement and repair methods preferred by many disciplines working together.

**Keywords:** Repair and strengthening methods, Parthenon, Pisa Tower, Church of Santa Maria dei Miracoli, San Marco Bell Tower

## 1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin başlangıcından bugüne kadar binlerce yıllık tarih içinde insanın doğrudan ya da doğa ile birlikte yarattığı değerler kültürel ve doğal miraslara tarihi yapı olarak adlandırılmaktadır (Özden & Görgülü, 2006). Binlerce yıllık tarihi geçmişi ile korunması gereken farklı yüz yıllara ait çok çeşitli yapı malzemesi ve yapım sistemi ile inşa edilen tarihi yapılar birçok olumsuz koşul, doğal afetler, sismik hareketler, hızlı kentleşme ve insanların müdahaleleri ile yüz yüzedir. Bu koşullara maruz kalan tarihi eserlerde hasarlar meydana gelmektedir. Tarihi yapıların olası hasar nedenlerinin bilinmesi ve güçlendirilmesi için yapılacak müdahaleden önce, yapının geçmişinin, çatlak ve deformasyonlarının, taşıyıcı elemanların yük taşıma mekanizmasının, malzeme karakteristiklerinin ve mukavemetlerinin, yük dağılımlarının, temel, zemin özelliklerinin, yapım tekniklerinin bağlayıcı elemanlarının strüktürel açıdan aksaklıkları, yapı malzemesindeki sorunlar gibi faktörlerin belirlenmesi gerekir. Bu durumun belirlenmesi, hasar nedenlerinin teşhis edilip araştırılması ve analizlerin yapılması için, farklı disiplinlerden uzmanlar arası bir çalışma olmalıdır (Döndüren, Şişik, & Demiröz, 2017). Restorasyon müdahaleleriyle iyileştirilmeler yapılmasına rağmen köklü mühendislik analizleri yapılmadığı için tekrarlayan deformasyonlar olmakta hatta bazen yeni hasarlar oluşmaktadır.

Tarihi yapıların güçlendirmesi veya onarımı yapılırken mimari özelliği ve tarihi doku özgünlüğünün korunması esastır. Koruma ve onarım uygulamaları, müdahale edilecek yapının korunmuşluk durumuna, bulunduğu çevreye ve yapıda kullanılan malzemenin nitelikleri ve özelliği, hasar türü ve nedenine göre çeşitlenmektedir.

Bu çalışmada, ilk olarak tarihi yapılarda uygulanan onarım ve güçlendirme metotları anlatılmış ve sonrasında dünyadan örnek yapılarda uygulanan iyileştirme ve güçlendirme yöntemlerinin etkinliği değerlendirilmiş ve bu aşamada yapılan uygun olmayan yöntemlerden bahsedilmiştir. Makale kapsamında incelenen yapılar hem dünya tarihinde önemli bir yer elde etmiş hem de zaman içerisinde yapılan müdahaleler ile modern koruma ve restorasyon çalışmalarında öncü olmuş yapılardır. Bu yapılarda deneme-yanılma yöntemi ile onarım ve müdahaleler yapılmıştır. Tarihi eserlerde uygun olmayan onarım tekniğinin doğurduğu sonuçları gösterdiği için koruma, onarım ve güçlendirme konularında birer ders niteliğinde yapılardır. Ayrıca araştırılan bu eserlerde uygulanan onarım ve güçlendirme yöntemlerinden olan zemin sağlamlaştırma, temel sağlamlaştırma, yenileme ve yeniden yapım vb. kavramların gelişmesinde katkıda bulunmuş eserlerdir.

Bu değerlendirmeler ışığında güçlendirme ve onarım metodu seçiminde hangi konular dikkat edilmesi gerektiği gösterilmek istenmiştir.

## 2. TARİHİ YAPILARDA GÖRÜLEN HASAR TÜRLERİNE UYGULANAN ONARIM VE GÜÇLENDİRME METOTLARI

Bu makale kapsamında tarihi yapılarda görülen hasar türlerine uygulanan onarım ve güçlendirme metotları basit onarım, esaslı onarım, yenileme, yeniden yapım ve taşıma başlıkları altında incelenmiştir.

### 2.1. Basit Müdahale

Tarihi yapılar sürekli bakım sağlanmaması sonucunda yapılar harap olmakta ve zarar görmektedir. Kültür varlıklarını korumak için yapılacak müdahaleler ve koşulları Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu tarafından alınan 660 sayılı ilke kararı ile basit onarım tanımı yapılmıştır. Bu yasaya göre "Basit onarım" geleneksel ve anıtsal yapıların bozulan, yok olan cephe öğelerinin, kaplama, sıva gibi ayrıntılarının özgün biçimlerine uyularak, aynı renk ve dokuda malzeme kullanılarak yenilenmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır.

### 2.2. Esaslı Müdahale

Esaslı Onarım; basit onarımı aşan müdahalelerde uygulanan yöntemdir. Bu onarım türünde yapının rölövesi alınarak oluşturulan restitüsyon ve restorasyon projeleri ile ilgili diğer belgelerin içerikleri ve ölçekleri kapsayan detaylı onarım biçimidir (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 1999). Esaslı Müdahale; Sağlamaştırma, Bütünleme ve Yenileme olarak üç aşamada incelenecektir.

#### 2.2.1. Sağlamaştırma

Onarım sırasında yapılan müdahalelerin derecesi, sağlamaştırmadan yeniden yapıma doğru artar.

### Tarihi Yapı Malzemesi ve Taşıyıcı Sisteminin Güçlendirilmesi

#### • Sıva, Derz ve Yapı Malzemesinin Sağlamaştırılması

Tarihi yapılar, inşa edildikleri coğrafyanın şartları ve geleneklere bağlı olarak çeşitli yapı malzemelerinden oluşmaktadır. Özellikle eski eserler kerpiç, tuğla, taş, ahşap gibi doğal kökenli malzemelerden yapılmaktadırlar. Zamanla doğal ve yapay etkiler sonucu bu malzemelerde bozulmalar meydana gelmektedir. Bu yapıların doğru olarak onarılması ve yaşayabilmesi için mevcut özgün malzemelere uygun olan onarım malzeme ve sistem tercih edilmelidir (Crocı, 1998).

Sıva ve derzlere müdahale: Zaman içerisinde, çeşitli etkilere maruz kalan duvar yüzeylerindeki sıvalar ve derzler yıpranmaya başlar. Eski eserlerde bu durum yapısal sorunlar yaratabilir. Yapıya ait harç ve sıvaların kimyasal içeriklerinin ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi üretilecek yeni malzemelerin özgün ve diğer yapı malzemeleri ile uyumlu olması için zorunludur. Bu malzemeler üzerinde yapılması gerekli olan malzeme ve numune testleri göz ardı edilmemesi elde edilen veriler ışığında sıva ve derz yenilemesi yapılmalıdır. Yeni oluşturulan harç özgün olanıyla benzer özellik ve niteliklerde değilse derz ve sıva yenileme işlemi yapı malzemelerinin bozulmasını neden olabilir.

Ahşap öğelerin sağlamaştırılması: Ahşabın yüzeyine yangın, mantarlaşma vb. etkilerinin azaltılması için koruyucu, nitelikte maddeler sürülerek, püskürtülerek ya da empenye edilerek sağlamaştırılması

sağlanmaktadır. Ayrıca yapı yüklerini karşılaması ve sistem stabilitesi arttırmak için ahşap elemanlara ek bağlantılar ve takviyeler yapılmaktadır.

**Taş öğelerin sağlamlaştırılması:** Taş yüzeylerinde ya da derin olmayan çatlaklarda koruyucu, yapıştırıcı, doldurucu nitelikte çeşitli kimyasallar ve harçlar sürülerek, püskürtülerek, emprenye edilerek veya enjeksiyon yöntemi ile sağlamlaştırılması sağlanmaktadır. Bu onarım yöntemlerinde özgün taşın rengine ve yapısına uyum sağlayabilecek malzeme seçimi yapılmalıdır.

**Kerpiç malzemenin sağlamlaştırılması:** Kerpiç malzeme çamur harcı ile sıvanarak korunmaktadır. Bu yöntemle kerpiç hava koşullarına karşı korunmuş olmaktadır.

#### • Kısmi Değişirme ve Tamamlama

Ciddi hasar durumlarında (Derin çatlak, ayrılma, parça kayıpları, malzemenin bozulması vb. gibi) en etkili yöntem zarar görmüş malzeme, parça ve elemanın kademeli olarak kaldırılarak aynı ya da daha geniş alanda tekrardan yapılmasıdır. Bu yöntem, binanın tarihi değerine göre detaylı değerlendirilmelidir (Crocı, 1998).

#### • Takviye ve Güçlendirme

##### Enjeksiyon Yöntemi

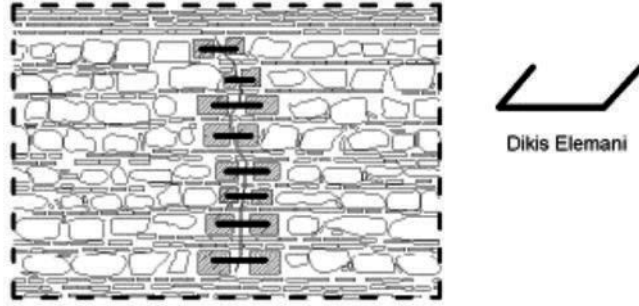
Enjeksiyon ile onarım; yapıya özgün mekanik özelliklerini kazandırabilmek için, yapı içine uygun fiziksel ve kimyasal özellikte sıvı malzemenin enjekte edilmesi uygulamasıdır. Enjeksiyon uygulaması ile yapı içerisinde bulunan boşlukların ve çatlakların doldurularak yapı kesitinin sürekliliğini sağlamak ve tekrar tek parça şeklinde bir yapı elde etmek amaçlanır. Böylece yapı üzerindeki yükler kesintisiz olarak temellere aktarılır ve olası göçmeler engellenmiş olur (Ünal, 2019).



**Şekil 1:** Kağıthane Tarihi Çamaşırhane Binası'nda enjeksiyon yöntemi ile duvardaki çatlakların ve boşlukların doldurulması (Yazarın Fotoğraf Arşivi)

### Dikiş Yöntemi

Tarihi yapıda oluşan çatlaklar 10 mm den büyükse ve yapıda kullanılan taş veya tuğlalarda parça kopması ya da düşme mevcut ise dikiş yöntemi başvurulur. Bu yöntem bir çeşit duvar güçlendirme metodudur. Düşey çatlaklarda, çatlığa yakın taş ya da tuğlalar çıkarılır ve dikiş elemanı olarak adlandırılan çelik elemanlar eklenir, taş yada tuğla duvarın boşlukları uygun görülen harç ya da enjeksiyon ( grout ) ile birlikte uygun olarak doldurulur (Gavrilovic, İgnatiev, Kremezis, & Laszlo, 1983).



Şekil 2: Tarihi yapılarda dikiş yöntemi (Gavrilovic, İgnatiev, Kremezis, & Laszlo, 1983).

### Destekleme

Duvar, kemer, tonoz, kubbe gibi taşıyıcılar; zemindeki problemler, deprem gibi etkiler sonucunda eksenlerinden ayrıldığında, çatlaklar oluşabilir. Bu sorunu gidermek, hareketi durdurmak için bu bölgeler masif, ya da uçan payandalar ile desteklenerek sağlamlaştırma yoluna gidilir. Bu duruma örnek olarak Mimar Sinan'ın Ayasofya'nın kubbesini payandalar ekleyerek desteklemesi verilebilir (Mahrabel, 2006). Mimar Sinan olası depremlere karşı ana kubbeyi de bu şekilde sağlamlaştırma yoluna başvurmuştur.



Şekil 3: Ayasofya Camii 'sine eklenen payandalar (URL-1).

### Kuşaklama

Bağlantı çubukları-gergi uygulaması (Tie-bars): Büyük açıklı yapıların stabilitesinin bozulmasına neden olan en büyük etken, mesnetlerin açıklık yönünde açılmasıdır. Tarihi yapılarda gergiler, taşıyıcı sistem ile birlikte çalışması sağlanarak açıklıkları geçen yapı elemanlarının yanal itme kuvvetlerinin azaltılmasına

katkıda bulunan genellikle metalden veya ahşaptan yapılan elemanlardır. Gergiler kemer, tonoz, kubbe ya da iki duvar arasında kullanılabilir. Bu uygulama sayesinde yapıların düşey ve yatay yükler altındaki davranışını iyileştirmektedir (Arslan, 2006) (Küçükdoğan, 2007).



**Şekil 4:** Kağıthane Tarihi Çamaşırhane Binası gergi uygulaması (Yazarın Fotoğraf Arşivi)

Çemberleme- Sıkıştırma (Confinement): Çemberleme; dağılma tehlikesi gösteren düşey taşıyıcı elemanların metal çemberlerle sarıp sıkıştırılmasıyla uygulanan bir yöntemdir (Mahrabel, 2006). Metal halkalarla uygulanan çemberleme, çok fazla basınç nedeniyle kolon ve ayaklarda çatlama, ezilme, parçalanma görüldüğü yerlerde uygulanabilir.



**Şekil 5:** Çemberlitaş çemberleme yöntemi (URL-2).

### Kesit Genişletme

Kesit genişletme işlemlerinde yapının ya da yapı elemanının yüzeyine yeni bir kütle veya bir malzemelerle eklemeler yapılarak yükün daha geniş alanlara dağıtılması veya mukavemetinin artırılması sağlanır. Bu müdahale için geleneksel ve çağdaş yöntemler geliştirilmiştir.

Püskürtme yöntemi ve çelik hasır donatı kullanılarak güçlendirme: Bu yöntemde duvar, kubbe, tonoz vb. yapı elemanının iç ve dış yüzüne içinde donatı olan güçlendirme bantları eklenir ya da yapı elemanının tümü içinden ve dışından üzeri harçla örtülü bir donatı hasırı ile kaplanır (Küçükdoğan, 2007). Püskürtme yöntemi ile uygun olan harç ve donatı entegre olur. Bu yöntem, özellikle yapılara ek yük verdiği için ve depremlerden etkilenmesini arttırdığı için kullanılması önerilmektedir.



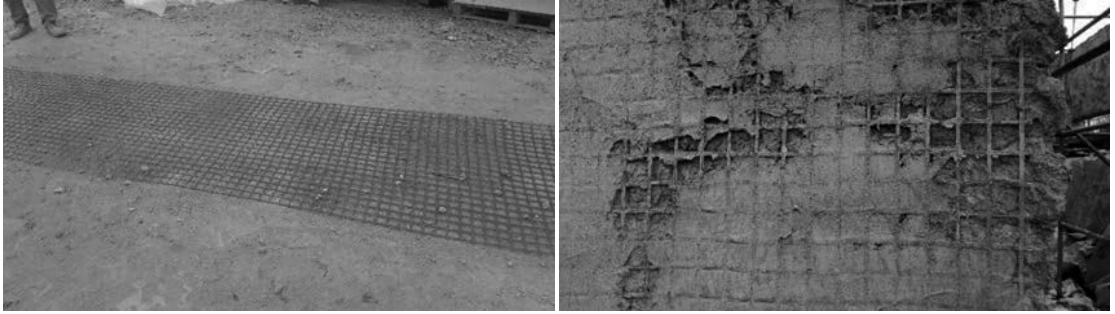
**Şekil 6:** Çelik hasır ile güçlendirme yöntemi (Küçükdoğan, 2007).

Ek kütle eklenmesi: Yapının veya yapı elemanının tabanına ek kütle yapılarak ağırlık merkezinin güvenlik sınırları içinde kalması sağlanır. Sivas Divriği Ulu Camii'nin minaresinde düşeyden başlayan ayrılmalara çözüm olarak kesit genişletilmiştir. Kaide çevresinde yapılan ek bir kütle ile taban alanı genişletilmiş; düşeyden ayrılan minarenin yıkılması önlenmiştir (Küçükdoğan, 2007).

