

Volume: 5, Issue: 2, December 2024

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa/issue/89432>



**IJAA**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF  
AERONAUTICS AND  
ASTRONAUTICS**

**E-ISSN : 2757-6574 ijaa@selcuk.edu.tr**



**SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS**

hosted by

**Turkish  
JournalPark  
ACADEMIC**



**by Selçuk University, School of Civil Aviation**

**Volume 5** **Cilt 5**

**Issue 2** **Sayı 2**

December 2024 Aralık 2024

**Publisher** **Yayıncı**

Selçuk University Press Selçuk Üniversitesi Yayınları  
<https://yayinevi.selcuk.edu.tr> <https://yayinevi.selcuk.edu.tr>

**Broadcast Country** **Yayımlandığı Ülke**

Türkiye Türkiye

**Release Model** **Yayın Modeli**

Open Access Açık Erişim

**Target Audience** **Hedef Kitle**

The articles in the journal are aimed at researchers, practitioners and undergraduate/graduate students who are interested in all the main elements of the aviation industry (airlines, airports, air traffic management, aircraft engineering, mechanical engineering, avionics eng., etc.).  
Dergide yer alan makaleler, havacılık sektörünün tüm ana unsurlarını (havayolları, havaalanları, hava trafik yönetimi, uçak mühendisliği, makine mühendisliği, aviyonik mühendisliği vb.) ile ilgilenen araştırmacıları, uygulayıcıları ve lisans/lisansüstü öğrenimi gören öğrencileri hedeflemektedir.

**Publication Language** **Yayın Dili**

English / Turkish İngilizce / Türkçe

**Price Policy** **Ücret Politikası**

No fee is charged from the author or institution under any name.  
Hiçbir ad altında yazar veya kurumundan ücret alınmaz.

**Type of Arbitration** **Hakemlik Türü**

Manuscripts are meticulously reviewed by at least two referees on a double-blind basis..  
Makaleler çift-kör esasına göre en az iki hakem tarafından titizlikle incelenir.

**Copyright** **Telif Hakkı**

The copyrights of the published articles belong to the authors. The authors' work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). The CC BY-NC 4.0 license permits the work to be shared, copied, reproduced in any size and format other than for commercial use, and adapted, including re-editing, transforming, and building upon the original work, provided that appropriate reference is made to the original work.  
Yayımlanan makalelerin telif hakları yazarlara aittir. Yazarların çalışmaları Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) olarak lisanslıdır. CC BY-NC 4.0 lisansı, eserin ticari kullanım dışında her boyut ve formatta paylaşılmasına, kopyalanmasına, çoğaltılmasına ve orijinal esere uygun şekilde atıfta bulunmak kaydıyla yeniden düzenleme, dönüştürme ve eserin üzerine inşa etme dâhil adapte edilmesine izin verir.

**Plagiarism Check** **İntihal Kontrolü**

All manuscript submitted for publication are reviewed by the "iThenticate" plagiarism program. As a result of the examination, the plagiarism/similarity rate can be up to 25%.  
Yayınlanmak üzere gönderilen tüm makaleler, "iThenticate" intihal programı ile incelenir. İnceleme sonucunda intihal/benzerlik oranı en fazla %25 olabilir.

## EDITORIAL BOARD | YAYIN KURULU

**Prof. Dr. Antonio RODRIGUES**

Orcid: 0000-0001-5550-5581

[antonio.rodriques@iseclisboa.pt](mailto:antonio.rodriques@iseclisboa.pt)

ISG - Business & Economics School  
Financial Management

**Prof. Dr. Rui QUADROS**

Orcid: 0000-0003-0685-259X

[ru.quadros@iseclisboa.pt](mailto:ru.quadros@iseclisboa.pt)

Instituto Superior De Educaçao E Ciencias  
Aeronautical Management

**Prof. Dr. Murat MAYDA**

Orcid: 0000-0002-6100-4289

[mmayda@kmu.edu.tr](mailto:mmayda@kmu.edu.tr)

Karamanoğlu Mehmetbey University  
Mechanical Engineering

**Assoc. Prof. Dr. Aziz Hakan ALTUN**

Orcid: 0000-0002-1546-1104

[ahaltun@selcuk.edu.tr](mailto:ahaltun@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Airframe and Powerplant Maintenance

**Dr. Muhammad JAWAD**

Orcid: 0000-0003-3663-2256

[muhammad\\_jawad85@yahoo.com](mailto:muhammad_jawad85@yahoo.com)

Fatima Jinnah Women University  
Department of Commerce

**Dr. Sevim ÖZTİMURLenk**

Orcid: 0000-0002-8945-5989

[sevim.oztimurlenk@my.liu.edu](mailto:sevim.oztimurlenk@my.liu.edu)

SUNY College at Old Westbury  
Marketing, Management & Finance

**Dr. Veli BAKIRCIOĞLU**

Orcid: 0000-0002-1170-5327

[vbakircioglu@hotmail.com](mailto:vbakircioglu@hotmail.com)

Aksaray Üniversitesi  
Mechanical Engineering

**Prof. Dr. Hikmat Hamid ASADOV**

Orcid: 0000-0003-1180-1535

[asadzade@rambler.ru](mailto:asadzade@rambler.ru)

Azerbaijan National Aerospace Agency  
Atmospheric measurements

**Prof. Dr. Rüstü GÜNTÜRKÜN**

Orcid: 0000-0002-6755-7941

[rustu.gunturkun@selcuk.edu.tr](mailto:rustu.gunturkun@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Avionic

**Assoc. Prof. Dr. Selçuk SARIKOÇ**

Orcid: 0000-0003-1190-5238

[sarikocselcuk@amasya.edu.tr](mailto:sarikocselcuk@amasya.edu.tr)

Amasya University  
Mechanical Engineering

**Assoc. Prof. Dr. Soner ŞEN**

Orcid: 0000-0003-3385-5577

[sononer@selcuk.edu.tr](mailto:sononer@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Airframe and Powerplant Maintenance

**Dr. Shazia HASSAN**

Orcid: 0000-0001-5728-7020

[shaziahassan786@hotmail.com](mailto:shaziahassan786@hotmail.com)

National Defence University  
Leadership & Management Studies

**Asst. Prof. Dr. Ahmet ATEŞ**

Orcid: 0000-0002-4026-7522

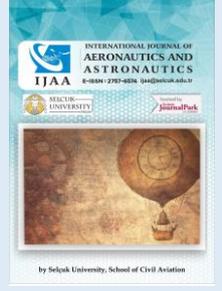
[ahmet.ates@selcuk.edu.tr](mailto:ahmet.ates@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Aviation Management



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## ADVISORY BOARD | DANIŞMA KURULU

**Prof. Dr. Oleksandr ZAPOROZHETS**

Orcid: 0000-0002-7580-0921

[zap@nau.edu.ua](mailto:zap@nau.edu.ua)

National Aviation University  
Environmental Safety

**Prof. Dr. Umut DURAK**

Orcid: 0000-0002-2928-1710

[Umut.Durak@dlr.de](mailto:Umut.Durak@dlr.de)

German Aerospace Center (DLR)  
Flight Systems, Flight Dynamics and  
Simulation

**Owner | İmtiyaz Sahibi**

**Selçuk University Rector | Selçuk Üniversitesi Rektörü**

**Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ**

Orcid: 0000-0001-5409-440X

[drhuyilmaz@selcuk.edu.tr](mailto:drhuyilmaz@selcuk.edu.tr)

## EDITORS | EDİTÖRLER

**Editor in Chief | Baş Editör**

Prof. Dr. Nilüfer CANÖZ

Orcid: 0000-0003-3424-3919

[ncanoz@selcuk.edu.tr](mailto:ncanoz@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Aviation Management