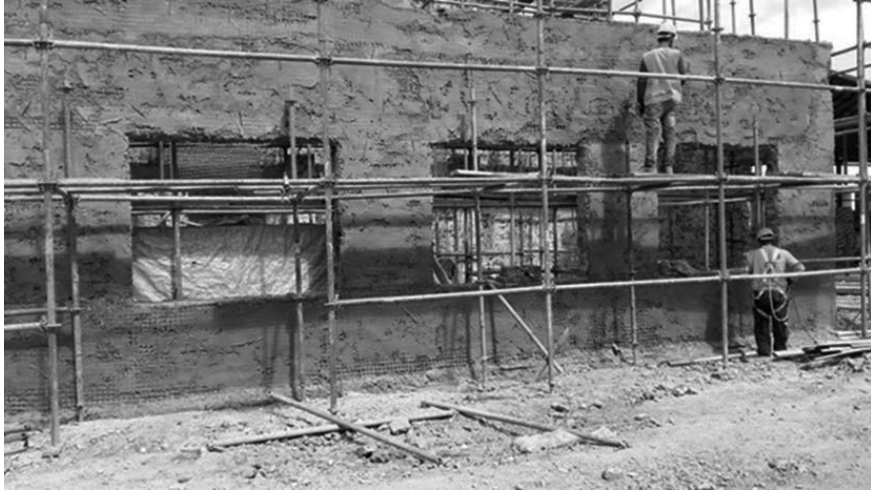


**Şekil 7:** Sivas Divriği Ulu Camii ek kütle eklenerek kesit genişletme (URL-3).

**FRP (Lifli Polimer) kullanılarak güçlendirme:** Tarihi yapılarda kullanılan malzeme özelliğinden dolayı süneklik oldukça düşük mertebededir. Tarihi yığma yapılarda çekme elemanları olmadığından çekme gerilmeleri bakımından da dayanıksızdır. Bu nedenle yapıyı güçlendirmek için yapıya süneklik katacak ve çekme gerilmelerini karşılayacak eleman seçilmelidir. Bu elemanlardan en önemlilerinden biri lifli polimer (FRP) elemanlardır. Üretiminde karbon, bazalt, cam elyaf, aramid elyaf gibi lif türleri kullanılır. FRP sistemi ızgara, şerit, kumaş, halat biçiminde üretilmektedir (Değirmenci & Sarıbiyık, 2015). ICOMOS, Mimari Miras Koruma Bildirgesi' nde de belirtildiği üzere tarihi yapılara uygulanan müdahaleler özgün yapıya olabildiğince zarar vermeden kaldırılabilir ya da yenilenebilir tekniklerle yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda FRP sistemi ile güçlendirme yöntemi değerlendirildiğinde tarihi yapıların onarımı için tercih edilmemelidir.



**Şekil 8:** Frp ızgara sistemi (Yazarın Fotoğraf Arşivi)

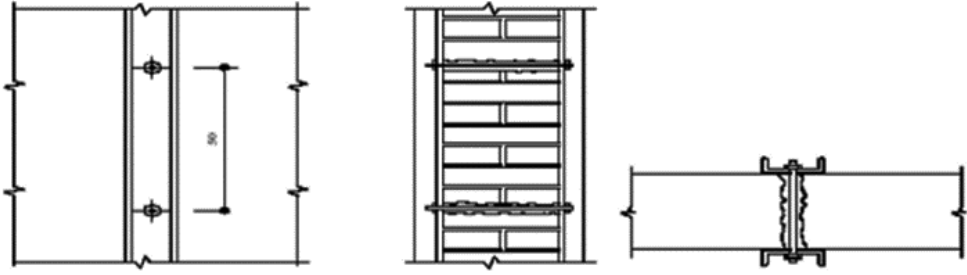


**Şekil 9:** Hasanpaşa Gazhane Binası'nda uygulanan frp ızgara sistemi (Yazarın Fotoğraf Arşivi)

### **Çelik levhalarla güçlendirilmesi**

Bu yöntem özellikle duvar güçlendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Duvarlar çelik levhalarla kuşaklanır ya da duvarın çatıya veya döşeme diyaframlarına monte edilerek kullanılan çelik levhalarla güçlendirilir. Bu yöntem duvarı dikey kuvvetlere karşı güçlendirmesine karşın yatay kuvvetlere karşı güçlendirilmesinde yardımcı olmaz (Crocı, 1998) (Mahrabel, 2006).





Şekil 10: Çelik levha ile güçlendirilmesi (Crocı, 1998)

### Ön germe ile güçlendirme

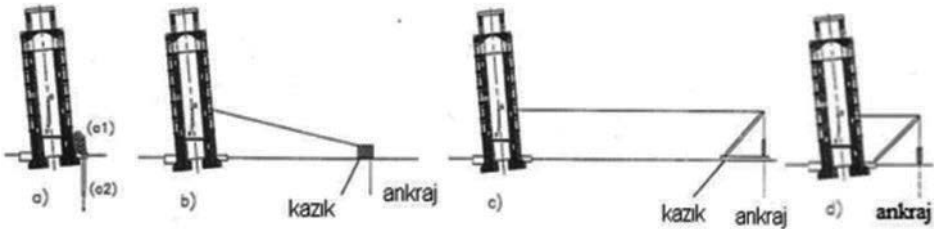
Tarihi yapılarda oluşan hasarlar ve ekstra deprem ve toprak hareketleri meydana geldiğinde gerilme mukavemeti gerekir. Söz konusu gerilme mukavemeti, harici bağlantılar ile elde edilebilir. Özel paslanmaz çelikler, reçine çubuklar, karbon elyaf lifler, polimerik lifler veya diğer sentetik ipler kullanılır (Crocı, 1998) (Mahrabel, 2006).



Şekil 11: Mihrimah Sultan Camii ana kubbe eteğinde uygulanan çekme çemberi  
(İstanbul Vakıflar Müdürlüğü, 2011)

### Sabitleme-Ankrajlama

Ankraj, bir elemanın veya tüm strüktürün sabit bir strüktüre veya zemine sabitlenmesidir (Crocı, 1998).



Şekil 12: Pisa Kulesi zemin sabitleme yöntemi (Crocı, 1998)

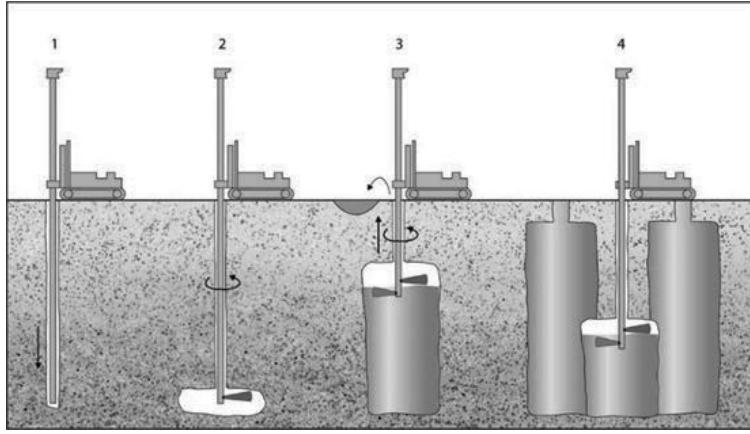
## Zemin Sağlama İşlemi

### • Temel Altı Zeminin Islahı

Yer altı suyunun seviyesindeki değişiklikler, sıkışabilir tabakaların varlığı ve bunların farklı kalınlık veya özellikte olması, zemindeki mukavemet kaybı gibi olumsuzlukların giderilmesi için temel zeminin ıslah edilmesi gerekir (Saraç, 2003).

### Jet Grout Uygulanması

Meydana gelen oturma ve deformasyonların kontrol altına alınabilmesi, deniz kenarındaki yapılar için dalga etkisi ile zemin oyulmalarının önlenmesi için kullanılır. Bu tekniğin esası, delici bir takımın, istenilen derinliğe kadar 4 çapında delik delmesi ve daha sonra otomatik tesislerde hazırlanan harcın, özel aletlerle alttan yukarıya doğru istenilen seviyeye kadar zemini kesip çakıl ve kumu bünyesine alarak yüksek basınçla (yaklaşık 320 – 440 atmosfer basınçla) zemine enjekte edilmesi ve bu suretle kolon oluşturulması ilkesine dayanır (Saraç, 2003) (Toğrol, 1994).



Şekil 13: Jet Grout Uygulanması (URL-4)

### Zemine Enjeksiyon Uygulanması

Zeminlerin geçirirliliğinin azaltılması ve kayma mukavemeti parametrelerinin artırılması amacıyla kullanılan temel zemin iyileştirilme yönteminden biridir. Zemine ve kayaya enjeksiyon yapılarak boşluklar tamamen ve ya kısmen doldurulur (Saraç, 2003).

### Yer Altı Suyunun Düzenlenmesi

Tarihi yapıları olumsuz yönde etkileyen bir etken de yer altı sularıdır. Uzun süre su etkisinde kalan eski ederlerin temellerinde bozulmalar meydana gelebilir. Özellikle asit yağmuru veya sülfat etkisine maruz kalan yerlerde temeller daha erken bozulmaktadır. Temelde oluşan bozulmalar farklı gerilmeler ortaya çıkarak taşıyıcı sistemde hasarlar meydana getirir. Bunun için yapının etrafına suların ortamdan hemen uzaklaştırabilecek düzgün drenaj sisteminin yapılmalıdır. Drenaj kanallarının taşıdığı suları sızdırmaması bağlantılarının düzgün yapılması gereklidir. Ayrıca düzgün bir drenajla taban bölgesindeki kapiler su yükselmesinin ve çiçeklenmenin önüne geçilmiş olunur.

## Temelin Güçlendirilmesi

Temel güçlendirmesi, bir binanın temel yüklerinin daha derin ve sağlam seviyelere dağıtılmasıdır. Bu yapılan işlemden, mevcut yüklerin tamamen veya kısmen zararsız bir şekilde taşınacağı yeni temeller yaratılır (Karakuş, 2012).

### • Geleneksel Yöntemler

Geleneksel temel takviye yöntemleri ile temelin genişletilmesi ve/veya derinleştirilmesi yoluyla temel davranışının iyileştirilmesine çalışılır. Bu yöntemin esası, kazı yapılarak mevcut temel altına ilave beton kütle oluşturmaktır. Temel altındaki zemin tamamen boşaltılarak temel alt kısmının derinleştirilmesi veya genişletilmesi ile oluşturulan boşluk hacminin sağlam ve stabil bir malzemeyle yeniden doldurulması sağlanır.

### • Temel Yüklerinin Derinlerdeki Sağlam Zemine Aktarılması

#### Ayaklar

Çevredeki inşaat nedeni ile veya yüklerin artması yüzünden meydana gelebilecek oturmaları önlemek için yapılan geleneksel temel takviyesi, bazen temeli derinleştirilerek bir ayak oluşturulmasına dönüştürebilir. Kuyu yöntemi buna örnektir (Saraç, 2003).

#### Altan Destekleme ve Takviye Kazıklar

Temel takviyesinde kazıklar, duvarın iki yanında olmak üzere çift imal edilir. Eğer binanın içinde kazık yapılamıyorsa bu kez dışarıda yapılan kazıklara duvar konsol olarak taşıtılır.

Yerinde dökme kazıklar: Yapımı sırasında fazla sarsıntıya yol açmadıkları için temel takviyesi işlerinde yaygın olarak kullanılırlar. Yer altı su seviyesini altındaki kumlu zeminlerde yılanma olmaması için delik delme işleminin dikkatle yapılması gerekir (Saraç, 2003).

İtme ( burgulu ) kazıklar: 20~60 cm çapında ve 0.50~1.50 m parçalar halinde zemine itilerek sokulur. Zeminde boşluk oranını azaltılmasında kullanılır. Kazık zemine itilerek sokulduktan sonra ucu mevcut yapıya bir başlıkla bağlanmaktadır. Zeminde örselenme azdır. Taşıma kapasitesinin belirlenebilmesinden, sismik hareketlerin olduğu ve zor zemin şartlarında da uygulanabilmesinden dolayı tercih edilir. Burgu sayısı arttıkça yüksek taşıma kapasitesine ulaşır (Saraç, 2003).

Mini kazıklar: Temel güçlendirmelerinde çeşitli çaplarda kazıklar kullanılmaktadır. Çapı 300 mm ile 600 mm arasında olan kazıklara küçük çaplı kazıklar, çapı 300mm ile 75 mm arası olan kazıklara da mini kazıklar denilmektedir. Mini kazıklar küçük çaplı kazıklar olup kazık gereksinimi olan ve tasarım yükleri 3 tondan 500 tona kadar her türlü zeminde kullanılabilir. Günümüzde küçük çaplı özellikle mini kazık yöntemi uygulama kolaylığından dolayı yaygındır. Uygulama zemin delinerek enjeksiyon ile doldurularak oluşturulan kazık sistemidir. Bu yöntem oturma ve zemin kabarması nedeniyle hasar görmüş yapılarda temelin güçlendirilmesi ve oturmaların durdurulması amacıyla tercih edilip uygulanan kazıklar Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Saraç, 2003).

Tip 1: Mini Kazık: Genelde bu tipte yükü daha kararlı veya sağlam bir tabakaya aktaracak şekilde tasarlanırlar. Özellikle şevim kayması muhtemel en kritik kayma yüzeyinde kazık kayma yüzeyinde kazık-zemin teması söz konusu olmaktadır (Saraç, 2003).

Tip 2: Kök Kazık: Ağacın köklerine benzeyen üç boyutlu bir kazık ağı örgüsü zeminde kilitleme sayesinde stabilizasyon sağlamaktadır (Saraç, 2003).

### Sismik Yalıtım

Sismik yalıtımın temel ilkesi yapıların kuvvetli yer hareketlerinin özellikleri göz önüne alınarak yapı rijitliklerini bir noktada azaltarak periyotların uzatılması sönüm oranlarının artırılması ve böylece yapılara depremde daha az yük etkimesinin sağlanması şeklinde özetlenebilir.



Şekil 14: San Francisco Sanat Müzesi Sismik Yalıtım Uygulaması (URL-5).

### Sistemin Stabilizesini Artırıcı Ek Müdahaleler

#### • Bölgesel Müdahaleler

Bölgesel müdahaleler çoğu zaman yapının bütününde uygulanan güçlendirme yöntemiyle benzerlik gösterir. Bölgesel uygulama doğrudan yapı elemanın taşıma gücünü artırıcı bir çalışmadır.

Yapılarda pencere ve kapı boşlukların kapatılması: Eski eserlerde pencere ve kapı boşluklarının tuğla ya da taş ile örülerek kapatılması sistem stabilitesini ve rijitliğini artıran müdahalelerden biridir. Bazen çelik çerçeve kullanılarak da uygulama yapılabilir (Mahrabel, 2006).

Yapılardaki ayrılmalar için yapılan müdahaleler: Yapı elemanlarında sismik etkiler (deprem) yetersiz bağlantı ya da bağlantıların yeterli dayanımda olmaması sonucunda, geniş düşey kırıklar veya ayrılmalar oluşabilir. Bu ayrılmalarda o bölgeye taş veya tuğla ekleyerek ya da çelik sistem ile müdahale edilebilir (Mahrabel, 2006).

### • Acil Müdahaleler

Geçici Takviyeler ve Yapının Desteklenmesi: Ağır hasar almış ve kısmi göçmeler yaşamış tarihi yapılarda yıkımların ilerlememesi ve yapının kalan kısımlarının da hasar görmemesi ve tehlikeyi minimuma indirmek için uygulanmaktadır. Devrilme, düşme eğiliminde ya da yana yatma durumu yaşayan elemanlar için geçici destek, payandalar, ara bağlantılar vb. takviye elemanları kullanılmaktadır. Ahşap ve çelikten yapılmış takviyeler en çok tercih edilen yöntemlerdendir. Bazı acil durumlarda yapının devrilmesini engellemek ve desteklenmesini sağlamak için iş makineleri de kullanılabilir.

Yapının Askıya Alınması: Bazı hallerde kubbe, tonoz, kemer ve yığma yapılarda duvaralar gibi elemanlar bir kalıp-iskele sistemi yöntemi ile askıya alınır. Bu şekilde yüklerin temellere iletilmesi önlenir. Kalıplar, taşıyıcı elemanın formuna uygun olacak şekilde tasarlanır. İskelede mesnet noktalarında verilecek ters yüklerle taşıyıcı sisteme ters sehim verilerek yapı yükleri iskeleye iletilmiş olur.

### 2.2.2. Bütünleme

Bütünleme; bir bölümü hasar görmüş ya da yıkılmış olan yapı öğelerinin sağlıklı ve güvenilir veriler ışığında (resim, belge vb.) ilk tasarımlarındaki bütünlüğe kavuşturacak biçimde geleneksel veya çağdaş malzeme kullanarak tamamlama işlemine denmektedir. Bu uygulama yöntemi yıkılan kısımlar tamamlanarak yapı kullanılı hale gelir ve daha fazla hasar alması engellenmiş olur.

Uluslararası komitelerinin de söylediği gibi yeni yapılan kısımlar özgün olandan ayrılabilmesi için farklı bir dokuya sahip malzemelerden yapılması daha uygun bir uygulama olacaktır (ICOMOS, 1999).