**Associate Editor | Yardımcı Editör**

Assoc. Prof. Dr. İlker ÖRS

Orcid: 0000-0001-8385-9846

[ilker.ors@selcuk.edu.tr](mailto:ilker.ors@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Airframe and Powerplant Maintenance

**Section Editor | Alan Editörü**

Assoc. Prof. Dr. Mustafa TAŞYÜREK

Orcid: 0000-0001-9016-8584

[mtasyurek@selcuk.edu.tr](mailto:mtasyurek@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Airframe and Powerplant Maintenance

**Section Editor | Alan Editörü**

Assoc. Prof. Dr. Harun KARAKAVUZ

Orcid: 0000-0002-3989-5249

[harun.karakavuz@selcuk.edu.tr](mailto:harun.karakavuz@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Aviation Management

**Section Editor | Alan Editörü**

Assist. Prof. Dr. Fatih Alpaslan KAZAN

Orcid: 0000-0002-5461-0117

[akazan@selcuk.edu.tr](mailto:akazan@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Avionic

**Statistics Editor | İstatistik Editörü**

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Akif ÇİNİ

Orcid: 0000-0001-7619-978X

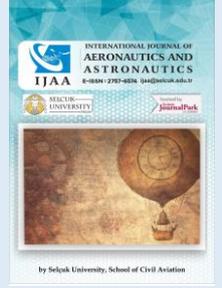
[mehmetakifcini@selcuk.edu.tr](mailto:mehmetakifcini@selcuk.edu.tr)

Selçuk University  
Accounting and Tax Practices



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## Language Editor | Dil Editörü

Prof. Dr. Elif EREN GÜLTEKİN

Orcid: 0000-0002-7822-4392

[egultekin@selcuk.edu.tr](mailto:egultekin@selcuk.edu.tr)

Selçuk University

Airframe and Powerplant Maintenance

## Layout Editor | Mizanpaj Editörü

Research Assist. Türker Burak GÜVEN

Orcid: 0000-0003-0131-5621

[tburak.guven@selcuk.edu.tr](mailto:tburak.guven@selcuk.edu.tr)

Selçuk University

Airframe and Powerplant Maintenance

## Language Editor | Dil Editörü

Dr. Tuğba DAMGACI

Orcid: 0000-0002-7379-242X

[tugba.damgaci@selcuk.edu.tr](mailto:tugba.damgaci@selcuk.edu.tr)

Selçuk University

Aviation Management

## Social Media Editor | Sosyal Medya Editörü

Dr. Tuğba DAMGACI

Orcid: 0000-0002-7379-242X

[tugba.damgaci@selcuk.edu.tr](mailto:tugba.damgaci@selcuk.edu.tr)

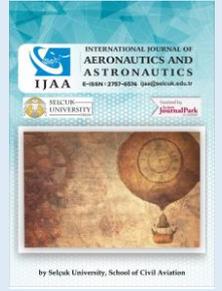
Selçuk University

Aviation Management



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## JOURNAL INFORMATION

### About

International Journal of Aeronautics and Astronautics (IJAA) is refereed and interdisciplinary journal focused on publication of the original article, essay / review and scientific the translation aimed at contributing to the field of aviation management and technology in Turkey and the world. Our journal aims to contribute to science by taking place in national and international indexes. Journal publication languages are English and Turkish. Our journal, which adopts an open access policy, can be accessed free of charge.

International Journal of Aeronautics and Astronautics is a refereed academic journal published two times a year in June and December months in order to increase the quality of the articles published in the journal, to organize the publication and review process according to the expectations of the reviewers and authors, and to manage the processes with the right publication policy, the journal publication period has been arranged as 2 times a year as of 2023.

### Aim and Scope

The International Journal of Aeronautics and Astronautics is a double-blind peer-reviewed (reviewed by at least two reviewer), open access and online journal, covering all areas of aviation management and technology. It is an interdisciplinary journal focused on original articles, essays/reviews, letters to the editor, case reports, book reviews and scientific translations, aiming to contribute to the field of aviation management and technology in Türkiye and in the world. Journal publication languages are English and Turkish. The journal accepts manuscript in every publication period.

The articles in the journal are aimed at researchers, practitioners and undergraduate/graduate students who are interested in all the main elements of the aviation industry (airlines, airports, air traffic management, aircraft engineering, mechanical engineering, avionics engineering, etc.).

### Subject Category

The journal presents studies on the following topics under the main areas of social and technology:

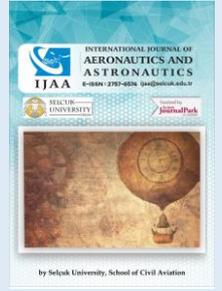
#### Social Sciences

Safety Management Systems, Air Traffic Management, Air Transportation Management, Airport Planning and Management, Aviation Management, Aviation Physiology, Aviation Security, Aviation Law, Aviation Meteorology, Aviation Psychology, Aviation Sector Studies, Aviation History, Aviation Safety and Security Management, Financial Management in Aviation, Human Resources Management in Aviation, Aviation Logistics Management, Organizational Behavior in Aviation, Aviation Marketing Management, Risk Management in Aviation, Ground and Cabin Services in Aviation, Airport Design, Airline Industry/Commercial Aviation, Airline Management, Flight Operations Management.



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## Technology

Aerodynamics, Aeroelastic Analysis and Design, Fluid Mechanics, Avionic Systems, Multidisciplinary Design Optimization, Aircraft Maintenance and Repair, Aircraft Propulsion Systems, Aviation Rules, Aviation Materials, Aviation Training, Aviation and Artificial Intelligence, Aviation Structures, Human Factors in Aviation, Helicopter Design, Computational/Experimental Fluid Dynamics/Mechanics, Heat Transfer and Combustion, Unmanned Aerial Vehicles, Navigation Systems, Measurement and Modeling, Aircraft Airframe Engine and Maintenance, Aircraft Performance, Aircraft Design, Flight Mechanics, Flight Dynamics and Control, Satellite Technologies, Gas Turbine Engine, Aviation Oils and Fuels, Aircraft Engine, Other Aircraft and Technologies.

## **Publication Language**

Full Text Publication Language: Primary Language: English; Secondary Language: Turkish

## **Manuscripts Submissions**

The corresponding author sends his manuscript to the journal via the Turkish DergiPark System. The submitted manuscript must not have been previously published or under evaluation. The copyright form and ethics committee permission document should also be sent with the submitted manuscript.

## **Article Processing Charge**

All charges of the Journal of Aeronautics and Astronautics are covered by Selcuk University. The publication of articles and the execution of article processes in the journal are free of charge. No processing fee or submission fee is charged under any other names. As part of its publication policies, Journal of Aeronautics and Astronautics does not accept sponsorship or advertisements.

## **Peer review**

The all submitted manuscripts are subject to a peer review process in order to Editorial Board in making editorial decisions. Thus, the author may improve and increase quality of paper. Also, it assist the author in improving the paper.

Reviews are double-blind procedure. The least two positive comments should be obtained for acceptance of the paper. Reviewers may suggest also minor or major revision. If major revision is decided by reviewers, the revised paper can be sent again to the reviewers for their final decisions. There are no fees for reviewers.

Reviewers are determined by editor. Editor can also prefer the reviewer's choice from suggests of authors. Reviewers must be experts in the subject of paper. There should be no conflict of interest between the authors and the referees. The authors will definitely not know the name of reviewers. The editorial board will provide it. Besides, the reviewers also will not know each other's identity. The reviewers will evaluate independently of each other. In case the

reviewers make different decisions (accept/decline), the Editor may submit the article to another reviewer for evaluation.

### **The Publishing Ethics**

The International Journal of Aeronautics and Astronautics adopts the following national and international standards for research and publication ethics:

1. Turkish Press Law,
2. Law on Intellectual and Artistic Works of Turkish,
3. Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive of Turkish,
4. Committee on Publication Ethics (COPE),
5. Council of Science Editors (CSE),
6. World Association of Medical Editors (WAME),
7. International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)
8. Directory of Open Access Journals (DOAJ)
9. Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA)

### **Plagiarism Prevention Control**

All manuscript submitted for publication are reviewed by the “iThenticate” plagiarism program. As a result of the examination, the plagiarism/similarity rate can be up to 25%. Manuscript with a plagiarism/similarity rate above 25% are directly rejected by the editorial board.

### **Withdraw, Retraction and Publication Malpractice Policy**

Before or during the evaluation of the article; The article should be withdrawn by the author because of the important changeable errors detected by the authors, the editorial board or the reviewers. For example; double posting of the article by mistake, typographical errors, incomplete data entry and etc.

The following reasons are the reasons why the article is retracted even if the article is ready for publication.

- Multiple submissions
- Bogus claims of authorship
- Plagiarism
- Fraudulent use of data etc.

If the article has been published, the reader will see the retraction note of the article electronically via a link before reaching the original article. He then reaches the original article with a watermark that says "RETRACTED" on each page.

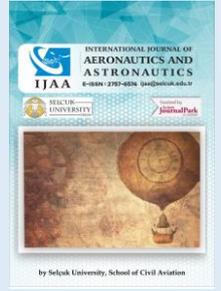
After the article is published, it may be necessary to change the article for reasons other than those that require the article to be retracted. In this case, the new version of the article is published in the last issue of the journal. Necessary explanations for the change are specified in this new version and a link is made to the previous version.

### **Archiving and Data Distribution Policy**



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

The editor ensures that published material is securely archived. The Journal of Aeronautics and Astronautics sends all published articles it publishes on an open-access basis, without further intervention from the author(s), to archives, where they are made fully available. The Author or its funding body may deposit a copy of the Author's Accepted Manuscript in archiving sites. The Journal of Aeronautics and Astronautics author license allows reuse with attribution of the origin of the article (a full citation) for non-commercial use only. For commercial use, permission from the authors is required.

The Journal of Aeronautics and Astronautics is committed to keeping research articles open access, with reuse via CC-BY-NC Creative Commons licenses, and to depositing the full-text content in the archive platforms as well as full open access on <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>

Archiving Policy: LOCKSS

Repository Policy: Publisher's Own Site

Articles published in Journal of Aeronautics and Astronautics are archived digitally in LOCKSS. In addition, published articles can be accessed by the author in the institutional archive of the university (DSpace, AVESIS, etc.), subject archives, or other archives without the embargo period. So, anyone can access this publication for free.

Journal of Aeronautics and Astronautics (e-ISSN: 2757-6574), is pleased to announce its archive policy in line with its policy of supporting the dissemination of research results:

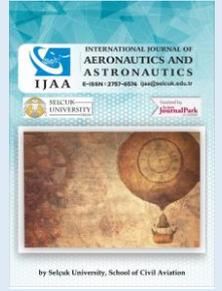
- Journal of Aeronautics and Astronautics allows authors to use the final published version of an article (publisher pdf) for self-archiving (author's personal website) and/or archiving in an institutional repository after publication.
- Authors may self-archive their articles in public and/or commercial subject-based archives. There is no embargo period, but the published source should be cited, and a link should be set to the journal homepage or DOI of the articles.
- Authors can download the output of the article as a PDF document. Authors can send copies of the article to their colleagues without any embargo.
- Selçuk University Press allows all versions of articles (sent version, accepted version, published version) to be stored in an institutional or other archive preferred by the author without embargo.
- The Journal of Aeronautics and Astronautics uses the LOCKSS system to allow permanent archives to be created. Based on Stanford University Libraries, the LOCKSS Program provides award-winning, low-cost, open-source digital preservation tools to provide libraries and publishers with access to permanent and authoritative digital content. The LOCKSS Program is a library-led digital preservation system built on the principle of "securing large numbers of copies". The LOCKSS Program develops and supports libraries using open-source end-to-end digital preservation software.

Published Version



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

OA Publishing: Open Access

OAI: <https://dergipark.org.tr/api/public/oai/ijaa/>

LOCKSS: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa/lockss-manifest>

RSS: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa/rss-feeds>

Embargo: No Embargo

Licence: CC BY-NC 4.0

Copyright Owner: Authors (Authors retain copyright, without restrictions)

Location: Institutional Archive, Crossref, Journal Website, Journal Website, Institutional Site, Author's Personal Website, Public and/or Commercial Subject Based Archives.

Policy Conditions: The journal should be cited in accordance with the citation and citation standards. It should be linked to the publisher version with the DOI.

Accepted Version

Embargo: No Embargo

Location: Journal Website, Institutional Site, Author's Personal Website, Public and/or Commercial Subject Based Archives.

Copyright Owner: Authors (Authors retain copyright, without restrictions)

Submitted Version

Embargo: No Embargo

Location: Journal Website, Institutional Site, Author's Personal Website, Public and/or Commercial Subject Based Archives.

Persistent Article Identifier: DOI

The Journal of Aeronautics and Astronautics uses the digital object identifier (DOI).

## **Authorship and Contributorship**

After manuscript is submit to the Journal, the name of any of the authors cannot be deleted from the list of authors without the written consent of all authors, a new name cannot be added as an author, and the order of authors cannot be changed.

## **Author Contribution Rate Statement**

In the manuscript, the contribution rate statement of the researchers, support and acknowledgment statements, if any, and conflict of interest statement should be stated.

## **ETHICAL PRINCIPLES AND PUBLICATION POLICY**

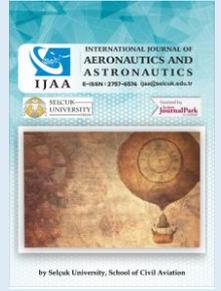
### **Editorial Responsibilities**

The Editor-in-Chief, Managing Editor and International Editorial Board are responsible for deciding which articles submitted to International Journal of Aeronautics and Astronautics will be published.



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

The Editor-in-Chief reserves the right to decide not to publish papers that the journal deems insufficient in terms of content and quality.

The all editorial team of journal must hold no conflict of interest with regard to the articles they consider for publication.

The Editor-in-Chief and other editorial members shall evaluate manuscripts for their intellectual content free from any racial, gender, sexual, religious, ethnic, or political bias. Editors treat all submitted manuscripts as confidential documents; this means that they will not disclose information about an article to anyone without the permission of the authors. During the article review process, the following people can access the articles: Editors, Reviewers, Editorial Board Members. The only situation in which details about a manuscript may be passed on to a third party without the consent of the authors is if the editor suspects serious research misconduct. If the editor suspects an ethical violation or if there is an alleged violation, they are obliged to take action. This task covers both published and unpublished articles.

## **Author's Responsibilities**

The authors ensure that the paper is the original study and that it has not been published in another journal and that the same paper has not been sent to another journal in parallel.

The Authors also warrant that the manuscript is not and will not be published elsewhere (after the publication in International Journal of Aeronautics and Astronautics) in any language without the consent of the Editorial Board.

If the submitted paper is the result of a research project, or if it has been presented at a conference before, or if there is any institution or organization that supports the paper, the authors must present this information in the Acknowledgments section.

It is the authors' responsibility to ensure that the submitted paper conforms to ethical standards. Confirming that the information in the manuscript is not unfounded or unlawful and does not violate the rights of third parties, it meets any claims compensation from this situation and the publisher cannot be held legally responsible.

## **Protection of Participants' Personal Data**

International Journal of Aeronautics and Astronautics accepts and applies the Personal Data Protection Principles accepted by Turkish Dergipark.

## **Plagiarism**

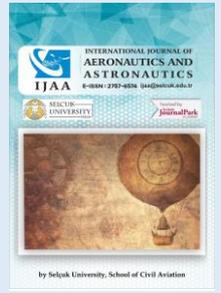
Presenting another person's ideas, words, sentences or creative expressions as his own is a clear plagiarism in terms of scientific ethics.