### 2.2.3. Yenileme

Doğal afetler, bakımsızlık, zamanla değişen yaşam biçimi ve ona bağlı istekler nedeniyle birçok tarihi yapı özgün işlevinden uzak ilk yapılış amacından farklı durumlarda olabilmektedir. Ülkemizde ilk tasarıma ait yeterli veri bulunamayan 2. grup yapılarda, yeni bir iç düzenleme yapılmasına izin verilebilir. Dış cephesi aynı kalacak şekilde iç mekanda değişiklikler yapılabilir fakat tarihi anıya saygı duyularak yapılacak çalışmalar daha uygun çalışmalar olacaktır (Kültür ve Turizm Bakanlığı; 1999) (ICOMOS, 1999).

### 2.3. Yeniden Yapım

Zamanın yıpratıcı etkilerine karşı yok olan tarihi bir kimliğe sahip olan yapıların birebir replikasının yapılması durumudur. Tarihi açıdan bir değer taşımaz, bir yapım tekniğini sürdürme, geleneği yaşatma bakımından bu yöntem kullanılabilir. Yeniden yapımda teknik verilerin, fotoğraf, rölöve, restitüsyon ve belgelerin var olması gerekmektedir (ICOMOS, 1999).

## 3. TARİHİ YAPILARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİNDE YAPILAN HATALARIN ÖRNEKLERLE İNCELENMESİ

### 3.1. Parthenon

Parthenon Tapınağı dünya mimarlık tarihinin ve Yunan kültürünün en önemli simge yapılarından biridir. Parthenon, Atina'da bulunmaktadır. MÖ 447-432 yılları arasında yapılmıştır. Yapı ilk olarak Roma döneminde (MS 267) büyük bir yangında istila sonucu zarar görmüştür. Cellanın tüm iç yüzleri, çatısı

ve revakları yok olmuştur. 6. yy 'da Hristiyan kilisesi haline getirilmiş ve doğu köşesine bir altar ilavesi yapılmıştır. Osmanlı Devleti döneminde yapının aslı olduğu gibi korunarak bağımsız bir minare eklenerek camii olarak kullanılmış daha sonra mühimmat deposu olarak kullanılmıştır. 1687 yılında Venedik-Türk savaşı sırasında barut mühimmat deposu olarak kullanılan yapı, Venedik saldırıları sırasında yapının içindeki barutun ateşlenmesi sonucu ikiye ayrılmıştır. Cellanın kuzey ve güney tarafındaki 14 sütun çökmüştür (Toganidis, 2007).

1835 yılında ilk restorasyon girişimi Alman Mimar Leo von Klenze tarafından yapılmıştır. Klenze'nin planlamalarıyla Akropol'de Osmanlı hakimiyeti sırasında oluşmuş dini ve sivil mimari öğeler tamamen ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca bu çalışmalarda Parthenon'un yan duvarların kısmi restorasyonunu gerçekleştirilmiş ve kuzey cephesinde 2 sütun dikilmiştir. Cella duvarlarında bulunan yıkılmış kısımlar tuğla kullanılarak destek amaçlı doldurulmuş, tapınak sütunlardaki zayıf bölümler, demir kasnak ve kenetler kullanılarak güçlendirilmiş ve bazı sütunlar ayağa kaldırılmıştır (Toganidis, 2007) (Jokilehto, 2002).



**Şekil 15:** Parthenon Tapınağı'nın 1890 yılındaki durumu ve 1922-1930 yılları arasında geçirdiği onarımlar sonrası görünümü (Balanos, Massin, & Lévy, 1938)

Parthenon'da ikinci kapsamlı restorasyon çalışması 1898-1902'de başlamış ve 1922-1933'te Nikolaos Balanos tarafından gerçekleştirilmiştir. Balanos'un özellikle Parthenon, Erectum ve Nike Tapınak'ında gerçekleştirdiği restorasyonlar, rekonstrüksiyon anlayışıyla ele alması ve bunu yaparken pratikte seçtiği yöntemlerin yanlış olması uluslararası çevrelerden ciddi eleştiriler almasına neden olmuştur. Parthenon'da, sütun sıralarını ayağa kaldırırken parçaları doğru yerlerinde ve gerçek pozisyonlarında birleştirmemiş hatta akropoliste var olan iki farklı antik bloğun malzemelerini farklı tapınaklarda kullanmıştır. Tüm bunları uygularken parçaları kesmiş, delmiş ve birleştirme aşamasında da demir kenetli bağlar kurşun içine yerleştirmeden kullanmıştır. Bu demir giriş bağlantıları mermerlerin içine gömmüştür. Ayrıca Parthenon'da kuzeydeki sütun sıralarının onarımında arşitravları tümüyle mermerle tamamlarken sütunlardaki eksik bölümler için çimentodan yeni tamburlar oluşturmuştur. Balanos'un savunarak kullandığı bu yöntemlerin zararları ileriki yıllarda ortaya çıkmış olup birleşimlerde kullanılan demir donatılar ve çimentodan yapılmış tamamlamalar özgün malzemenin bozulmasına neden olmuştur. Zamanla, özgün malzemede çatlaklara neden olmuştur. Açık derzlerin oluşması ve atmosferik nemin nüfuz etmesiyle iç demir takviyeleri aşınmıştır. Aşınmış demir elemanların genişlemesi mermer dokuda çatlamaya neden olarak blokların parçalanmasına sebep olmuştur (Toganidis, 2007) (Jokilehto, 2002) (Lambrinou, 2016).



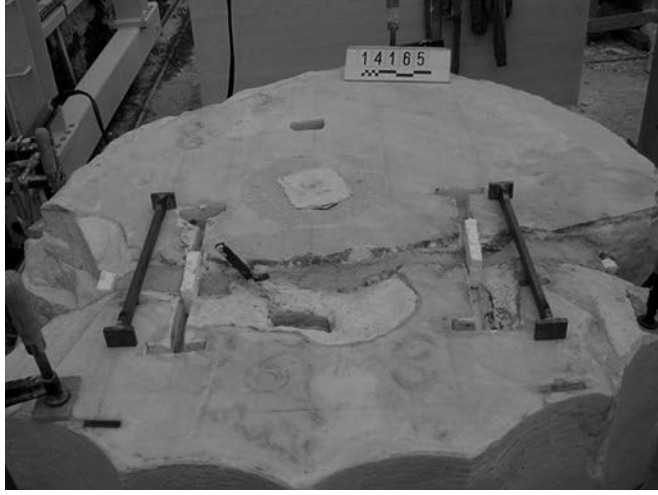
**Şekil 16:** Nikolaos Balanos'un akropolis restorasyonunda kullandığı demir kenet uygulaması ve atmosferik etkenlerden dolayı genişlemesi ve mermer dokuda çatlaklar oluşturması (URL-6)

Balanos'un Parthenon'da uyguladığı, çimento ve demir kullanarak rekonstrüksiyon girişimine birçok uluslararası komite karşı çıkmış. Özellikle 1931'de Uluslararası Müzeler Örgütü tarafından Atina'da düzenlenen, "1. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi, arkasından yayınlanan Atina Kartası ve Giovannoni katkılarıyla modern koruma ilkeleri anlatılmış. Bu koruma ilkelerinin Parthenon'da da uygulanması gerektiği söylenmiştir (Tarhan, 2019).

Parthenon'da 1984 yılında üçüncü kapsamlı restorasyon çalışmasına başlamıştır. 1981 yılında meydana gelen şiddetli deprem doğu yakasının köşelerini etkilemiş ve yetkilileri önlem almaya mecbur bırakmıştır. 1986-1991 yıllarında 1981 depreminde ağır hasar gören doğu cephesinde ilk çalışmalar başlamıştır. Bu çalışma kapsamında eski restorasyonlarla birleştirilen bazı parçaların çatladığı, bazılarının ise birleşim yerlerinden ayrıldığı tespit edilmiştir. Bu sorunlar ve Balanos'un yapmış olduğu yanlış müdahelerden dolayı yapı kapsamlı bir restorasyon çalışması yapılmasına karar verilmiştir. Restorasyon çalışması Mimar Manolis Korres tarafından yürütülmüştür. Çalışmalar Akropolis Anıtlarını Koruma Kurulu'nun bilimsel gözetimi altında olmuştur (Toganidis, 2007) (Lambrinou, 2012).

Yapıda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri yanlış sütunların yönünü değiştirmek için özel aletler tasarlanarak güney cephesinde uygulanmalar yapılmıştır. Yürütülen restorasyon projesinin ihtiyaçlarından biri de eksik parçalarını tamamlaması aşamasıdır. Yapıda pentelik mermeri kullanılmış fakat yapılan testler ve analizler sonucu günümüzde özgün malzemeye benzer özelliklere sahip dionysos mermerinin kullanılmasının en iyi seçim olacağından restorasyon çalışmasında bu malzeme kullanılmıştır. (Toganidis, 2007) (Lambrinou, 2012).

Bu süreçte yanlış mermerin çatlaklarından geçebilen özel derzler geliştirilmiştir. Bu harç ile kolonların stabilitesi arttırdıktan sonra diğer elemanlar sökülmüş ve konservasyona devam edilmiştir (Toganidis, 2007) (Lambrinou, 2012). Paslı demir çıkarılarak yerine titanyum takviyeler kullanılmıştır. Bu malzeme korozyona demirden 500 yüz kat daha dayanıklıdır. Yapıda titanyum takviyesi daha önce restore edilmiş veya yerinde korunmuş olan sundurmanın tüm bölümlerinde, sıra sütunlar, sütun başlıkları, kuzeybatı antanın taç başlığı, taç blokları ve batı frizinin destekleri vb. bölümlerde kullanılmıştır (Toganidis, 2007) (Kourkoulis, Papageorgiou, & Mentzini, 2010).



**Şekil 17:** Parthenon'da titanyum takviyesi kullanılması (Mentzini, 2017)

Kuzey cephesi ve sütunlar bölgesi programı en kapsamlı ve zor olan restorasyon çalışmasıdır çünkü 1930'larda Balanos tarafından restore edilen saçak ve sekiz sütunun sökülerek restorasyonunu içermektedir. Yaklaşık 185 parçayı içeren bir çalışmadır. Paslanmış metal kelepçeler dübellere kaldırılmış, önceki müdahalenin çimento dolguları yerine yeni mermerler yapılmış ve mimari elemanlar, özellikle sütunlar belirlenen metodolojiye göre doğru konumlarına getirilmiştir (Lambrinou, 2012).

### 3.2. Pisa Kulesi

Pisa Kulesi, İtalya'nın Arno Nehri kenarında bulunan Pisa şehrinde bulunmaktadır. Bu şehre ait Pisa katedralinin çan kulesidir. Pisa Kulesi üst üste bindirilmiş yuvarlak 6 sütun dizisinden meydana gelen 56 metre yüksekliğinde bir kuledir. En üstteki çanların bulunduğu 8. kat silindirik biçimindedir (Encyclopaedia Britannica |, 2020).

1173 yılında inşasına başlanan kulenin birbirini takip eden savaşlar nedeniyle yapımı pek çok kez kesintiye uğramış yaklaşık 200 yıl sürmüştür. Daha dördüncü katı yapılırken güneye doğru eğilmeye başlamıştır. İnşaat devam ettiği sırada kulenin güney tarafına daha uzun sütunlar ve kemerler eklenmiştir. Fakat dördüncü kata ulaşıldığında güney tarafındaki kemerler kuzeydeki kemerlerden iki santim daha uzun olmuştur. Pisa Kulesi'nin inşaatı savaşlardan dolayı durmuş yaklaşık 100 sene sonra kuleye dört kat daha eklemeye başlanmıştır. Üst katların bir tarafını diğerinden daha uzun inşa edilerek denge sağlanmaya çalışıldıysa da bu durum kulenin daha da eğilmesine sebep olmuştur. 1319 yılında kulenin yapımına yeniden başlanarak yedinci kat, çanın yer aldığı sekizinci kat ise 1372 yılında yapılmıştır (Barsali, 1999) (Puzrin, Alonso, & Pinyol, 2010). İnşaatın sonunda, kulenin düşeyden 3° saptığı düşünülmektedir. Pisa Kulesi'nin eğimine çözüm getirmek uzmanlar yıllar içinde çeşitli girişimlerde bulunmuşlardır.

1838 yılında Mimar Alessandro Della Gherardesca, kulenin çevresine gömülü temel basamaklarını ve sütun kaidelerini ortaya çıkarmak için 3 m genişliğinde bir hendek kazılarak yürüme yolu uygulamasını yapmıştır. Bu yürüme yoluna catino denmektedir. Catino güney tarafında su seviyesinin altında



kaldığından, kazı suyun içeriye dolmasına neden olmuştur. Buna takiben kule, yarım derece daha eğilmiştir (Jamiolkowski, 2001) (Puzrin, Alonso, & Pinyol, 2010) (Melis & Gatley, 2018).

1934 yılında The Department of Civil Works of the Town of Pisa (Pisa Kasabası İnşaat İşleri Dairesi ) tarafından kulenin temeline ulaşmak ve Pisa Kulesi'ni dik hale getirmek için kulenin çevresinde 300'den fazla delik açarak enjeksiyon uygulaması yapılmıştır. Temel kaidesinin çimento enjeksiyonu ile sağlamlaştırılması düşünülmüş ve bu çalışma sırasında su yalıtımı da yapılmıştır. Ayrıca, catinonun zemini ve duvarlarına 80 cm kalınlığında mermer kaplı bir beton levha konulmuştur. Fakat bu uygulama kulenin ağırlığının artmasına ve daha fazla eğilmesine neden olmuştur. İşlemlerin tamamlanmasından sonra da eğilme devam etmiş olup eğilme hızının 1945 yılındaki eğiminin 1990'da iki katına çıktığı hesaplanmıştır (Barsali, 1999) (Puzrin, Alonso, & Pinyol, 2010).

Yapının eğilmesinin nedenleri araştırılmış bu araştırmalar sonucu eğilmenin ana sebebi temeldeki yumuşak ve kumlu zeminde oluşan çökmeler olduğu ortaya çıkmıştır. Kule temelleri zeminin 3 m altında, deniz seviyesinde ve kuzey yöndeki yeraltı su seviyesi güney yönündekinden daha yüksektir. Kulenin temeli sadece üç metre derinlikte olması, yoğun bir kil karışımı üzerine inşa ediliyor olması ve yumuşak zeminin kuleyi dik tutacak kadar güçlü olmamasından dolayı kulenin ağırlığı en zayıf noktaya doğru eğilmesine neden olmuştur (Jamiolkowski, 2001).

1990'lı yıllarda kule eğiminin 5,5° olduğu saptanınca ilk olarak kule kapatıldı, çanlar kaldırıldı ve restorasyon çalışmalarına başlandı. 1992 yılında binanın geçici olarak stabilize edilmesi amacıyla kulenin etrafına ikinci kata kadar plastik kaplı çelik kablolar inşa edildi. Mayıs 1993 ile Şubat 1994 arasında kule tabanının kuzey kenarına yaklaşık 600 ton kurşun külçe ağırlıklar yerleştirildi. Bu ağırlıkların kullanılması, eğimi neredeyse bir inç (2.56cm) azaltmıştır (Burland, Jamiolkowski, Squegla, & Viggiani, 2013).



**Şekil 18:** Pisa kulesi çelik kablo ve kurşun külçe ağırlık uygulaması  
(Burland, Jamiolkowski, Squegla, & Viggiani, 2013)

1995 yılların başlarında restorasyonu denetleyen komisyon, göze hoş görünmeyen denge ağırlıklarını yer altı kablolarıyla değiştirmeye çalışmıştır. Bu çalışma esnasında kulenin eğiminde önemli bir artışa neden olduğu için proje iptal edilmiştir (Burland, Jamiolkowski, Squeglia, & Viggiani, 2013) (Burland, Jamiolkowski,, Squeglia, & Viggiani, 2003). Bu uygulama kısaca temel güçlendirme ve zeminin sıvı nitrojen dondurulmasını içermektedir. Kulenin temeli etrafına betondan bir halka yerleştirmiş ve betonu delerek yaklaşık 12,2 m aşağıdaki sıkı kum katmanına bu halkayı ankrajlarla bağlamışlardır. Ankrajların yerleştirilmesi sırasında zemin örselenmiş ve kulenin eğiminde ani bir artışa neden olmuştur. Eğimin tam tersi yönden daha çok kurşun külçe yerleştirilip operasyon terk edilmiştir (Jamiolkowski, 2001).