It is considered plagiarism to use a specific statement from another author's study in one's own study without clearly citing the source, not citing the source correctly, or using the source without permission. The article of the author determined to be plagiarized will be rejected directly.



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## **Twin Publishing**

Twin publishing is the publication of the same article or substantially similar articles in more than one journal. The editor returns this type of article without review. After that, the editor may impose an embargo on the author attempting to twin publishing for a certain period of time, explain this situation to the public in the journal in which the author has previously published (perhaps as a simultaneous announcement with the editor of the journal that published the previous article), or apply all of these measures together.

## **Simultaneous submission of the same manuscript to more than one journal**

Authors cannot submit the same manuscript to more than one journal at the same time. The editor reserves the right to consult the other editor(s) receiving the manuscript if it learns of possible simultaneous submission. In addition, the editor may return the article without review or reject it without considering the reviews, or take this decision by discussing it with the other relevant editor(s) and may decide not to accept manuscript submissions from the authors for a certain period of time. It can also write to the authors' employers or implement all of these measures together.

## **Ethical Violation Notices**

When readers notice a major error or inaccuracy in an article published in the International Journal of Aeronautics and Astronautics, or have any complaints about editorial content (plagiarism, duplicate articles, etc.), they can send an e-mail to [ijaa@selcuk.edu.tr](mailto:ijaa@selcuk.edu.tr). can make a notification.

## **Conflict of interest**

Authors must explain the people, institutions and organizations that may have conflict of interest.

## **Reviewers responsibilities**

The Reviewers should submit their unbiased opinions in writing on the scientific value and originality of the paper in a timely manner.

The reviewers evaluate the submitted article according to the scope of the journal, the originality of the subject, the presentation of the article, scientific quality and characteristic.

The reviewers should warn the editor when they detect an ethical violation, significant similarity with a manuscript published elsewhere, and such situations.

The Reviewers should not have a conflict of interest with the authors or the institutions or organizations that support the paper. Such a situation should be reported to the editor.

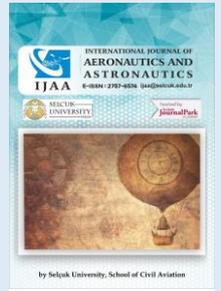
Reviewers must be impartial when evaluating the paper. It should clearly express its opinions, thoughts and criticisms with supporting arguments.

All documents sent to the reviewers for review should be considered confidential. Subject and materials specified in the papers cannot be used without the permission of the authors. If this information is used for personal gain, all responsibility belongs to the user.



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## **Disclaimer**

The views in published works are belongs to authors. The Editors and Editorial Board cannot be held responsible. The authors take legal and moral responsibility for the ideas expressed in the articles. The authors will be held legally responsible should there be any claims for compensation. There is no liability of Publisher.

## **Ethics Committee Permission**

The following should be observed under the code of ethics.

An ethics committee approval must be obtained for research conducted in all disciplines including social sciences and for clinical and experimental studies on humans and animals, requiring ethical committee decision, and this approval should be stated and documented in the article.

It should be indicated in the journal and/or web page under a separate heading referring to national and international standards.

Information on the ethical rules under separate headings should be provided under this heading, for the peer-reviewers, authors and editors.

It should be stated that the articles comply with Research and Publication Ethics.

Reference to international standards and institutions should be made. For example, scientific articles sent to journals should take into account the recommendations of the International Journal of Aeronautics and Astronautics Editors (IJAAE) and the International Standards for Editors and Authors of COPE (Committee on Publication Ethics).

In studies requiring ethical committee permission, information about the permission (board name, date and issue number) should be included in the method section and on the first/last page of the article.

For the scales used in data collection, the permission of the scale owner should be obtained and declared in the article.

Copyright regulations must be observed for the ideas and works of art used.

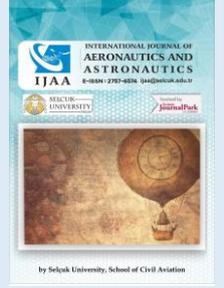
**Studies Requiring Ethics Committee Permission**

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



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## CONTACT

### Contact us

You can contact us via e-mail. You can also find the individual contact information of the journal officials in the Editorial Staff.

### Journal Contact Information

Selçuk University, Academy of Civil Aviation

[ijaa@selcuk.edu.tr](mailto:ijaa@selcuk.edu.tr)

Akademi Mah. Yeni İstanbul Cad. No: 347. Alaeddin Keykubat Kampüsü - Sivil Havacılık  
Yüksekokulu. Selçuklu / Konya / Türkiye

Web: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>

### The Main Publishing Contact

Name Surname: Prof. Dr. Nilüfer CANÖZ

ORCID: 0000-0003-3424-3919

e-mail: [ncanoz@selcuk.edu.tr](mailto:ncanoz@selcuk.edu.tr)

Phone Number: +90 332 223 10 57

### Technical Officer

Name Surname: Assoc. Prof. Dr. İlker ÖRS

ORCID: 0000-0001-8385-9846

e-mail: [ilker.ors@selcuk.edu.tr](mailto:ilker.ors@selcuk.edu.tr)

Phone Number: +90 505 528 01 30

### Publisher

Selçuk University Press

<https://yayinevi.selcuk.edu.tr>

ROR ID: <https://ror.org/045hgzm75>

ISNI: 0000 0001 2308 7215

Crossref: <https://crossref.org/members/prep/39200>

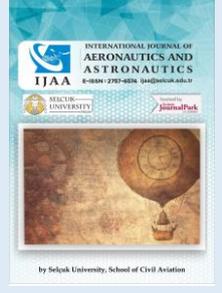
e-posta: [ijaa@selcuk.edu.tr](mailto:ijaa@selcuk.edu.tr) ; [sivilhavacilik@selcuk.edu.tr](mailto:sivilhavacilik@selcuk.edu.tr) ; [press@selcuk.edu.tr](mailto:press@selcuk.edu.tr)

web: [https://www.selcuk.edu.tr/Birim/yuksekokullar/sivil\\_havacilik\\_yo/1847](https://www.selcuk.edu.tr/Birim/yuksekokullar/sivil_havacilik_yo/1847)



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## DERGİ BİLGİLERİ

### Hakkında

International Journal of Aeronautics and Astronautics (IJAA), Türkiye'de ve dünyada havacılık yönetimi ve teknolojisi alanına katkı sağlamayı amaçlayan, özgün makale, deneme/derleme ve bilimsel çeviri yayın odaklı, hakemli ve disiplinler arası bir dergidir. Dergimiz ulusal ve uluslararası indekslerde yer alarak bilime katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Dergi yayın dilleri İngilizce ve Türkçe'dir. Açık erişim politikasını benimseyen dergimize ücretsiz erişim sağlanmaktadır.

International Journal of Aeronautics and Astronautics, Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki kez yayınlanan hakemli akademik bir dergidir. Dergide yayınlanan makalelerin kalitesini artırmak, yayın ve inceleme sürecini hakem ve yazarların beklentilerine göre düzenlemek ve doğru yayın politikası ile süreçleri yönetebilmek için dergi yayın periyodu 2023 yılı itibari ile yılda 2 olarak düzenlenmiştir.

### Amaç ve Kapsam

International Journal of Aeronautics and Astronautics, havacılık yönetimi ve teknolojisinin tüm alanlarını kapsayan, çift kör hakemli (en az iki hakem tarafından değerlendirilen), açık erişimli ve çevrim içi yayın yapan uluslararası bir dergidir. Türkiye'de ve dünyada havacılık yönetimi ve teknolojisi alanına katkı sağlamayı amaçlayan, özgün makale, deneme/derleme, editöre mektup, olgu sunumu, kitap kritiği ve bilimsel çeviri yayın odaklı disiplinler arası bir dergidir. Dergi yayın dili İngilizce ve Türkçe'dir. Dergi her yayın döneminde makale kabulü yapmaktadır.

Dergide yer alan makaleler, havacılık sektörünün tüm ana unsurlarını (havayolları, havaalanları, hava trafik yönetimi, uçak mühendisliği, makine mühendisliği, aviyonik mühendisliği vb.) ile ilgilenen araştırmacıları, uygulayıcıları ve lisans/lisansüstü öğrencilerini hedeflemektedir.

### Konu Kategorisi

Dergi, sosyal ve teknoloji ana alanları altında aşağıdaki konular ile ilgili çalışmalarını sunar:

#### Sosyal Bilimler

Emniyet Yönetim Sistemleri, Hava Trafik Yönetimi, Hava Ulaştırma İşletmeciliği, Havaalanı Planlama ve Yönetimi, Havacılık Yönetimi, Havacılık Fizyolojisi, Havacılık Güvenliği, Havacılık Hukuku, Havacılık Meteorolojisi, Havacılık Psikolojisi, Havacılık Sektör Çalışmaları, Havacılık Tarihi, Havacılık Emniyet ve Güvenlik Yönetimi, Havacılıkta Finansal Yönetim, Havacılıkta İnsan Kaynakları Yönetimi, Havacılıkta Lojistik Yönetimi, Havacılıkta Örgütsel Davranış, Havacılıkta Pazarlama Yönetimi, Havacılıkta Risk Yönetimi, Havacılıkta Yer ve Kabin Hizmetleri, Havaalanı Tasarımı, Havayolu Endüstrisi/Ticari Havacılık, Havayolu Yönetimi, Uçuş İşlemleri Yönetimi.

## Teknoloji

Aerodinamik, Aeroelastik Analiz ve Tasarım, Akışkanlar Mekaniği, Aviyonik Sistemler, Multidisipliner Tasarım Optimizasyonu, Uçak Bakım ve Onarımı, Uçak Tahrik Sistemleri, Havacılık Kuralları, Havacılık Malzemeleri, Havacılık Eğitimi, Havacılık ve Yapay Zeka, Havacılık Yapıları, Havacılıkta İnsan Faktörleri, Helikopter Tasarımı, Hesaplamalı/Deneysel Akışkanlar Dinamiği/Mekaniği, Isı Transferi ve Yanma, İnsansız Hava Araçları, Navigasyon Sistemleri, Ölçme ve Modelleme, Uçak Gövde Motoru ve Bakımı, Uçak Performansı, Uçak Tasarımı, Uçuş Mekaniği, Uçuş Dinamiği ve Kontrolü, Uydu Teknolojileri, Gaz Türbini Motorlar, Havacılık Yağları ve Yakıtları, Uçak Motorları, Diğer Hava Araçları ve Teknolojileri.

## **Yayın Dili**

Tam Metin Yayın Dili: Birincil Dil: İngilizce; İkincil Dil: Türkçe

## **Makale Başvuruları**

Sorumlu yazar, makalesini Türk DergiPark Sistemi üzerinden dergiye gönderir. Gönderilen makale, daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış veya değerlendirme aşamasında olmamalıdır. Gönderilen eser ile birlikte, telif hakkı formu ve etik kurul izin belgesi de gönderilmelidir.

## **Ücret Politikası**

Journal of Aeronautics and Astronautics dergisinin tüm giderleri Selçuk Üniversitesi tarafından karşılanmaktadır. Dergide makale yayını ve makale süreçlerinin yürütülmesi ücrete tabi değildir. Dergiye gönderilen ya da yayın için kabul edilen makaleler için hiçbir ad altında işleme ücreti ya da gönderim ücreti alınmaz. Journal of Aeronautics and Astronautics yayın politikaları gereği sponsorluk ve reklam da kabul etmemektedir.

## **Akran değerlendirmesi**

Gönderilen tüm yazılar, Yayın Kurulu'nun yayın kararlarını vermesi için hakem değerlendirme sürecine tabi tutulur. Böylece yazar, makale kalitesini geliştirebilir ve artırabilir. Ayrıca, yazarın makaleyi geliştirmesine yardımcı olur.

İncelemeler çift kör prosedürdür. Makalenin kabulü için en az iki olumlu yorum alınmalıdır. Gözden geçirenler ayrıca küçük veya büyük revizyon önerebilir. Hakemler tarafından büyük revizyona karar verilirse, revize edilen makale nihai kararları için hakemlere tekrar gönderilebilir. İnceleyenler için herhangi bir ücret yoktur.

Hakemler editör tarafından belirlenir. Editör ayrıca hakemin yazar önerileri arasından tercihini de yapabilir. Hakemler makale konusunda uzman olmalıdır. Yazarlar ve hakemler arasında herhangi bir çıkar çatışması olmamalıdır. Yazarlar kesinlikle hakemlerin adını bilmeyeceklerdir. Yayın kurulu bunu sağlayacaktır. Ayrıca hakemler birbirlerinin kimliklerini de bilmeyeceklerdir. Hakemler birbirlerinden bağımsız olarak değerlendireceklerdir. Hakemlerin farklı kararlar alması (kabul/reddetme) durumunda, Editör makaleyi değerlendirilmek üzere başka bir hakeme gönderebilir.

## Yayın Etiği

International Journal of Aeronautics and Astronautics, araştırma ve yayın etiği konusunda aşağıdaki ulusal ve uluslararası standartları benimsemektedir:

1. Basın Kanunu,
2. Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu,
3. Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi,
4. Committee on Publication Ethics (COPE),
5. Council of Science Editors (CSE),
6. World Association of Medical Editors (WAME),
7. International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)
8. Directory of Open Access Journals (DOAJ)
9. Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA)

## İntihali Önleme Kontrolü

Yayınlanmak üzere gönderilen tüm makaleler, "iThenticate" intihal programı ile incelenir. İnceleme sonucunda intihal/benzerlik oranı en fazla %25 olabilir. İntihal/benzerlik oranı %25'in üzerinde olan makaleler, editör kurulu tarafından direkt olarak reddedilir.

## Geri Çekme, Retraksiyon ve Yayın Kötüye Kullanım Politikası

Makalenin değerlendirilmesi öncesinde veya sırasında; Yazarlar, yayın kurulu veya hakemler tarafından tespit edilen önemli değiştirilebilir hatalar nedeniyle makale yazar tarafından geri çekilmelidir. Örneğin; makalenin yanlışlıkla iki kez yayınlanması, yazım hataları, eksik veri girişi vb.

Aşağıdaki sebepler, makale yayına hazır olsa bile makalenin retraksiyon sebepleridir.

- Çoklu gönderimler
- Sahte yazarlık iddiaları
- İntihal
- Verilerin hileli kullanımı vb.

Makale yayınlanmışsa, okuyucu orijinal makaleye ulaşmadan önce makalenin retraksiyon notunu bir bağlantı aracılığıyla elektronik olarak görecektir. Ardından, her sayfada "RETRAKSİYON" yazan bir filigranla orijinal makaleye ulaşır.

Makale yayımlandıktan sonra, makalenin retraksiyonunu gerektiren sebepler dışındaki nedenlerle makalenin değiştirilmesi gerekebilir. Bu durumda makalenin yeni hali derginin son sayısında yayımlanır. Değişiklik için gerekli açıklamalar bu yeni sürümde belirtilmiş ve önceki sürüme bağlantı yapılmıştır.