Bir süre herhangi bir işlem yapılmamış fakat 1999 yılında zemin boşaltma yöntemi uygulanması kararı alınmıştır. Kulenin kuzey kısmının altına dikkatli bir şekilde zemine eğik sondaj kuyuları açılmış ve bu deliklerden azar azar toprak çıkarma işlemi yapılmıştır. Bu şekilde kulenin altı boşaltılmış kulenin kuzey tarafının oturması sağlanarak ve eğim de azaltılmıştır. İşlemler 2001 yılında bitmiştir. Kulenin bugünkü eğimi 3,97 derecedir (Jamiolkowski, 2001) (Burland, Jamiolkowski, Squeglia, & Viggiani, 2013).

### 3.3. Santa Maria dei Miracoli Kilisesi-Venedik

S. Maria dei Miracoli kilisesi, Venedik'te 1481 -1489 yılları arasında inşa edilmiştir. Kilise olarak tasarlanan yapı daha sonra yapım aşamasında 1485 yılında manastıra dönüştürülmüştür (Howard, 1989). Cephelerin kendine özgü yarım daire biçimli bir alınlığı bulunmaktadır. Cephede renkli mermer uygulaması vardır. Bu kilisenin benzersiz bir özelliği binanın mermer kaplamasıdır. Yapıda çeşitli türde ve renkte mermer kullanılmıştır Bu yüzden yapı mermer kilise olarak da bilinmektedir (Fasinna, 1992).

XIX yüzyılda yapıda iki önemli restorasyon projesi gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kilisenin hem içindeki hem de dışındaki bozulmuş mermerlerden birkaçı onarılmış ya da değiştirilmiştir. Yeni mermerler Portland çimentosu ile sabitlenmiştir. İkinci aşamada kilisenin çatı ve kubbesinde büyük bir restorasyon gerçekleştirilmiştir. Özellikle nem sorunu olduğu için yatay bir nem geçirmezlik uygulaması yapılmıştır (Fasinna, 1992) (Fasinna & Stevan, 1990).

Geçen yüzyıllar sonrasında . S. Maria dei Miracoli Kilisesi'nin mermer cephelerinde bozulmalar meydana gelmiştir. Yapının mermer cephelerinde meydana gelen çürüme mekanizmalarını anlamak için 1980-1990 yılları arasında detaylı bir araştırma yapılmıştır. Bilgisayar ortamında mikroklimatik araştırma çalışmasının yanı sıra mermer levhaları destekleyen tuğla duvarlar da incelemeye alınmıştır. Binanın yapısıyla ilgili nem ve tuz içeriği araştırmalarına özellikle önem verilmiştir. Öncelikli olarak kanala bakan cephe olan sol cephe en çok hasarlı cephe olmasından dolayı ilk araştırmalar bu cephede yapılmıştır. İkinci aşamada daha iyi durumda olan sağ cephe incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda kilise ve zemini arasındaki mesafenin arttığı tespit edilmiş ve bunun nedenin de yüksek nem olduğu saptanmıştır. 5 m derinliğinde sondaj yapılmıştır. Bu sondajlarda yüksek su miktarı bulunmuştur. Mermer levhaların bozulmasının nedenleri ise;

- Yapılan ilk restorasyon çalışmasında döşeme kaldırılmadan müdahale edildiği için, tuğla bölümlerde nemin buharlaşması engellendiğinden eski yüksek nemin olması ortadan kalkmaması,
- Oluklardan ve çevreden dış mermer plakalara sürekli su sızması,

- Özellikle mermer levhaları tuğla duvarlara sabitlemek için 1880'lerde (19.yy yapılan) yapılan müdahalede kullanılan Portland çimento uygulanmasının yapıya oldukça büyük zarar verdiği tespit edilmiştir. Portland çimentosu kullanımında görülen en büyük sorun tuzlanma olayıdır. Bu yapıda da mermerlerin bozulması, tuzun varlığına bağlanmaktadır. Tuzun oluşması, malzeme bünyesine giren suyun kuruyarak buharlaşması ile yüzeyde çiçeklenme denilen yüzey erozyonu oluşmasına sebep olmuştur. Mermerlein bozulmasındaki en büyük etkenin bu olayın olduğu saplanmıştır (Fasinna, 1992) (Fasinna & Stevan, 1990).



**Şekil 19:** Koruma işleminden önce Miracoli'nin tuz birikintileri ve yüzey kiri içeren dış görünümü (Fasinna, 1992).

1990'lı yıllarda başlayan çalışmalar ile hasar kaynaklarını belirlemek ve en iyi düzeltici önlemleri belirlemek için Venedik sanat eserleri müfettişliği laboratuvarı tarafından taşın korunması üzerine bir araştırma programı başlatılmıştır. 1990'dan 1997'ye kadar kilise binasının hem iç hem de dış cephesinin mermer kaplaması ve taşlarını tuzdan arındırılmış ve temizlenmiştir. İlk olarak mekanik temizleme yapılmıştır. Sonra tüm mermer kaplama çıkarılmış ve paslanmaz çelik tanklarda damıtılmış su çözeltisi içinde temizlenmiştir. Sıvalardan temizlenmiştir ve sağlamlaştırılmıştır (URL-7).



**Şekil 10:** Miracoli'nin mermerlerinin tuz birikintileri arındırma işlemi (URL-7)

Restorasyonun diğer bir aşaması da yapının iç kısmında yapılmıştır. Sunak kısmı ve eski ahşap şapelde detaylı onarım çalışmasına yapılmıştır. Demir destekler, çelik desteklerle değiştirilmiştir. Tavan temizleme çalışması yapılmıştır. Cepheye su geçirmez bir gül pencere yerleştirilmiş ve kilise sıralarında kapsamlı onarımlar yapılmıştır. Çanlarda yapılan işlemlerden sonra restorasyon çalışması sona ermiştir (URL-7).

### 3.4. San Marco Çan Kulesi

San Marco Çan kulesi İtalya, Venedik'te San Marco meydanında yer almaktadır ve San Marco Bazilikası'nın çan kulesidir. Aziz Mark'ın Çan Kulesi olarak da bilinmektedir. Kule 98,6 metre yüksekliğindedir ve Venedik'teki en yüksek yapıdır. Yıllar içinde bir çok hasar alan ve restorasyon geçiren çan kulesi 1902 yılında oluşan çatlaklar sonucu çökmüştür. 1902-1912 yılları arası tekrar yapılmıştır (Garozzo, 2017).

Kulenin inşaatı onuncu yüzyıl başlarında başlamış ve kulenin yüksekliği yavaş yavaş yükseltildiği için zaman içinde düzensiz bir şekilde devam etmiştir (Garozzo, 2017) (Fradeletto, 1912). Tarih boyunca, çan kulesi devamlı doğal afetlerden özellikle fırtına ve yıldırımlardan zarar görmüştür. 1388, 1489, 1548, 1562, 1565, 1567, 1582 yıllarında yıldırımlar düşmüş ve her seferinde yapı tekrar onarılmıştır. 18 Mart 1776'da, Padua Üniversitesi'nde astronomi profesörü olan fizikçi Giuseppe Toaldo, Venedik'te ilk olan bir paratoneri yapıya kurmuştur (Gattinoni, 1912).

1885 yılında San Marco Meydanı'nda yapılan kazılar, temelin durumu ve yapının sağlamlığı konusunda endişeleri artırmıştır. 1892 ve 1898'de mühendisler ve mimarlar tarafından yapılan inceleme raporları, kulenin tehlikede olmadığı konusunda rapor verilmiştir. Bu raporda sadece restorasyon çalışması öncelikle yıpranmış tuğlaların değiştirilmesini içermektedir (Donghi, 1913) (Fradeletto, 1912) (Gattinoni, 1912).

Temmuz 1902'de, Loggettanın (çan kulasi altındaki yapı) çatısını onarmak için çalışmalara başlanmıştır. Logetta 15yy'da inşa edilen, Saint Mark meydanının daki çan kulesine bağlı kapalı bir dış galeridir. Logetta çatısının kuleye dayandığı yerdeki kiriş değiştirilerek yerine yenisinin konulması sırasında kule şaftının titrediği gözlemlenmiştir. Kulenin kaymasını gözlemlmek için çatlaklara cam yerleştirilmiştir. Bunların birçoğu ertesi gün kırık bulunmuştur. Daha sonra kulenin kuzey tarafında, tuğla şaftında büyük bir çatlak oluşmuştur. Çatlaklara alçı ile müdahalede bulunulmaya çalışılmıştır. Teknik bir komisyon kurulmasına rağmen yapıya yönelik herhangi bir tehdit bulunmadığı söylendiyse de 14 Temmuz 1902 yılında San Marco çan kulesi çökmüştür (Donghi, 1913) (Fradeletto, 1912) (Gattinoni, 1912) (Marchesini, 2002).



Şekil 21: San Marco çan kulesinin çökmesi ve tekrar inşa edilmesi (Fradeletto, 1912)

Kulenin çöküş nedenleri sıralandığında; ilk neden olarak kule temelini yetersiz olması olduğudur. Kulenin temeli, karşılıklı iki kat meşe kirişten oluşan bir platform üzerine inşa edilmiştir ve bu platform üzerindedir (Marchesini, 2002) Kulenin temeli, yapının ağırlığını desteklemek için yeterli değildi. Yapılan çalışmalarda San Marco meydanının sık sık sular altında kalması yapıyı olumsuz etkilenmiş olabileceği ve bunun temeli doğrudan etkilediği belirtilmiştir. Kulenin çökmesinin diğer nedeni, yıllar boyu yapının yıldırım, fırtına, yangın, deprem vb. gibi afetlerden kaynaklı uzun hasar geçmesinin olmasıdır. Tüm bu felaketler, kule temelini yapısal bütünlüğünü, iç yapısı ve dış duvarlarına büyük zarar vermiştir. Yapının uzun tarihi boyunca sürekli restorasyon ve yenileme çalışmaları geçirmiş olması yapıyı zayıflatmıştır. Kuleyi onarmak için yapılan her girişimde farklı malzemeler ve yapım yöntemleri kullanılmıştır (Donghi, 1913) (Fradeletto, 1912) (Gattinoni, 1912).

Kulenin yeniden yapılması için çalışmalara 1902 yılında başlanmıştır. Ama yeniden yapılmasına karşı çıkan bir grup da vardır. Çökmenin ardından, Çan Kulesi'ni yeniden inşa etmek için çok disiplinli bir danışma komitesi kurulmuştur. 25 Nisan 1903'te yapım işine başlanarak dokuz yıl sonra kule 1912 yılında tamamlanmıştır (Marchesini, 2002) (Macchi, Macchi, Jamiolkowski, & Pastore , 2013).

Yeni kule sadece yapısal destek açısından farklılık gösterilmesine karar verilerek tasarlanmıştır. Yeni tasarım, temeli çimento, demirden ve duvara demir kelepçelerle tutturulması ile oluşturulmuştur. Çan kulesinin temeli, yapıyı daha geniş bir alanda (yaklaşık 22 m ile 41 m arasında) dağıtmaya hizmet edecek bir şekilde temellerin genişletilmiştir. Bu yeni temelle 9 kg/cm'den 4 kg/cm'ye kadar yüklerin azaltılması hedeflenmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda yapılan yapısal ara bağlantılara rağmen, yeni ve eski temelleri tamamen bütün hale getirmek ve yüklerin zeminde üniform bir dağılımı için gerekli monolitikliği elde etmek mümkün olmamıştır. Zamanla, bu çan kulesinin tabanındaki trakit basamakları üzerindeki çökmeler nedeniyle çatlaklar olmuştur (Macchi, Macchi, Jamiolkowski, & Pastore , 2013) (Daniele , Siepi, Macchi, & Pastore, 2012).



**Şekil 22:** San Marco Çan Kulesi'ndeki basamaklarda oluşan çatlaklar  
(Macchi, Macchi, Jamiolkowski, & Pastore , 2013)

1950 yılında, temelin kaide seviyesinde birkaç kesme çatlaklı gözlemlenmiş ve bu da kulenin yapısal bütünlüğü ile ilgili ciddi endişeleri yeniden gündeme getirmiştir. Ekstansometre ile yapılan ölçümler sonucu çatlakların doğrusal hareketinin zamanla arttığını göstermiştir. Komisyon kesme çatlaklarının yayılmasının arkasındaki ana nedenin, taş temelin üzerindeki taş blok konstrüksiyonun yetersiz kalınlığı olduğunu belirtmiştir. Taş bloklara; dış betonarme zincir ve çelik bağlantılar kurmayı önermişlerdir. Çatlaklar küçük görüldüğünden çalışma durdurulmuştur. 1975 yılında gözlemler yeniden başladığında çatlakların zamanla stabilize olmadığı, çatlaklar genişliklerinde doğrusal bir artış olduğu tespit edilmiştir. Çatlak genişliği, 1975'te yaklaşık 2 mm'ye ulaşmıştır, 1955'te tahmin edilen boyutun iki katıdır (Macchi, Macchi, Jamiolkowski, & Pastore , 2013) (Daniele , Siepi, Macchi, & Pastore, 2012).

Tüm bilgiler ışığında yığma temel bloğunun farklı oturmasının devam ettiği doğrulanmıştır. Farklı oturmanın nedeni, eski taş blok ile 1903'te inşa edilen yeni taş blok arasındaki bağlantının iyi yapılamamasındandır. 1993'ten 2006 yılına kadar San Marco Çan Kulesi çevresinden CPTU testleri alınmıştır. (Macchi, Macchi, Jamiolkowski, & Pastore , 2013) (Daniele , Siepi, Macchi, & Pastore, 2012).

2007'de, Çan kulesinin temelini yeniden inşası başlamıştır. Yeni iyileştirme çalışmaları, genişletilmiş temeli çiftler halinde iki kat gerilmiş 6 cm çapında titanyum çubuklarla çevreleyerek güçlendirmeyi içermektedir. Temel taş bloğunun çevresi boyunca iki seviyede ön gerilmeli titanyum çubukları döşenmiştir. Döşemenin yaklaşık 40 cm altında ve ikincisi yaklaşık 2,3 m aşağıda tasarlanmıştır. Çubuklar 2 ila 3 m uzunluklarda birbirine cıvatalanmıştır. Köşelerinde titanyum plakalarla sabitlenerek ve her biri 250 kilonewton'a kadar gerdirilmiştir. Ardından, temelin yapısal tepkilerine bağlı olarak, gerilmeler birkaç yıl içinde kademeli olarak artırılmıştır Titanyum çubuklar, temelin genel eğilme sertliğini arttırmak ve çatlakların daha fazla yayılmasını durdurmak için yerleştirilmiştir. Bu nedenle, eğer çatlakların boyutunda bir artış olursa, çatlakların büyümesini önlemek için gereken minimum kuvvetlerin titanyum çubuklar tarafından karşılanacaktır (Macchi, Macchi, Jamiolkowski, & Pastore , 2013) (Daniele , Siepi, Macchi, & Pastore, 2012).

#### 4. SONUÇ

Tarihi yapılar buldukları coğrafyanın sosyolojik, ekonomik, kültürel öğelerini yansıtmaktadır. Bu yapıların korunması bir takım eğitim, bilgi süreci sonucu ve sürekli yapılacak bakımla mümkün olmaktadır. Doğal afetler, olumsuz çevre koşulları ve fiziksel-kimyasal bozulmaların yanında, insanoğlunun bu yapılara karşı aldığı tavır da tarihi eserlerin zarar görmesine neden olmaktadır.

Tarihi yapılarda onarım ve güçlendirme uzmanlık gerektiren bir ekip çalışmasıdır. Onarım ve güçlendirme yöntemi seçilirken en az müdahale, yapılan müdahalenin yapıya zarar vermeden sonradan da kaldırılabilmesi ve iyi analizler yapılarak seçilen yöntemin oluşan hasara en doğru çözüm olması gerekmektedir. Tarihi eserlerin korunması müdahale edilme aşamasında birçok disiplinin bir arada çalışarak yapılacak yapısal güçlendirme ve onarım projelerinde kullanılan yaklaşım gözlem, deney ve testlerden geçirildikten sonra uygulaması yapılmalıdır. Çoğu zaman tercih edilen yöntemin kendisi değil yapıya uygun olmayan yöntemin seçimi hatalı sonuçlar doğurmaktadır. Doğru tercih edilmeyen müdahale yöntemi yapıyı korumak yerine daha fazla zarar verebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak tarihi yapılarda uygulanan onarım ve güçlendirme teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. İkinci aşamada ele alınan eski eserlerde yapılan müdahale aşamaları ve uygun olmayan onarım ve güçlendirme yönteminin seçiminin doğurduğu hatalı sonuçlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Farklı zamanlarda incelenen yapılara koruma amacıyla müdahaleler yapılmış ancak bir koruma politikası çerçevesinde yapılmayan bilinçsiz uygulamalar, yapılara daha fazla zarar vermiş ya da özgünlüğünden uzaklaştırmıştır. Uygun olmayan uygulamalar sonucu yapılarda hasarların tekrar ortaya çıkması, yeni hasarların oluşumuna hatta yapıların göçmesine neden olduğu anlatılmıştır.

Makalede ele alınan yapılar, bugün koruma, onarım ve güçlendirme alanında detaylı çalışılan ve bu kavramların gelişmesinde önemli rol oynayan yapılardır. Özellikle bu yapılarda uygulanan zemin sağlamlaştırma, temel sağlamlaştırma, yenileme ve yeniden yapım vb. onarım ve güçlendirme metodların uygulanmasında yaşanan sorunlar bu alanda çalışanlar için literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Yeni yöntemler araştırılmış, geliştirilmiş ve denenmiş ancak bu yöntemlerin uygulanması sonucunda bazen olumlu bazen olumsuz sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlar bundan sonra yapılacak olan restorasyon onarım ve güçlendirme çalışmalarında değerli bilgi alt yapısı oluşmasında önemli katkı sağlamaktadır. Aşağıda tablo şeklinde makale kapsamında anlatılan yapılarda uygun olmayan onarım ve güçlendirme yöntemi ve bu yöntem sonucu yaşanan sorun özet şeklinde verilmiştir.

**Tablo 1:** Örnek yapılarda uygun olmayan onarım ve güçlendirme yöntemi

YAPININ ADI	UYGULANAN ONARIM VE GÜÇLENDİRME YÖNTEMİ	YAŞANAN SORUNLAR
<b>Parthenon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1922-1933 tarihleri arasında Nikolaos Balanos tarafından demir kenet ve çimento enjeksiyon uygulaması yapılmıştır.</li> <li>Nikolaos Balanos tarafından yapılan bütünlendirme yöntemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uygulama sonucu yapıdaki mermerin çatlamasına ve bazı parçaların birleşim yerlerinden ayrılmasına neden olmuştur.</li> <li>Modern bütünlendirme anlayışına aykırı yöntem uygulanmış olup parçalar yanlış yerlerde ve konumlarda yerleştirilmiştir.</li> </ul>
<b>Pisa Kulesi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1838 yılında yapı çevresinde zemin ve temel ıslah çalışması ve yürüme yolunun yapılması</li> <li>1934 yılında zemini sağlamlaştırmak amacıyla temel altı çimento enjeksiyonu ve yürüme yolu duvarlarına beton levhaların yerleştirilmesi</li> <li>1995 yılında yapılan çalışmalarda denge ağırlıklarını yer altı kablolarıyla değiştirilmiştir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1838 yılında yapılan bu uygulamalar yapının eğimini yarım derece artmasına neden olmuştur.</li> <li>1934 yılında yapılan bu uygulamalar kulenin ağırlığının artmasına ve daha fazla eğilmesine neden olmuştur.</li> <li>1995 yılında yapılan yer altı kablolarıyla ankajlama yöntemi kulenin eğiminin artmasına neden olmuştur.</li> </ul>
<b>Santa Maria dei Miracoli Kilisesi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>19.yy'da yapılan restorasyon çalışmasında mermerlerin sabitlenmesi için harcın yenilenme işleminde Portland çimentosu kullanılması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yapıda uygulanan Portland çimentosu uygulaması mermerlerin bozulmasına ve yapının zarar görmesine neden olmuştur.</li> </ul>
<b>San Marco Çan Kulesi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1902 yılına kadar yapıda zarar gören parçalar değiştirilmiş ve yenilenmiştir. 1902-1912 yılları arası yapının çökmesi ile yapının rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Bu çalışmada temel sağlamlaştırma yöntemi uygulanmıştır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yapının temel boyutlarının yetersiz olması ve bundan dolayı yapının afetlerden zarar görmesine neden olmuştur. 1912 yılında yapılan temel sağlamlaştırma çalışmasında eski ve yeni temel birleşimi iyi yapılmadığından hasarlar oluşmuştur.</li> </ul>

## KAYNAKLAR

**Encyclopaedia Britannica**. 2020. Leaning Tower of Pisa. <https://www.britannica.com/topic/Leaning-Tower-of-Pisa>.

**Arslan, F.** 2006. Depremden Zarar Görmüş Tarihi Yapıların Güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.

**Balanos, N., C. Massin, & A. Lévy** 1938. Le Monuments de L'Acropole: Relèvement et Conservation. Michigan Üniversitesi, Michigan.

**Barsali, G.** 1999. History & Masterpieces of Pisa (History and Masterpieces). Bonechi Edizioni, Dallas

**Burland, J. B., M. Jamiolkowski, N. Squeglia, & C. Viggiani,** 2013. The Leaning Tower of Pisa. Taylor&Francis Group, London

**Burland, J. B., Jamiolkowski,, M. B., Squeglia, N., & Viggiani, C.** 2003. The Tower of Pisa: History, Construction and Geotechnical Stabilization (Built Heritage and Geotechnics). CRC Press; 1st edition, London

**Croci, G.** 1998. The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. Computational Mechanics Inc, Boston

**Daniele , V., Siepi, M., Macchi, S., & Pastore, S.** 2012. Deep Soil Mixing Helps Venice San Marco Bell Tower. The Magazine of the Deep Foundations Insitute (July), 71-73.

**Değirmenci , İ., & M. Sarıbiyık,** 2015. Tarihi Yapıların Güçlendirilmesinde Yenilikçi Yaklaşımlar ve FRP Malzemelerin Kullanımı. 3rd International Syposium on Innotive Technologies in Engineering and Science, Valencia.

**Donghi, D.** 1913. La Ricostruzione Del Campanile di S. Marco a Venezia. Stab Tip. Del Genio Civile, Venazia

**Döndüren, M. S., Ö. Şişik, & A. Demiröz.** 2017. Tarihi yapılarda görülen hasar türleri. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi (13), 45-88.

**Fasinna, V.** 1992. Microclimatic Survey in S. Maria dei Miracoli Church in Venice in Relation to Marble Decay. 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, (s. 355-365). Lisbon.

**Fasinna, V., & A.G. Stevan** 1990. The Moisture Behaviour in Venetian Buildings Structure. Proc. of thè 4th Expert Meeting of Conservation of Historic Brick Structures, Amsterdam.



**Fassina, V.** 1978. A Survey on Air Pollution and Deterioration of Stonework in Venice. Atmospheric Environment (12), 2205-2211.

**Fradeletto, A.** 1912. L Campanile di San Marco Riedificato: Studi, Ricerche, Relazioni, A Cura del Comune di Venezia. Commune di Venezia. Venedik.

**Garozzo, A.** 2017. Il Rinnovamento dei Campanili nel Cinquecento: I Casi di Venezia. Archivio Istituzionale Della Ricerca dell'Università Degli Studi di Palermo Prodotti della, Sevilya

**Gattinoni, G.** 1912. Il Campanile di San Marco in Venezia. Pranava Books, Venedik.

**Gavrilovic, P., N. Ignatiev, P. Kremezis, & N. Laszlo** 1983. Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick Masonry Buildings, Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region, Viyana.

**Howard, D.** 1989. The Church of the Miracoli in Venice and Pittoni's St Jerome Altar-Piece. The Burlington Magazine, 131(1039), 684-692.

**ICOMOS.** 1999. Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü. [http://www.icomos.org.tr /Dosyalar/ ICOMOSTR\\_0901543001353670596. pdf](http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_0901543001353670596.pdf) (ICOMOS Türkiye resmi web sitesi).

**Ilki, A., M. Ispir, F. As, C. Demir & N. Kumbasar** 2008. FRP Retrofit of Walls Constructed with Historical Bricks. Challenges for Civil Construction Torres Marques et al.(Eds), Porto.

**Jamiolkowski, M. B.** 2001. The Leaning Tower of Pisa: End of an Odyssey. 15th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, İstanbul, Türkiye.

**Jokilehto, J.** 2002. A History of Architectural Conservation. Butterwort Heinemann: Oxford.

**Karakuş, F.** 2012. Geleneksel Yığma Yapılarda Strüktürel Sorunlar. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Kourkoulis, S., E.G. Papageorgiou & M. Mentzini** 2010. Dionysos Marble Beams Under Bending: A Contribution Towards Understanding the Fracture of the Parthenon Architraves. Engineering Geology(115(3-4)), 246-256.

**Küçükdoğan, B.** 2007. A Study on Strengthening and Repair Methods for Historical Costruction. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu-2,,Diyarbakır,Türkiye.

**Kültür ve Turizm Bakanlığı.** 1999. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu Taşınmaz Kültür Varlıklarının Gruplandırılması, Bakım ve Onarımları. 660 nolu İlke Kararı. Ankara, Türkiye: <https://teftis.ktb.gov.tr/TR-13918/660-nolu-ilke-karari-tasinmaz-kultur-varliklarinin-grup-.html>.

**La Mendola, L., M. Accardi, C. Cucchiara & V. Licata.** 2014. Nonlinear FE Analysis of Out-Of-Plane Behaviour of Masonry Walls with and without CFRP Reinforcement. *Construction and Building Materials* (54), 190-196.

**Lambrinou, L.** 2012. *Acropolis Restored. Parthenon North Side.* British Museum Editions, London.

**Lambrinou, L.** 2016. *Ancient Ruins and Their Preservation: The Case Study of the Parthenon's East Porch. A Companion to Greek Architecture,* London, 526-545.

**Macchi, G., S. Macchi, M. Jamiolkowski, & D. Pastore.** 2013. *Geotechnics and Heritage. Strengthening of the San Marco bell tower foundation in Venice.* CRC Press, Florida

**Mahrabel, H. A.** 2006. *Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım ve Güçlendirme Teknikleri.* Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

**Marchesini, M.** (2002). *Un Secolo All'ombra - Crollo e Ricostruzione Del Campanile di San Marco [1902-2002].* Momenti AICS, Venedik.

**Melis, A., & J. Gatley.** 2018. *A Romantic in Tuscany: Alessandro Gherardesca and the Transformation of Pisa's Piazza del Duomo.* *Cogent Social Sciences*, 4(1), 1-21.

**Mentzini, M.** 2017. *Structural Interventions on the Drums of the Parthenon's North Colonnade.* *Frattura ed Integrità Strutturale* (40), 95-106.

**Monni, F., E. Quagliarini, S. Lenci & F. Clementi.** 2015. *Dry Masonry Strengthening Through Basalt Fibre Ropes: Experimental Results Versus Out-Of-Plane Actions.* *Key Engineering Materials*, (624), 584-594.

**İstanbul Vakıflar Müdürlüğü.** 2011. *2008-2010 Restorasyon Arşivi.*

**Özden, E. Ö & Z. Görgülü.** 2006. *Planlama- Koruma İlişkisi Üzerine Yeni Bir Sistem Önerisi.* *Megaron*, 1(4), 234-255.

**Puzrin, A. M., E. E. Alonso, & N. Pinyol.** 2010. *Geomechanics of Failures-Leaning Instability: The Tower of Pisa,* Springer, London.

**Saraç, M. M.** 2003. *Tarihi Yiğma Kagir Yapıların Güçlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

**Tarhan, Ç. M.** 2019. *Beycesultan ve Laodikeia Örneklerinden Hareketle Kazı Alanlarındaki Arkeolojik Koruma Olgusunun Değerlendirilmesi.* Doktora Tezi. Ege Üniversitesi.Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir

**Toganidis, N.** 2007. Parthenon Restoration Project. XXI International CIPA Symposium, Atina.

**Toğrol, E.** 1994. Temel Takviyesi Yöntemlerine yeni bir bakış. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği V. Ulusal Kongresi, Ankara.

**Ünal, Z. G.** 2019. Tarihi Yapılar için Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu. İstanbul: T.C Vakıflar Genel Müdürlüğü, İstanbul.

**URL-1:** <https://www.sanalsantiye.com/bir-muhendis-gozuyle-ayasofya-2/> ( Erişim: 12.05.2022)

**URL-2:** <https://www.tarihlisanat.com/constantinus-sutunu-cemberlitas/> ( Erişim: 12.05.2022)

**URL-3:** <http://www.sehirler.net/resim-sivas-resimleri> ( Erişim: 12.05.2022)

**URL-4:** [http://www.arinzemin.com.tr/zemin\\_ iyilestirme.php](http://www.arinzemin.com.tr/zemin_ iyilestirme.php) (Erişim:12.05.2022)

**URL-5:** [http://www.sfcityguides.org/public\\_guidelines.html](http://www.sfcityguides.org/public_guidelines.html) (Erişim:12.05.2022)

**URL-6:** <https://www.pbs.org/wgbh/nova/parthenon/rest-01.html> (Erişim:12.05.2022)

**URL 7:** <https://www.savevenice.org/project/church-of-santa-maria-dei-miracoli> (Erişim:12.05.2022)



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

EVALUATING SUSTAINABILITY ASPECTS OF HOUSING IN UNESCO WORLD HERITAGE  
CITY OF YAZD CASE STUDY: LARIHA HOUSE

Kimia BELADI

Department of Architecture, Altınbaş University, İstanbul, Türkiye  
kimiyabeladi@yhao.com, ORCID: 0000-0001-7983-1111

Aykut KARAMAN

Department of Architecture, Altınbaş University, İstanbul, Türkiye  
aykut.karaman@altinbas.edu.tr, ORCID: 000-0001-2345-6789

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 01.07.2022 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 27.10.2022

**Abstract**

Nowadays, reducing energy consumption and coexistence with natural and climatic conditions in the region has become one of the most prominent architectural goals. As a result of the growing population and the crisis created by rising energy demand, managing energy consumption patterns has become an essential component of sustainability. The traditional architecture of Iran is derived from the culture, tradition, customs and is unique to the climate of that region, which has caused the least use of non-renewable energy in the design and construction of its structure. Besides, simple and logical methods have provided the most use of renewable energy. As a result, this study explores the method of optimizing energy consumption in the housing sector through current native pattern designing in hot and dry regions with a specific emphasis on the relevance of energy savings. The case study of this research is Lariha House. It can be observed in the design concept of this house, the details such as wall thickness, placement of the building, the height of the internal structure, and other elements including plants, porches, wind flow and etc., directly influence optimizing energy usage.

**Keywords:** Sustainability, City of Yazd, Houses, Vernacular Architecture

UNESCO DÜNYA MİRASI YEZD ŞEHRİNDE KONUTUN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YÖNLERİNİN DEĞER-  
LENDİRİLMESİ VAKA ÇALIŞMASI: LARIHA HOUSE**Özet**

Günümüzde enerji tüketimini azaltmak ve bölgedeki doğal iklim koşulları ile bir arada yaşamak en önemli mimari hedeflerden biri haline gelmiştir. Artan nüfus ve artan enerji talebinin yarattığı kriz sonucunda, enerji tüketim kalıplarını yönetmek sürdürülebilirliğin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. İran'ın geleneksel mimarisi, kültürü ve geleneklerinden türetilmiş olup ve o bölgenin iklimine özgüdür. Bu da yapısının tasarımında ve yapımında en az yenilenemez enerji kullanımına neden olmuştur. Ayrıca, basit ve mantıklı yöntemler yenilenebilir enerjinin en fazla kullanımını sağlamıştır. Sonuç olarak, bu

çalışma, enerji tasarrufunun önemine özel bir vurgu yaparak, sıcak ve kurak bölgelerde mevcut yerel tasarımı konsepti yoluyla konut sektöründe enerji tüketimini optimize etme yöntemini araştırmaktadır. Bu araştırmanın vaka çalışması, Lariha evidir. Bu evin tasarım konseptinde, duvar kalınlığı, binanın yerleşimi, iç yapı öğelerinin yüksekliği gibi detaylar ve bunun yanısıra, bitkiler, sundurmalar, rüzgar akışları gibi diğer unsurlar, enerji kullanımını optimize etmeyi doğrudan etkilemektedir

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Yazd şehri, Evler, Vernaküler Mimari

## 1. INTRODUCTION

In recent decades, the energy crisis and climate change have been among the most important problems that mankind has faced. In developing countries, energy consumption has also risen up with the increasing population (Asquith, Vellinga, 2006). Nowadays, mechanical systems play the most important role in the thermal balance of the buildings and at least one third of the energy consumed in most countries is allocated to heating and cooling the buildings (Perez- Lombard, Ortizb, Poutb, 2008). As a result of the growing population and the crisis created by rising energy demand, managing energy consumption patterns has become an essential component of sustainability. In the present age, the issue of sustainability is a matter of concern based on climate-friendly design and the use of recyclable materials and energy reducers (Eicker, Tereci, Kesten, 2010). Sustainable architecture is an architectural response that prioritizes human life in the present and the future. In its structure, those materials are used that are homogeneous and compatible with their environment during production, use or even during destruction. In sustainable architecture, locally produced materials are used as much as possible. It is considered the minimum consumption of fuel energy sources, the maximum use of solar energy, heating systems with the highest efficiency, and the least environmental degradation for the quality of habitant's life. Eventually, all factors that enhance the level of physical and mental comfort of those who live in that environment (Zahedi, Najafi, 2006).