## Arşivleme ve Veri Dağıtım Politikası

Editör, yayımlanan materyalin güvenli bir şekilde arşivlenmesini sağlar. International Journal of Aeronautics and Astronautics yayınladığı makaleleri açık erişim esasına göre yazar(lar)ın herhangi bir işlem yapmasına gerek olmaksızın elektronik arşivlere gönderir ve tam erişime açık hale getirir. Yazar veya fon sağlayan kuruluş, yazarın kabul edilen makalesinin bir kopyasını arşiv sitelerine yükleyebilir. International Journal of Aeronautics and Astronautics

yazar lisansı, yalnızca ticari olmayan kullanım için makalenin kaynağına atıfta bulunarak (tam bir alıntıyla) yeniden kullanıma izin verir. Ticari kullanım için yazarlardan izin alınması gerekmektedir. International Journal of Aeronautics and Astronautics, tüm makalelerini CC-BY-NC Creative Commons lisansı kapsamında açık erişimli tutmayı ve tam metin içeriğini arşiv platformlarında ve <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaa> web sitesinde depolamayı taahhüt eder.

Arşiv Politikası: LOCKSS

Depo Politikası: Yayıncının Kendi Sitesi

Journal of Aeronautics and Astronautics dergisinde yayınlanan makaleler LOCKSS'da dijital olarak arşivlenir. Ayrıca yayımlanan makaleler, yazarı tarafından çalıştığı üniversitenin kurumsal arşivinde (DSpace, AVESİS vb.), konulu arşivlerde veya diğer her türlü arşivde ambargo süresi olmaksızın erişime açılabilir. Böylece bu yayına herkes ücretsiz olarak hemen ulaşabilir.

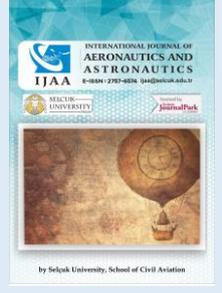
Journal of Aeronautics and Astronautics (e-ISSN: 2757-6574) dergisinin yayıncısı, araştırma sonuçlarının yayılmasını destekleme politikasına uygun olarak arşiv politikasını duyurmaktan memnuniyet duyar:

- Journal of Aeronautics and Astronautics yazarlara, bir makalenin kendi kendine arşivleme (yazarın kişisel web sitesi) ve/veya yayımlandıktan sonra kurumsal bir havuzda arşivleme için bir makalenin (yayıncı pdf) nihai yayınlanmış sürümünün kullanılmasına izin verir.
- Yazarlar, makalelerini halka açık ve/veya ticari konu tabanlı arşivlerde kendi kendilerine arşivleyebilirler. Ambargo süresi yoktur ancak yayınlanan kaynak belirtilmeli ve dergi ana sayfasına veya makalelerin DOI'sine bir bağlantı ayarlanmalıdır.
- Yazarlar makalenin çıktısını PDF belgesi olarak indirebilirler. Yazarlar makalenin kopyalarını meslektaşlarına herhangi bir ambargo olmaksızın gönderebilir.
- Selçuk Üniversitesi Yayınları, makalelerin tüm sürümlerine izin verir (Gönderilen sürüm, kabul edilmiş versiyon, yayınlanmış versiyon) ambargo olmaksızın yazarın tercih ettiği bir kurumsal veya başka bir arşivde saklanacaktır.
- Journal of Aeronautics and Astronautics, kalıcı arşivler oluşturulmasına izin vermek için LOCKSS sistemi kullanmaktadır. Stanford Üniversite Kütüphanelerine dayanan LOCKSS Programı, kütüphanelere ve yayıncılara kalıcı ve yetkili sayısal içeriğe erişimi sağlamak için ödüllü, düşük maliyetli, açık kaynak dijital koruma araçları sunar. LOCKSS Programı, "çok sayıda kopyanın güvenliğini sağlama" ilkesi üzerine kurulmuş, kütüphanenin liderliğindeki bir dijital koruma sistemidir. LOCKSS Programı, açık kaynaklı uç uca dijital koruma yazılımı kullanarak kütüphaneleri geliştirir ve destekler.



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## Dergide Yayımlanan Versiyon

Yayım Türü: Açık Erişim

OAI: <https://dergipark.org.tr/api/public/oai/ijaa/>

LOCKSS: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaa/lockss-manifest>

RSS: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaa/rss-feeds>

Ambargo Süresi: Ambargo süresi yoktur.

Açık Erişim Lisansı: CC BY-NC 4.0

Telif Hakkı Sahibi: Yazar(lar) telif hakkını korur.

Arşiv Yeri: Kurumsal Arşiv, Crossref, Dergi Web Sitesi, Kurumsal Site, Yazarın Kişisel Web Sitesi, Halka Açık ve/veya Ticari Konu Tabanlı Arşivler.

Politika Koşulları: Atıf ve alıntı standartlarına uyularak dergiye atıf yapılmalıdır. DOI ile yayıncı sürümüne bağlanmalıdır.

## Hakem Süreci Sonunda Kabul Edilen Versiyon

Ambargo Süresi: Yok

Arşiv Yeri: Dergi Web Sitesi, Kurumsal Site, Yazarın Kişisel Web Sitesi, Halka Açık ve/veya Ticari Konu Tabanlı Arşivler.

Telif Hakkı Sahibi: Yazar(lar) telif hakkını korur.

Dergiye Gönderilen İlk Metin

Ambargo Süresi: Yok

Arşiv Yeri: Dergi Web Sitesi, Kurumsal Site, Yazarın Kişisel Web Sitesi, Halka Açık ve/veya Ticari Konu Tabanlı Arşivler.

## Kalıcı Makale Tanımlayıcı: DOI

Journal of Aeronautics and Astronautics dergisi her makalesine doi atamaktadır

## **Yazar Katkı Oranı Beyanı**

Makalede, araştırmacıların katkı oranı beyanı, varsa destek ve teşekkür beyanı, çıkar çatışması beyanı belirtilmelidir.

## **ETİK İLKELER VE YAYIN POLİTİKASI**

### **Editorial Sorumluluklar**

International Journal of Aeronautics and Astronautics'e gönderilen makalelerin hangilerinin yayımlanacağına karar vermekten Genel Yayın Yönetmeni, Sorumlu Editör ve Uluslararası Yayın Kurulu sorumludur.

Baş Editör, derginin içerik ve kalite açısından yetersiz gördüğü yazıları yayımlamamaya karar verme hakkını saklı tutar.

Derginin tüm editör ekibi, yayınlanmasını düşündüğü makalelerle ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması içinde olmamalıdır.

Baş Editör ve diğer editorial üyeler, makaleleri herhangi bir ırk, cinsiyet, cinsellik, din, etnik veya politik önyargı içermeyen entelektüel içerik açısından değerlendirecektir. Editörler, gönderilen tüm yazıları gizli belgeler olarak ele alır; bu, yazarların izni olmadan bir yazı

hakkındaki bilgileri kimseye ifşa etmeyecekleri anlamına gelir. Makale inceleme sürecinde şu kişiler makalelere erişebilir: Editörler, Hakemler, Yayın Kurulu Üyeleri. Bir yazıyla ilgili ayrıntıların yazarların izni olmadan üçüncü bir şahsa iletilebileceği tek durum, editörün ciddi araştırma suistimalinden şüphelenmesidir. Editör, etik ihlalden şüphelenirse veya bir ihlal iddiası olursa harekete geçmekle yükümlüdürler. Bu görev hem yayınlanmış hem de yayınlanmamış makaleleri kapsar.

### **Yazarın Sorumlulukları**

Yazarlar, makalenin orijinal çalışma olduğunu ve başka bir dergide yayınlanmadığını ve aynı makalenin başka bir dergiye paralel olarak gönderilmediğini garanti eder.

Yazarlar ayrıca, yazının Yayın Kurulu'nun izni olmadan başka bir yerde (International Journal of Aeronautics and Astronautics'te yayımlandıktan sonra) hiçbir dilde yayınlanmadığını ve yayınlanmayacağını da taahhüt ederler.