Historical research indicates that traditional Iranian architecture and urban planning have been beautifully and simply built and developed in an organic and environmentally friendly manner (Abdolhosseini, 2011). This native architecture is introverted and has been formed according to the material and spiritual needs of the people there. It means that, it is shaped by taking advantage of the conditions and abilities of the natural environment and culture of the specific geographical region, in order to provide physical and psychic tranquility to dwellers (Fergus and Roaf, 2007). The traditional architecture of Iran is derived from the culture, tradition, customs and is unique to the climate of that region, which has caused the least use of non-renewable energy in the design and construction of its structure (Maleki, 2011). Besides, simple and logical methods have provided the most use of renewable energy. As a result, this study explores the method of optimizing energy consumption in the housing sector through current native pattern designing in hot and dry regions with a specific emphasis on the relevance of energy savings (Bonner, 2006). In hot and dry zones, people in the past created solutions to deal with climate problems that have different appearances in diverse places. Due to harsh environmental conditions in summer, hot storms and winds carrying fine particles, here structures play an important role in thermal comfort. (Golany, 1978). One of these hot and dry region is Yazd province,

which has its own special climatic conditions and traditional architecture. In the traditional architecture of Yazd, some details of the four-season houses such as basement, central courtyard, wind catcher, domed roof, porch, eco-friendly materials, garden pit, windows, location of the building has various structure. The elements and factors of Yazd houses created thermal comfort and a suitable environment for living with the use of these templates and the structures adapted to the environment. Although, these forms and structures in the present age cannot be used directly due to differences in modern construction systems and materials. The vernacular architecture contains principles and elements that can be used in modern architecture, and it seems that these principles can meet the goals of sustainable architecture (Khalili, Amindeldar, 2014).

## 2. RESEARCH QUESTIONS

Traditional Iranian architecture has a strong and abundant support for various aspects of sustainability, and Iranian art and culture place a special value on this art and culture. Third-world countries, including Iran, consume nearly three times the amount of energy as the rest of the world. It conveys that with the construction industry accounting for more than 40% of this. This level of consumption suggests that the problem requires further attention. This study investigates the following research issues:

What is the concept of sustainability and its indicators in the traditional architecture of houses in Yazd city?

Can the manifestations of sustainable architecture be seen in the houses in Yazd city?

Energy conservation, which is one of the principles of sustainable architecture, how was it done in designing the houses of this climate?

To answer the main questions of this research, Lariha House has been chosen as the case study. In the continuation of this research, an attempt will be made to investigate the relationship between sustainable architecture and the concept of design and construction of Lariha house and its urban context.

## 3. RESEARCH METHODOLOGY

The vernacular architecture and design of residential dwellings was influenced by a variety of reasons. Iran has a variety of weather conditions, including warm and humid, hot and dry, hot and humid, mild semi-desert and cold climate, due to this fact, different areas employed various roof forms and building materials. This paper is tried to focused on central areas of Iran (Yazd city) with hot and dry climate.

In the first step, the principles and concepts of sustainable architecture are evaluated. Accordingly, it has been tried to review the sustainable environment concerned with precipitation, wind and sand storms, general urban patterns, and how the city has been developed. The structure of the city, compactness, dense texture, narrow, irregular streets, and covered streets were probed. Moreover, the importance of traditional architectural features of Yazd city region and to examine its features in terms of theory in scientific dimensions.

In the next step, Lariha House was evaluated in detail as a sample of typical housing architecture in the historical region of Yazd. The position of the house is examined in terms of the urban context, planning of the house, materials, walls and openings, courtyard, eivan wind catcher, and sardaab. In addition, the degree of conformity of the elements of Lariha's house with the principles of sustainable architecture is investigated. Yazd's traditional houses are an amazing example of how it may be handled difficult climates with the use of simple intelligent architectural solutions, natural energy, and climate adaptation.

#### **4. THE CONCEPT OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE**

Sustainable architecture, which is a subset of sustainable design, is one of the most important modern movements which is a natural response to the concerns and problems of the industrial age (Tereci, 2017). Buildings, consume 50% of all fuel reserves, resulting in environmental catastrophes; hence, the necessity to design and produce more sustainable architecture is clear (Perez- Lombard L, Ortizb, Poutb, 2008). Sustainable architecture, like other architectural categories, has its own set of principles and guidelines. The following are the principles that must be met in order to classify a structure as a stable structure:

1. Energy conservation
2. Harmony with the climate
3. Reduce the use of new resources
4. Meet the needs of residents
5. Site coordination

Some buildings have specific features and characteristics that make them sustainable buildings. The principles that must be observed in order for a building to be classified as sustainable architecture are: conservation of energy, harmony with the climate, and accommodating the needs of inhabitants. (pleasing the mental and physical requirements of people is particularly important in sustainable architecture.) (Mani, 2010).

#### **5. SUSTAINABLE AND TRADITIONAL ARCHITECTURE**

Any country's cultural legacy plays a vital role in developing a sustainable environment. weather condition is one of the most important environmental factors that play an effective role in the climatic design of buildings and urban planning (Salighe, 2004). Despite climate change around the world and the problems caused by the consumption of fossil fuels, energy consumption in the world and in Iran is increasing every year (Konya, 2013). Due to the fact that Iran has different climatic regions, in this area for heating, cooling, and ventilation, a significant amount of energy is consumed. This volume of energy consumption should be considered in urban design and architecture compatible with the climate in order to provide comfort for people of that area (Rodrigo, Pérez-Higueras, 2012). Utilizing the indigenous and traditional architecture of each region is always one of the main architectural events and traditional Iranian architecture must be recognized as a complete representation of sustainable architecture (Oliver, 1973). On the other hand, many sources have studied passive techniques to enhance the energy use of buildings. Because of the significance of sustainability and heritage, numerous studies have been conducted in these areas, ranging from ancient building approaches to modern passive and active solutions to reduce the reliance of buildings on fossil fuel imports. In this context,



traditional courtyards in Yazd were investigated to determine the indoor thermal comfort conditions and effectiveness of natural ventilation systems, as well as other native thermal comfort design ideas (Memarian, 2000). Downdraught cooling (wind-catcher) is another well-known historic feature that is regarded as an energy-efficient and cost-effective alternative to conventional air-conditioning for new and existing buildings (Maleki, 2013).

## 6. CITY OF YAZD'S GEOGRAPHY AND CLIMATE

Yazd city, with an area of 76,469 square kilometers, is located in the center of Yazd province and on the Isfahan-Kerman road in coordinates up to 56° and 31° north latitudes and 23° and 54° east longitudes. The altitude of this city is 1230 meters above sea level and the air distance to Tehran is 508 kilometers. According to the 2016 national census, the province's population was 1,140,000 people (Kasmae, 1984). Being located in the central part of the Iranian plateau means being exposed to the most unsuitable natural factors that dominate the central plateau of Iran (Ghobadian, 1998). Slight opening with intense evaporation, being away from the sea, proximity to the vast dry desert of salt, low relative humidity with high heat, are some of the factors that make Yazd one of the driest regions in Iran. However, this special geographical and weather situation, along with the intelligence of the past of this land in using the natural energies, created a unique architecture (Nazem, 2015).

Moreover, the weather of this region in the book "Islamic Architecture of Iran" written by Professor Mohammad Karim Pirnia (1992) about the climate of Yazd has mentioned that summers are very hot and exhausting. The intense and dry summer and desert winds in these places combined with storms is terrible. It is one of the prominent features of summers in Yazd province. In addition, winters are usually extremely cold and unbearable, so being outside the city in January and February may be dangerous and deadly, especially early in the morning. These issues related to climate and other issues can be considered as a result of drought and dehydration in this city.



**Figure 1.** The location of Yazd city in the country of Iran map (Location of the province of Yazd and Yazd city [map])

## 7. THE LARIHA HOUSE (CASE STUDY)

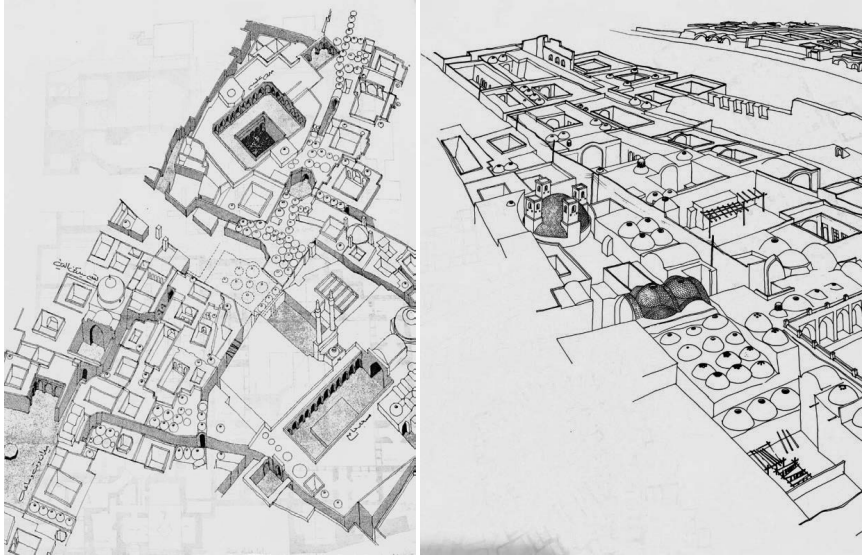
The construction of this valuable building dates back to the Qajar period and the year 1286 AH and it was commissioned around 150 years ago. The area of this house is about 1700 square meters and its infrastructure is about 1200 square meters. The Lariha house is located in the heart of the historical context of the Fahadan neighborhood in Yazd city, which is also a major tourist attraction within the city. This district is made up of various courtyard houses, ancient structures, and bazaars that are all connected by narrow, shady valleys. The Lariha house is one of several historical houses in this neighborhood that are listed on the Iranian Culture and Heritage organization's list of significant buildings for preservation and conservation. A decade ago, this house received intervention and restoration, and it is now used as a museum (Figure 2).



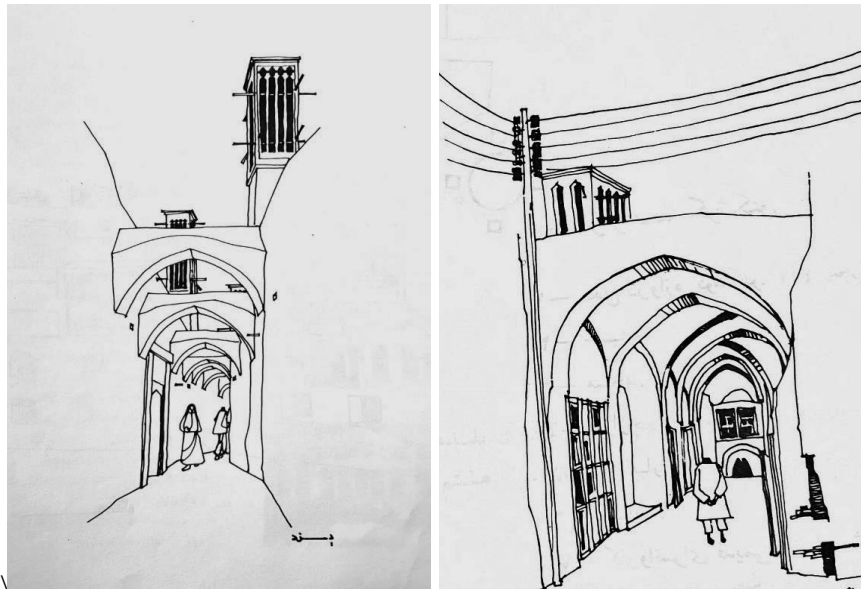
**Figure 2.** Location of Lariha house within the Fahadan district

### 7.1. The urban context of the house location

The location of the house is in a dense, low-rise neighborhood with winding, narrow alleyways. In terms of environmental and cultural values, the design of the urban context is just as essential as the design of the structure itself, and the entire system works together to create ideal living conditions both inside and outside the home (Figure 3). The passive climatic aspects of these vernacular residences, as well as the architecture of the buildings themselves, are heavily influenced by city planning and urban design. One of the reasons for the narrow alleys, which is sometimes enough for only two people to cross, is to provide better climatic conditions in the passages (Figure 4). The presence of high walls along the passages has a great effect on creating shade against the sun and also protecting the passages against rush desert winds. The winding roads in hot and dry weather are due to the fact that on straight and wide routes, desert winds can flow quickly and cause air circulation.



**Figure 3.** Sketches of the dense urban environment from where the house is located



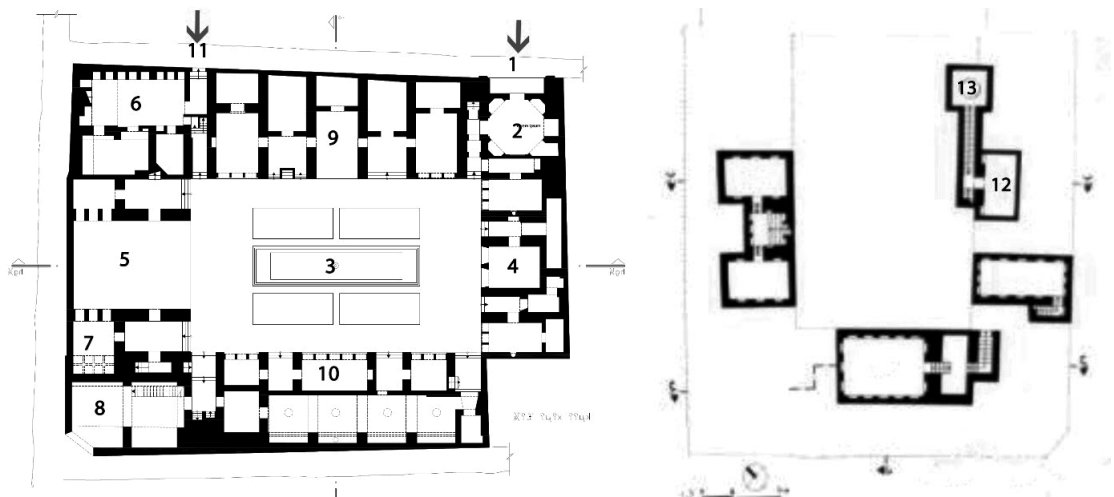
**Figure 4.** Yuzdaran pass, hight of wind catchers (a sample of four-season house in Fahadan district)

Climate has a significant impact on the architectural forms that are immediately recognized. For example, when one approaches the equator line and enters a more desert-like climate, the proportion of window area to wall area becomes less (Tavassoli, 1974). These environmental characteristics and responses are often overlooked today, as architects are more inclined and motivated to produce contemporary architecture utilizing high-tech and expensive approaches that have little practical benefit for the structure (Fathy, 1986).

## 7.2. Planning of House

The house is oriented along a northwest-southeast axis in order to create separate winter and summer areas. There is one main entrance to the house, which is located on the north side. This beautiful house has two large and small courtyards, two pools, Eivan (loggia,) halls, doors and many rooms. The entrance consists of a portico, vestibule and a corridor, leading onto a Hashti (vestibule), which serves as a lobby. The hashti ensured that guests couldn't see straight through the house as they entered because culture and privacy were important considerations. They had to turn a corner and proceed through hallways to reach the main section of the house, which was the courtyard. The hashti is located between the two courtyards and has equal access to both. Some service spaces, such as stables, kitchens and warehouses, have separate connections to the outside by the detached door. In addition to the mentioned components, the building has a separate section in the northeast corner, which includes a room and a small yard. There is a main courtyard in a rectangular shape and its elongation is approximately along the northeast-southwest. The main courtyard is large and detailed and porches, halls, and rooms all occupy the center of each side of the courtyard with a strong relationship to it, to benefit from its environmental and aesthetic qualities. In the middle of this side, there is a tall and high Eivan (loggia). The location of this semi-open space, the most important and largest space in the house, at the top of the yard has a great impact on the quality of the yard space. The Eivan is mainly used on summer evenings when the sun starts to set and is usually elevated about two to three steps above courtyard level (Keshtkaran, 2011).