Gönderilen makale bir araştırma projesi sonucuysa veya daha önce bir konferansta sunulmuşsa veya makaleyi destekleyen kurum veya kuruluş varsa, yazarlar bu bilgiyi Teşekkür bölümünde belirtmelidir.

Gönderilen makalenin etik standartlara uygun olmasını sağlamak yazarların sorumluluğundadır. Makalede yer alan bilgilerin asılsız veya hukuka aykırı olmadığını ve üçüncü şahısların haklarını ihlal etmediğini teyit eder, bu durumdan doğan her türlü tazminat talebini karşılar ve yayıncı hukuken sorumlu tutulamaz.

### **Katılımcıların Kişisel Verilerinin Korunması**

International Journal of Aeronautics and Astronautics, Türk Dergipark tarafından kabul edilen Kişisel Verileri Koruma İlkerlerini kabul ederek uygulamaktadır.

### **İntihal**

Bir başkasının fikirlerini, sözlerini, cümlelerini veya yaratıcı ifadelerini kendisininmiş gibi sunmak bilimsel etik açısından açık bir intihaldir.

Başka bir yazarın çalışmasından belirli bir ifadeyi, açıkça kaynak göstermeden, kaynağı doğru göstermeden veya kaynağı izinsiz olarak kendi çalışmasında kullanmak intihal olarak kabul edilir. İntihal olduğu tespit edilen yazarın makalesi doğrudan reddedilecektir.

### **Tekrar Yayın**

Tekrar yayın, aynı makalenin veya büyük ölçüde benzer makalelerin birden fazla dergide yayınlanmasıdır. Editör bu tür makaleyi incelemeyi geri gönderir. Bundan sonra editör, tekrar yayına teşebbüs eden yazara belli bir süre ambargo uygulayabilir, yazarın daha önce yayın yaptığı dergide (belki de önceki makaleyi yayınlayan derginin editörü ile eşzamanlı duyuru olarak) kamuoyuna bu durumu açıklayabilir veya bu tedbirlerin hepsini birlikte uygulayabilir.

### **Aynı makalenin birden fazla dergiye eşzamanlı olarak gönderilmesi**

Yazarlar aynı makaleyi aynı anda birden fazla dergiye gönderemezler. Editör, olası eşzamanlı gönderimi öğrenirse, makaleyi alan diğer editör(ler)le danışma hakkını saklı tutar. Ayrıca editör, makaleyi incelemeyi iade edebilir veya incelemeleri dikkate almadan reddedebilir veya bu kararı ilgili diğer editör(ler)le tartışarak alabilir ve yazarlardan belli bir süre makale başvurusu kabul etmemeye karar verebilir. Ayrıca yazarların işverenlerine yazabilir veya bu tedbirlerin hepsini birlikte hayata geçirebilir.

### **Etik İhlal Bildirimleri**

Okurlar, International Journal of Aeronautics and Astronautics de yayınlanan bir makalede önemli bir hata ya da yanlışlık fark ettiklerinde ya da editöryal içerik ile ilgili (intihal, yinelenen makaleler vb.) herhangi bir şikâyetleri olduğunda [ijaa@selcuk.edu.tr](mailto:ijaa@selcuk.edu.tr) adresine e-posta göndererek bildirimde bulunabilir.

### **Çıkar çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olabilecek kişi, kurum ve kuruluşları açıklamalıdır.

### **Hakemlerin sorumlulukları**

Hakemler, makalenin bilimsel değeri ve orijinalliği hakkındaki tarafsız görüşlerini zamanında yazılı olarak sunmalıdır.

Hakemler, gönderilen makaleyi derginin kapsamına, konunun özgünlüğüne, makalenin sunumuna, bilimsel nitelik ve özelliğine göre değerlendirir.

Hakemler etik ihlal, başka bir yerde yayınlanmış bir makale ile önemli benzerlik ve benzeri durumlar tespit ettiklerinde editörü uyarmalıdır.

Hakemler, yazarlar veya makaleyi destekleyen kurum veya kuruluşlar ile çıkar çatışması içinde olmamalıdır. Böyle bir durum editöre bildirilmelidir.

Hakemler makaleyi değerlendirirken tarafsız olmalıdır. Görüş, düşünce ve eleştirilerini destekleyici argümanlarla açıkça ifade etmelidir.

İncelenmek üzere gözden geçirenlere gönderilen tüm belgeler gizli olarak değerlendirilmelidir. Makalelerde belirtilen konu ve materyaller yazarların izni olmadan kullanılamaz. Bu bilgilerin kişisel kazanç amacıyla kullanılması durumunda tüm sorumluluk kullanıcıya aittir.

### **Feragatname**

Yayınlanan eserlerdeki görüşler yazarlara aittir. Editörler ve Yayın Kurulu sorumlu tutulamaz. Yazılarda ifade edilen fikirlerin hukuki ve manevi sorumluluğu yazarlara aittir. Herhangi bir tazminat talebi olması durumunda yazarlar yasal olarak sorumlu tutulacaktır. Yayıncının herhangi bir sorumluluğu yoktur.

### **Etik Kurul İzni**

Etik kuralları kapsamında şunlara dikkat edilmelidir.

Sosyal bilimler dahil tüm disiplinlerde yapılan araştırmalar ile insan ve hayvanlar üzerinde etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel araştırmalar için etik kurul onayı alınmalı ve bu onay makalede belirtilmeli ve belgelenmelidir.

Dergide ve/veya web sayfasında ulusal ve uluslararası standartlara atıfta bulunarak ayrı bir başlık altında belirtilmelidir.

Bu başlık altında hakemler, yazarlar ve editörler için ayrı başlıklar altında etik kurallar hakkında bilgi verilmelidir.

Makalelerin Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olduğu belirtilmelidir.

Uluslararası standartlara ve kurumlara atıfta bulunulmalıdır. Örneğin, dergilere gönderilen bilimsel makaleler, International Journal of Aeronautics and Astronautics Editors (IJAAE) ve International Standards for Editors and Authors of COPE'nin (Committee on Publication Ethics) tavsiyelerini dikkate almalıdır.

Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izne ilişkin bilgi (kurul adı, tarih ve sayı numarası) yöntem bölümünde ve makalenin ilk/son sayfasında yer almalıdır.

Veri toplamada kullanılan ölçekler için ölçek sahibinden izin alınmalı ve makalede belirtilmelidir.

Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine uyulmalıdır.

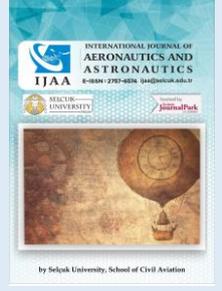
#### Etik Kurul İzni Gerektiren Çalışmalar

- 1) Anket, görüşme, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel veya nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırma,
- 2) İnsan ve hayvanları (maddi/veri dahil) deneysel veya diğer bilimsel amaçlarla kullanmak,
- 3) İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- 4) Hayvanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- 5) Kişisel verilerin korunması kanunu uyarınca geriye dönük çalışmalarda.



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

## İLETİŞİM

### Bize Ulaşın

Bizimle e-posta aracılığı ile iletişime geçebilirsiniz. Ayrıca, dergi yetkililerine ait bireysel iletişim bilgilerini de Editör kadrosu içerisinde bulabilirsiniz.

### Dergi İletişim Bilgileri

Selçuk Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu

[ijaa@selcuk.edu.tr](mailto:ijaa@selcuk.edu.tr)

Akademi Mah. Yeni İstanbul Cad. No: 347. Alaeddin Keykubat Kampüsü - Sivil Havacılık Yüksekokulu. Selçuklu / Konya / Türkiye

web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaa>

### Editöryal Yetkili

Ad Soyad: Prof. Dr. Nilüfer CANÖZ

ORCID: 0000-0003-3424-3919

e-posta: [ncanoz@selcuk.edu.tr](mailto:ncanoz@selcuk.edu.tr)

Telefon: +90 332 223 10 57

### Teknik Yetkili

Ad Soyad: Doç. Dr. İlker ÖRS

ORCID: 0000-0001-8385-9846

e-posta: [ilker.ors@selcuk.edu.tr](mailto:ilker.ors@selcuk.edu.tr)

Telefon: +90 505 528 01 30

### Yayınevi

Selçuk Üniversitesi

<https://yayinevi.selcuk.edu.tr>

ROR ID: <https://ror.org/045hgzm75>

ISNI: 0000 0001 2308 7215

Crossref: <https://crossref.org/members/prep/39200>

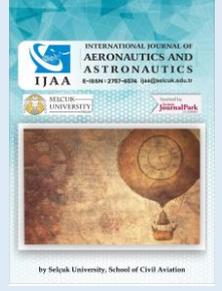
e-posta: [ijaa@selcuk.edu.tr](mailto:ijaa@selcuk.edu.tr) ; [sivilhavacilik@selcuk.edu.tr](mailto:sivilhavacilik@selcuk.edu.tr) ; [press@selcuk.edu.tr](mailto:press@selcuk.edu.tr)

web: [https://www.selcuk.edu.tr/Birim/yuksekokullar/sivil\\_havacilik\\_yo/1847](https://www.selcuk.edu.tr/Birim/yuksekokullar/sivil_havacilik_yo/1847)



# International Journal of Aeronautics and Astronautics

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa>



e-ISSN: 2757-6574

Dear readers,

We present the 2nd issue of the 5th volume of the International Journal of Aeronautics and Astronautics (IJAA) to your appreciation and evaluation publishing it on time. Besides, as an indicator of the increase in the scientific quality of our journal, our applications for registration in respected academic indexes continue rapidly and we are trying to make up for our deficiencies in this regard with great effort.

In this first issue of 2024, there are 3 important articles that we think you can benefit from. These articles cover social and engineering issues such as Travel to the era of digital assets: Flight tickets with Blockchain technology, Low velocity impact response of CFRP and Al2024-T3 helicopter blade and Environmentally responsible service production in the field of aviation: Academic studies conducted in Türkiye. In the study conducted by Mutlu Can SOYDAN and Hakan RODOPLU, they examined the flight ticket applications with Blockchain as a secure and robust technology in terms of digital assets. Sakine KURTAR, Gamze YAMAN, Dilara Nur BEKTAŞ, Seda Nur ÖZSUNAR and Mesut UYANER, in their study, presented a numerical study by simulating the low-speed impact response of CFRP and Al2024-T3 helicopter wings using the LS-DYNA program. Finally, İlkey YILMAZ and Güzide KARAKUŞ presented a study examining academic studies conducted in Türkiye on environmentally sensitive service production in the aviation field.. We hope that these articles published in our journal will be of interest to you and will guide your studies.

We have published high-quality scientific studies for you in this issue and previous issues. Our biggest goal is to increase our scientific quality in our future issues and to inform our valuable readers about social and technological issues in the field of aviation and space sciences. In order to achieve success in this goal, your contributions, both as writers and as reviewer, are very important to us. I look forward to your valuable stakeholders' contributions to us and our magazine, and on behalf of my entire magazine team, I wish you well and see you in our next issue.

December 31, 2024  
Prof. Dr. Nilüfer CANÖZ

Değerli okurlarımız,

International Journal of Aeronautics and Astronautics (IJAA)'nın 5. cildinin 2. sayısını, zamanında yayımlayarak siz değerli okurlarımızın beğenisine ve değerlendirmesine sunuyoruz. Ayrıca, dergimizin bilimsel kalitesinin arttığının göstergesi olarak saygın akademik dizinlere kayıt başvurularımız hızla devam etmekte ve bu konudaki eksiklerimizi büyük bir gayretle giderme çabası içerisindeyiz.

2024 yılına ait bu birinci sayımızda, sizlerin önemli ölçüde faydalanabileceğinizi düşündüğümüz 3 önemli makale yer almaktadır. Bu makaleler, dijital varlıklar çağına seyahat: Blockchain teknolojisiyle uçak biletleri, CFRP ve Al2024-T3 helikopter kanadının düşük hızlı darbe cevabı ve havacılık alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi: Türkiye'de yapılmış akademik çalışmalar gibi sosyal ve mühendislik konuları içermektedir. Mutlu Can SOYDAN ve Hakan RODOPLU tarafından yürütülen çalışmada, güvenli ve sağlam bir teknoloji olarak Blockchain ile uçak bileti uygulamalarının dijital varlıklar yönünden incelenmesini gerçekleştirmişlerdir. Sakine KURTAR, Gamze YAMAN, Dilara Nur BEKTAŞ, Seda Nur ÖZSUNAR ve Mesut UYANER, çalışmalarında, CFRP ve Al2024-T3 helikopter kanadının düşük hızlı darbe cevabını LS-DYNA programı kullanılarak simule ederek numerik bir çalışma ortaya koymuşlardır. Son olarak, İlkay YILMAZ ve Güzide KARAKUŞ, havacılık alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi üzerine Türkiye'de yapılmış akademik çalışmaların incelendiği bir çalışma sunmuşlardır. Dergimizde yayınlanan bu makalelerin ilginizi çekeceğini ve sizlerin de çalışmalarınıza yön vereceğini ümit ederiz.

Bu sayımızda ve önceki sayılarımızda sizler için yüksek kaliteli bilimsel çalışmaları yayınladık. Gelecekteki sayılarımızda da bilimsel kalitemizi artırarak siz değerli okurlarımızı, havacılık ve uzay bilimleri alanında sosyal ve teknolojik konular ile bilgilendirmek en büyük hedefimizdir. Bu hedefimizde başarıya ulaşmak için sizlerin de gerek yazar gerekse hakem olarak sağlayacağınız katkılar bizim için çok önemlidir. Siz değerli paydaşlarımızın bizlere ve dergimize yapacağınız bu katkıları bekliyor, tüm dergi ekibim adına sonraki sayımızda görüşmek üzere esenlikler diliyorum.

31 Aralık 2024  
Prof. Dr. Nilüfer CANÖZ

## CONTENTS | İÇİNDEKİLER

JENERİK   GENERIC	I
JOURNAL INFORMATION   DERGİ BİLGİLERİ	V   XIV
ETHICAL PRINCIPLES AND PUBLICATION POLICY   ETİK İLKELER VE YAYIN POLİTİKASI	IX   XVIII
FROM THE EDITOR   EDİTÖRDEN	XXIII   XXIV
<b>Research Articles   Araştırma Makaleleri</b>	
<b>Mutlu Can Soydan, Hakan Rodoplu</b> Dijital varlıklar çağına seyahat: Blockchain teknolojisiyle uçak biletleri / Travel to the era of digital assets: Flight tickets with Blockchain technology	37-50
<b>Sakine Kurtar, Gamze Yaman, Dilara Nur Bektaş, Seda Nur Özsunar, Mesut Uyaner</b> Low velocity impact response of CFRP and Al2024-T3 helicopter blade / CFRP ve Al2024-T3 helikopter kanadının düşük hızlı darbe cevabı	51-61
<b>Review Articles   İnceleme Makaleleri</b>	
<b>İlkay Yılmaz, Güzide Karakuş</b> Havacılık alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi: Türkiye’de yapılmış akademik çalışmalar/ Environmentally responsible service production in the field of aviation: Academic studies conducted in Türkiye	62-72

## Araştırma Makalesi / Research Article

### Dijital varlıklar çağına seyahat: Blockchain teknolojisiyle uçak biletleri / Travel to the era of digital assets: Flight tickets with Blockchain technology

 Mutlu Can Soydan<sup>1\*</sup>,  Hakan Rodoplu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sivil Havacılık