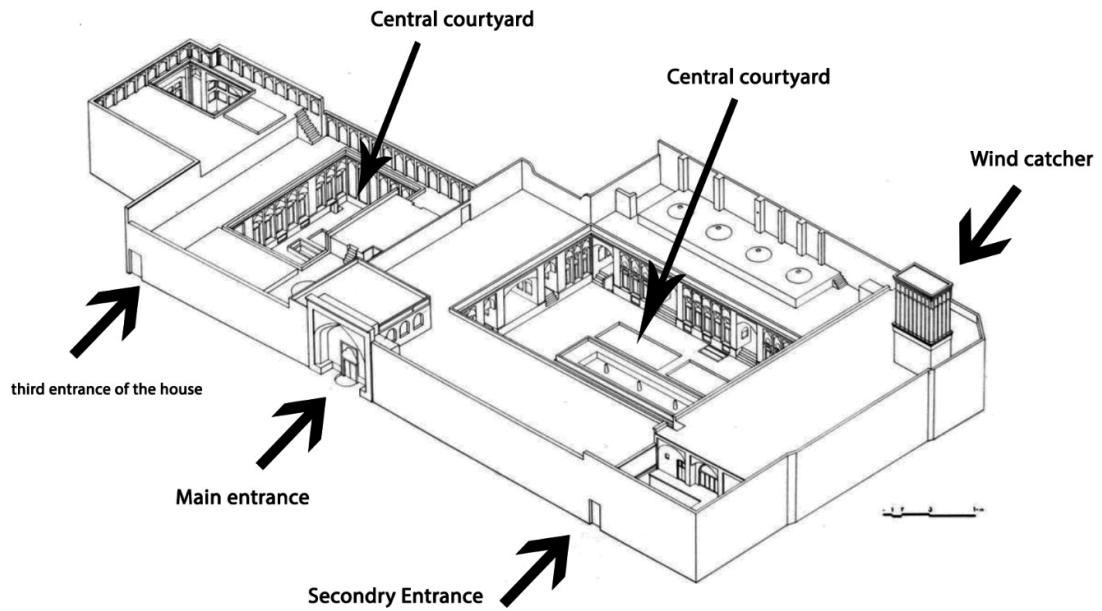
This house, like many other Yazd vernacular dwellings, has a summer and winter area. For a more suitable living environment, families were obliged to relocate to different parts of the house throughout different seasons. The wind catcher, *Sardaab* (water reservoir), and basement are all positioned on the south side of the house, which is also known as the summer area. This space receives only solar light from north during the summer because the windows all face the courtyard. The walls on this side are a little higher than the rest of the house and cause a high floor-to-the ceiling height, which reduces the amount of heat and keeps the space cool (Akhtarkavan, 2011).



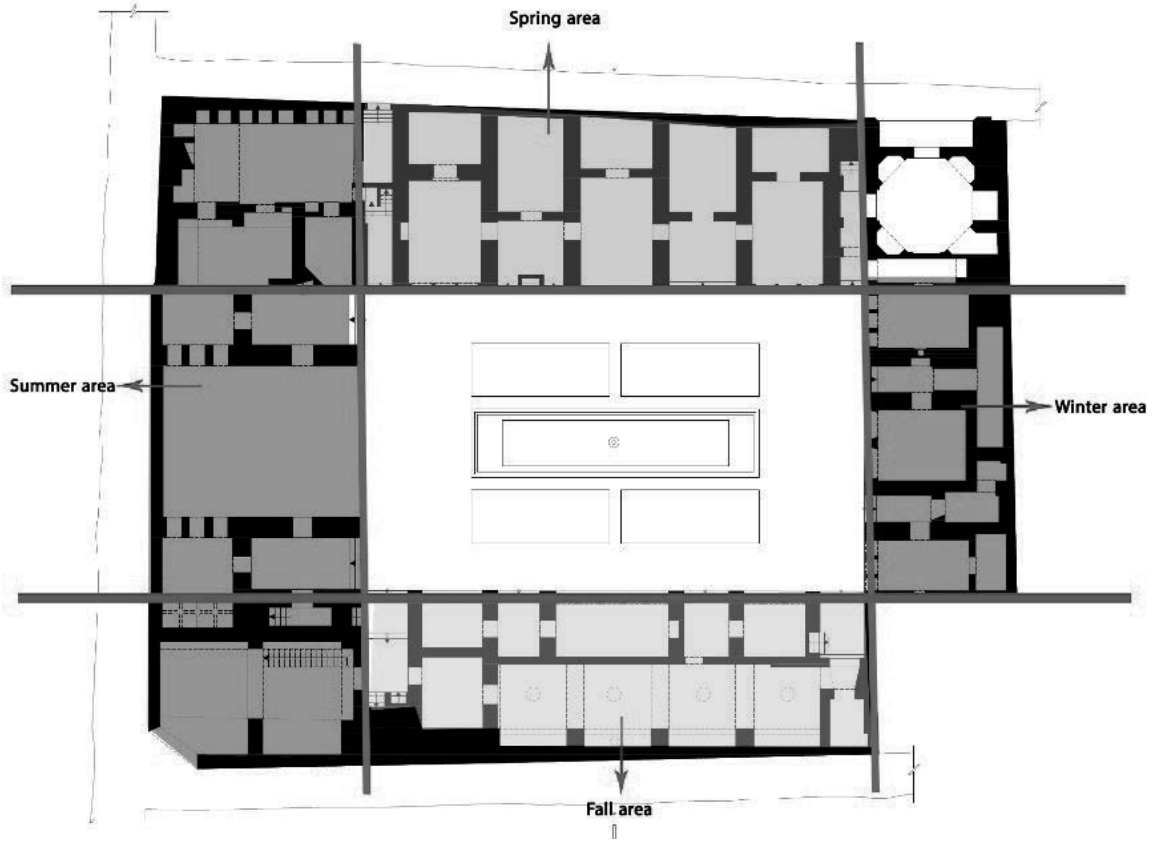
**Figure 5.** Spatial arrangement of rooms (Ground floor plan and Basement)

**Table 1.** Guide table of Lariha house (Adopted and modified by author)

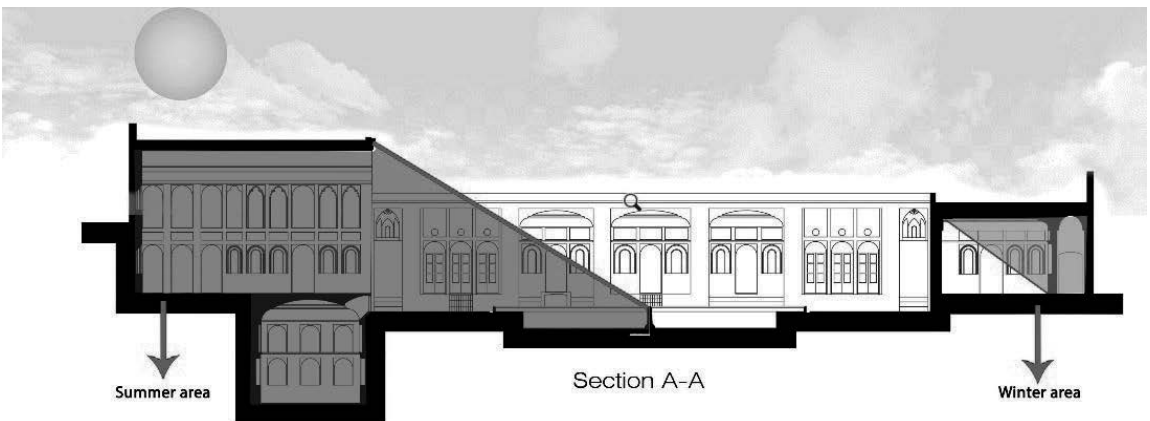
Number	Spaces
1	Main entrance
2	Hashti (vestibule)
3	Central courtyards
4	Winter area
5	Eivan (loggia)
6	Bedroom
7	Wind catchers
8	Room under the wind catcher
9	Spring area
10	Fall area
11	Secondary entrance
12	Sardaab (basment)
13	Ganat system (Aqueduct system)



**Figure 6.** Bird view from the Lariha house



**Figure 7.** Seasonal areas within the house



**Figure 8.** Shading provision in summer and winter parts

### 7.3. Materials, Walls and openings

Mud and adobe were the most common building materials in hot and dry areas (Figure 9). The climatic condition of Yazd have created its own architectural style. The mud and adobe are elements with high thermal resistance and heat capacity, the outer surface of which absorbs the sun's rays. Indigenous materials also made the construction cost of the building more affordable. The surfaces of the buildings were often whitewashed to reduce the heat generated in the walls by sunlight. In the construction of Lariha house, like other historical buildings in the city, local materials such as brick, mud, and adobe have been used (Keshtkaran, 2011).

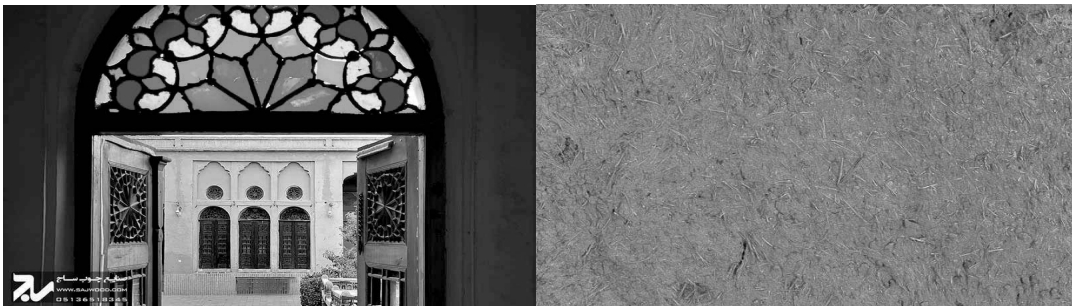
It is also worth noting that the thickness of the walls should resist long-term sunlight, especially since the external walls are about 1-1.5 meters thick which increases its thermal capacity. Walls facing winter winds, as well as those that are exposed to high levels of radiation, should be thick. All these specifications can be seen in the Lariha house (Figure 12).

To reduce the amount of solar radiation that enters the house, there are no openings on the exterior walls. This was also partly due to cultural and social aspects; as privacy was a major consideration in the house design, there were no windows facing the street or alleyways. The courtyard is visible from every room in the building, and the rooms on the corner are roof-lit. The materials of doors, windows, porches, and horizontal beams inside the roof are made of wood (Memarian, 1999) (figure 11).

the majority of the windows are brilliantly colored in order to diminish direct sunlight into the house The colors also prevent mosquitoes from entering the house through openings, which is a common trouble in hot climates (Figure 10).

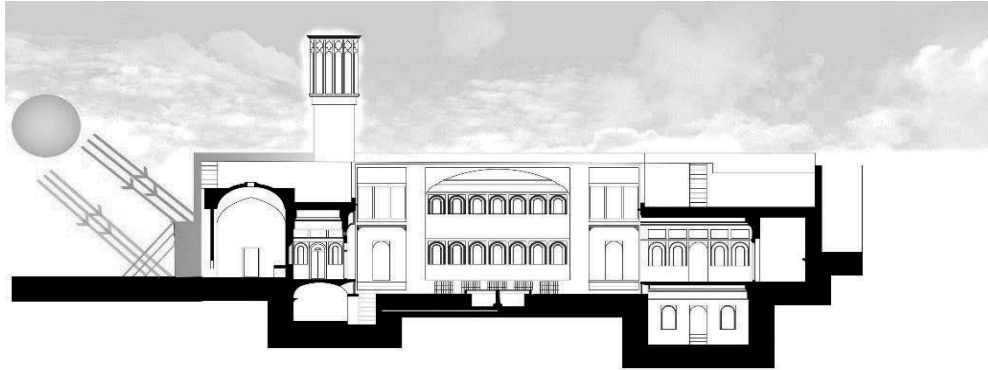


**Figure 9.** Traditional wooden window facing the courtyard (Orsi)



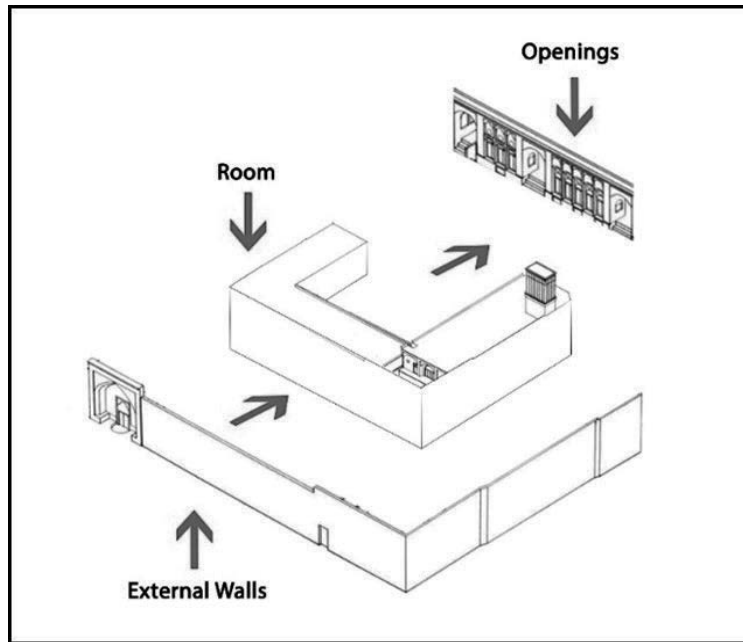
**Figure 10.** Colored window

**Figure 11.** Adobe



Section B-B

**Figure 12.** Thick external walls



**Figure 13.** Openings

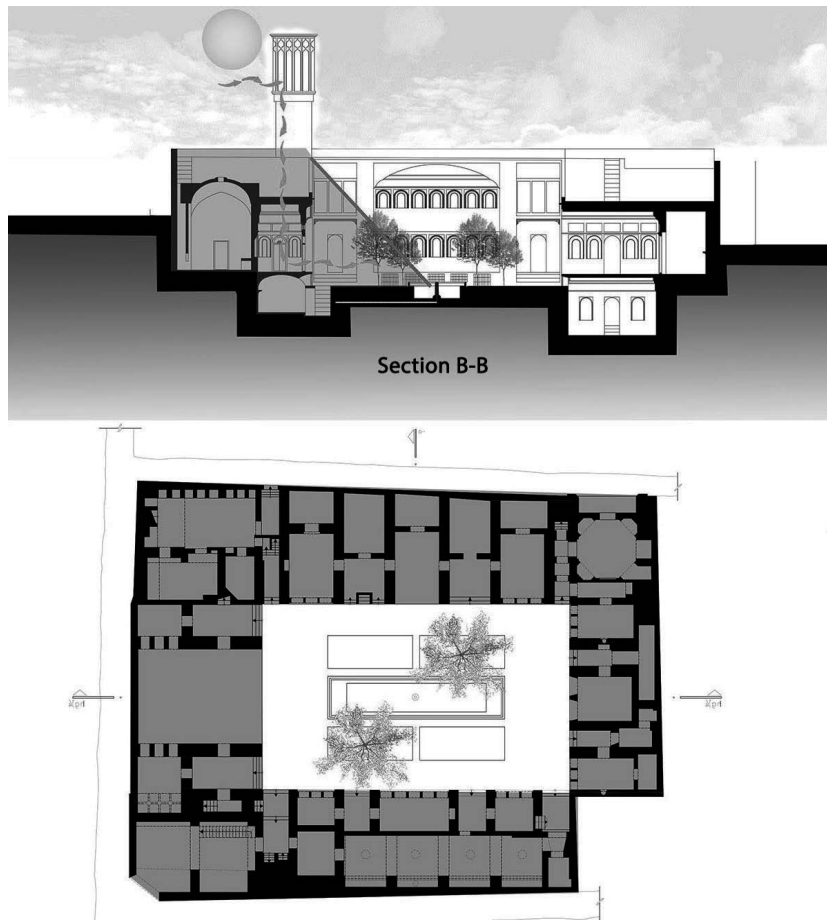
#### 7.4. Courtyard

The main courtyard is one of the most important parts of Lariha house because its four sides are surrounded by other spaces of the house. The rooms of the house were used seasonally. The halls of this part of the house are large and mirrored and have wooden doors and stained glass, which indicates that the parties were held in this part. The courtyard is rectangular in shape and stretches along the northeast-southwest. The southwestern side of the courtyard is more important than the other side, in the middle of which a tall porch has been built. The location of this porch (eivan) as a semi-open and significant space of the house at the top of the yard has given another effect on the house space. The



northeastern side of the courtyard, unlike this side, has a small and short porch (eivan) in its center and other spaces.

One of the factors that balanced the ambient temperature in summer was the pool in the middle of the yards. The pool of the Lariha house also had the same purpose. In desert cities, water-deficient trees and plants such as pomegranates, grapes, figs, etc. were often planted next to ponds and in gardens in order to provide shade and to compensate for the lack of ambient moisture with the help of ponds. In the past, house ponds were almost always full of water, so at night in this house, the image of a five-door room was reflected on the pond water. In the pond, there is a large wooden bed with a few steps above the ground and the pond. This prevented annoying insects from getting on the bed. In the summer, residents lie on the carpet and spend time on the bed to cool off and enjoy the space (A'zami, Yasrebi, Salehipoor, 2005) (Figure 14). The main and secondary courtyards of the Lariha house are located along the southwest-northeast axis. Having many courtyards was a way for the family to flaunt their riches and added to their social status. The women and female visitors used the secondary courtyard; which was called *Andarouni*. (Figure 15), and was more secluded. While, the main courtyard was for other male visitors and men; was called *Birouni* (Figure 16).



**Figure 14.** The central courtyard provides a desirable microclimate for inhabitants.



**Figure 15.** The secondary courtyard was called Andarouni.



**Figure 16.** The main courtyard was called Birouni.

### 7.5. Porch (Eivan)

The first thing that can be seen when somebody enters the southern part of Lariha house courtyard, is its very large porch. On hot summer days, residents took refuge in the shade of the porch and spent time there. The height of the porch is very large and its opening is wide. As if, the courtyard has expanded into it and has made a connection between them. The inner bodies of the porch are thick, and it seems that the walls of the yard have continued into the porch. All this makes the porch an important part of the courtyard that overlooks other places and has become a safe space with walls and ceilings. Another element that raises the status of the porch is the rooms and earrings (rooms on both sides of the royal residence). These elements are built around it on two floors, and their doors and windows open into it. The tall windcatcher of the house is located behind the porch, and can be enjoyed watching the grandeur of it from inside the yard (Haghparast, Niroumand, 2007) (Figure 17).

In this part of the house, there is a porch that is taller than the other views and has a wide opening in the center of the southwest front. On the other hand, the contrast between the two facades can be seen in this house. On the northeastern side, there is a five-door room and a seven-door room have been built across the adjacent facade, which beautifies the courtyard. On the northeastern side, five-door and three-door rooms have created arches. On the wall of the east side of the courtyard, frames such as a seven-door room have been carved. The same similarities and repetitions on different sides of the courtyard have made the porch of the southwestern side different from other sides (Bahadori, 1958) (Figure 18).



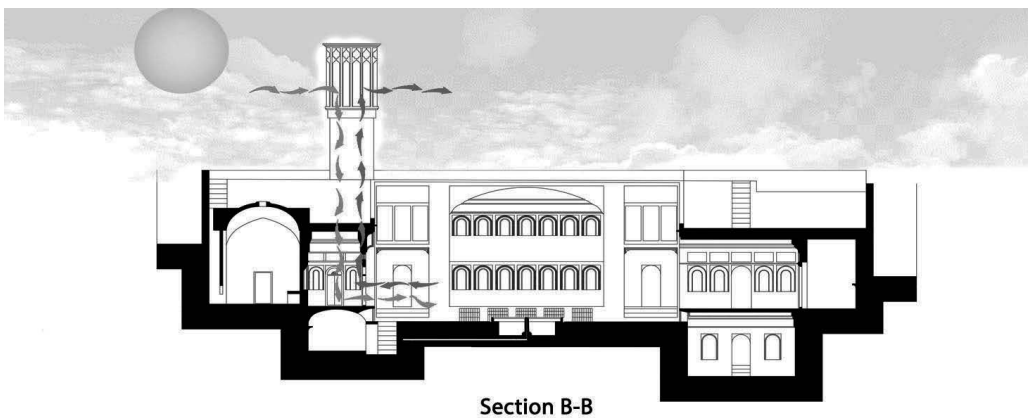
**Figure 17.** The large porch of the Lariha house



**Figure 18.** The small porch of the Lariha house

### 7.6. Wind Catcher

In the historical buildings of Yazd, in order to ventilate the air naturally, there is a tall structure with vents on top of it. This element has been built on top of the building to direct the wind into the interior spaces, which cools the air inside the house. The wind from the wind catchers compensated for the lack of humidity in the house by entering the hall, the house pool, and the basement. Wind catchers made in residential houses, not only is it essential for their main function, but also, showed the social status of the house owner, which was greatly influenced by its height and type of decoration (Ghobadian, 2011) (Figure 19).



**Figure 19.** wind catcher system of Lariha house

The main door of the Lariha house is built next to the large porch of the main courtyard. Other smaller wind catchers are built into other parts of the building. The difference between the main wind catcher of this building and the wind catcher of other houses is that instead of being located on the main axis of the courtyard, it was created in the corner of the porch (Figure 20).



**Figure 20.** Wind catcher on the roof of Lariha house.

### 7.7. Sardaab (Water cellar)

Buildings such as reservoirs and underground spaces that are submerged in the ground gradually absorb heat and cold, and thus retain strong daily and annual fluctuations and adjust the air temperature (Eiraji, Akbari Namdar, 2011). The main sardaab of the house is located near the porch of the Lariha house in the large courtyard. Its depth is about 6 meters, and it reached the sardaab by walking 38 steps from the floor of the yard to the basement. This cold space was used to store meat, legumes, and other perishable foods. A smaller sardaab was also built in the western part of the building, which was not used much.

In the Lariha House, sardaabs or barns led to the courtyards through stairs or corridors. In the basement of the house, the spaces are created separately and scattered, and some of them are interconnected in a limited way. These spaces cannot be considered as a separate floor, as if they are part of their upper spaces, which then end up underground (Figure 21)(Figure 22).



Figure 21. Sardaab (Water cellar) of Lariha houses

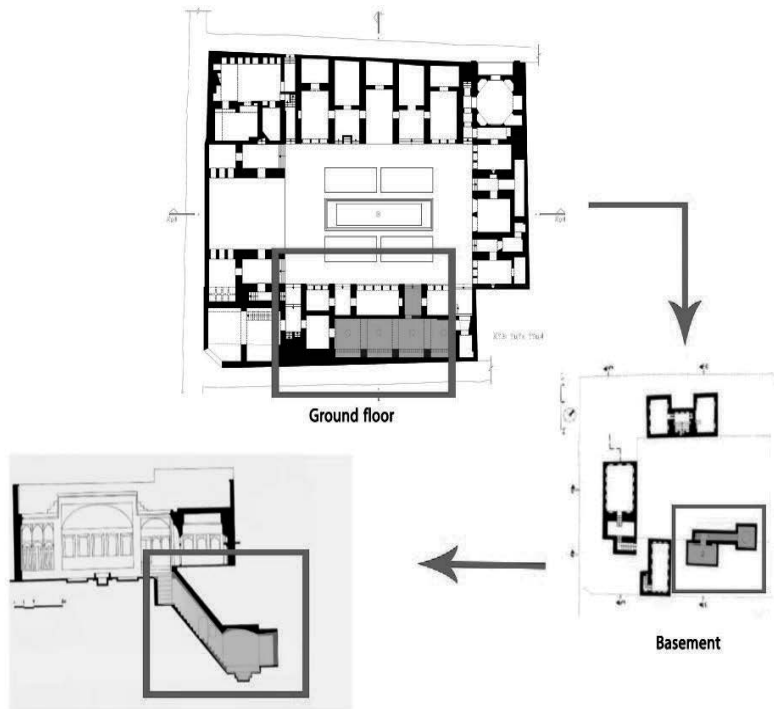


Figure 22. Location of the sardaab (Water cellar) in plan and section

**7.8. Principle of Sustainable Architecture and Elements of Lariha House**

According to Table 2, the elements of the Lariha house, including introversion, four seasons, wind catcher, house pond, materials, construction, porch, windows, and shades (radiations), with four groups of sustainability elements including construction, energy, consumer and culture of society, environment, and nature, are compatible and coordinated. Thus, it can be concluded that Lariha House has stability in all elements and is considered a stable structure.

**Table 2:** The degree of compliance of the elements of the Lariha house with the principles of sustainable architecture (Adopted and modified by author)

	ENERGY				CONSTRUCTION								CONSUMER/CULTURE			ENVIROMENT/NATURE								
	Sustainable site design	Conservation of water resources and its quality	Maximum use of renewable energy	Building energy management	Climatic design	according to the life cycle of the building in the design	Recycled or reused materials	Minimal toxicity of materials	Minimal production of harmful gases by materials	Stability	Frequent renewability of materials	Long life	Local production of materials	Pay attention to native forms	Quality and stability of the building in terms of quality of execution and materials	Safe design for users	Internal environmental quality	Pay attention to the culture and past experiences in construction	Harmony with culture	Perception of ecosystem values and constraints	Do not impose the building on the environment	Avoid producing pollution and waste	Design based on zero carbon production	
Main element of Vernacular architecture of Iran	Construction Materials			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Eivan (Porch)			✓	✓	✓						✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	WindCatcher		✓	✓	✓	✓						✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Sardab	✓	✓	✓	✓	✓						✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Four Season House	✓	✓	✓	✓	✓						✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Central courtyard	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Window			✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Wall thickness				✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓

**8. CONCLUSION**

Sustainable architecture, as the most important approach known in recent years for all countries seeking to save on non-renewable energy consumption, prevent air pollution, and coexist with climatic conditions, has become one of the most significant measures in architecture and urban planning. While, Iran’s past and its vernacular architecture is a clear example of sustainable architecture. This research was created to recount and remind us of the values of traditional Iranian architecture. After many years, rich and prolific architecture still has something to say because it is an example of sustainable architecture and it meets all its needs in relation to the environment and climatic and energy conditions within itself, without occupying the environment or causing pollution to it.

In the current study, the characteristics of traditional architecture in Yazd (with the case study of Lariha house) were studied to point out the relationship between Iranian traditional architecture and optimal use of energy and environmental sustainability. In the study of architectural rules and techniques used in the Lariha house, there are some important elements that can be investigated. The use of materials with a high capacity of heat resistance, the maximum use of solar energy, and the elements such as wind catchers to utilize renewable energy such as wind, water conservation, and the Sardaab to supply the water needed by the building were discussed. The climatic arrangements of the Lariha house are the key elements that show its relation with sustainable architecture. As being located in a dense urban context, proper orientation is according to the climate. The other factors like central courtyard usage, garden pit, basement, and waterfront in the yard, use of summer and winter areas, all indicate the manifestation and compliance of the principles of sustainable architecture in this house. This is the result of examining the principles of sustainable architecture with the rules used in the architecture of Lariha house.

## REFERENCES

**Abdolhosseini, J.** (2011) Adapting the design of residential houses in Tabriz and Baku with native culture and climate. *Journal of Science and Research, Bagh-e-Komas*, (18).

**Akhtarkavan, M.** (2011) *Tanzime sharayete hamsaz ba boum va eghlime Iran*. Tehran: Golhar. p94-102.

**A'zami, A.** 2005, May. Badgir in traditional Iranian architecture. In *International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment"*, Santorini, Greece (pp. 1021-1026).

**Bahadori, M.N.** 1958. An Improve to wind tower for natural ventilation and passive cooling, *Solar Energy*, Vol 35

**Bronner, S.J.** 2006. Building tradition: control and authority in vernacular architecture. In *Vernacular Architecture in the 21st Century* (pp. 41-63). Taylor & Francis.

**Eicker, U., A. Tereci, and D. Kesten.** 2010. Energy performance of buildings in urban areas. In *SET2010—9th International Conference on Sustainable Energy Technologies; Shanghai, China* (pp. 24-27).

**Eiraji, J., and S.A. Namdar.** 2011. Sustainable systems in Iranian traditional architecture. *Procedia Engineering*, 21, 553-559.

**Fathy, H.** 1986. Natural energy and vernacular architecture.

**Ghobadian, V.** 2011. *Climate Study of Traditional Iranian Buildings*. Tehran: Tehran University Publications.

**Golany, G.** 1978. Urban planning for arid zones: American experiences and directions.

**Haghpourast, F., and S. Niroumand.** 2007. Sustainability of climate-sensitive elements in hot-arid regions; Case study: Boroujerdis' house in the city of Kashan, Iran. In *3rd IRCEC, Yerevan, Armenia*, 26-28.



- John Edward, O.** 1973. *Climate and Man's Environment: An Introduction to Applied Climatology*. John Wiley & Sons.
- Kasmaei, M.** 2002. *Climatic and Architectural*. (M. AhmadiNejad, Ed.). Esfahan: Khak Publications.
- Keshtkaran, P.** 2011. Harmonization between climate and architecture in vernacular heritage: A case study in Yazd, Iran. *Procedia Engineering*, 21, 428-438.
- Khalili M., and S. Amindeldar.** 2014. Traditional Solution in Low energy buildings of hot-arid region of Iran, *Sustainable city and Society*, 171-181
- Konya, A.** 2013. *Design primer for hot climates*. Elsevier.
- Mani, M.** 2010. What is sustainable architecture? collection of articles in The Conference of Region's Impact on Styles of Architecture, Islamic Azad University, Falavarjan branch, pp. 55 -75.
- Maleki, B.A.** 2011. Traditional sustainable solutions in Iranian desert architecture to solve the energy problem. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, 6, 84-91.
- Memarian, G.H.** 1999. Residential architecture of Iran, Tehran, The University of science and industry, 239-347
- Memarian, G., and F. Brown.** 2004. The shared characteristics of Iranian and Arab courtyard houses. In *Courtyard Housing* (pp. 49-62). Taylor & Francis.
- Nazem, F. (2015).** Sustainable traditional architecture and urban planning in hot-arid climate of Iran. *International Journal of Architectural and Environmental Engineering*, 9(11), 1483-1491.
- Nicol, F., & Roaf, S. (2012).** Progress on passive cooling: adaptive thermal comfort and passive architecture. In *Advances in passive cooling* (pp. 37-65). Routledge.
- Oliver, P. (1997).** *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*.
- Oliver, B. G. (1973).** Heavy metal levels of Ottawa and Rideau River sediments. *Environmental Science & Technology*, 7(2), 135-137.
- Pérez-Lombard, L., J. Ortiz, and C. Pout.** 2008. A review on buildings energy consumption information. *Energy and buildings*, 40(3), 394-398.
- Rodrigo, P., Pérez-Higueras, P.J., Almonacid, F., Hontoria, L., Fernández, E. F., Rus, C., ... & Almonacid, G.** (2012, October). Calculation of direct normal irradiation from global horizontal irradiation. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1477, No. 1, pp. 391-393). American Institute of Physics.

**Salighe, M. (2004).** modeling of homogeneous climatic housing model for Chabahar city, *Geography and Development Magazine*.

**Tereci, A.** 2017. Importance of social sustainability at the mass housing projects. 3rd International Conference on New Trends in Architecture and Interior Design.

**Tavassoli, M.** 1974. Architecture in the Hot Arid zones. *The University of Tehran, Tehran*.

**Watson, D., & K. Lebes.** 2008. *Climatic Design*. (Ghobadian, V. & Mahdavi, M., Trans.). Tehran: Tehran University.

**Zahedi SH., GH. Najafi.** 2006. The Concept of Sustainable Development. *Professor of Humanities Quarterly*, Volume 10, 50.

**URL1:**[https://www.researchgate.net/figure/Map-of-Iran-the-location-of-Bafgh-County-situated-in-Yazd-Province-Iran\\_fig1\\_335987181](https://www.researchgate.net/figure/Map-of-Iran-the-location-of-Bafgh-County-situated-in-Yazd-Province-Iran_fig1_335987181).

**URL2:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL3:** Tavassoli, M (1974). Architecture in the hot arid zones. Tehran.

**URL4:** Tavassoli, M (1974). Architecture in the hot arid zones. Tehran.

**URL5:** <https://www.pinterest.com/pin/doors--814799757568574995/>.

**URL6:** <https://www.pinterest.com/pin/doors--814799757568574995/>.

**URL7:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL8:** (ource for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL9:** <https://ifpnews.com/lari-house-in-yazd-a-luxury-residence-for-qajar-aristocrats/>.

**URL10:** <https://ifpnews.com/lari-house-in-yazd-a-luxury-residence-for-qajar-aristocrats/>.

**URL11:** <https://ifpnews.com/lari-house-in-yazd-a-luxury-residence-for-qajar-aristocrats/>.

**URL12:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL13:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL14:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL15:** <https://bayanbox.ir/info/3165878878685157585/where-to-go-what-to-eat21>.

**URL16:** <https://bayanbox.ir/info/3165878878685157585/where-to-go-what-to-eat21>.

**URL17:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL18:** <https://bayanbox.ir/info/3165878878685157585/where-to-go-what-to-eat21>.

**URL19:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL20:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

**URL21:** <https://bayanbox.ir/info/3165878878685157585/where-to-go-what-to-eat21>.

**URL22:** Source for background image: Google 2022, Adopted and modified by author.

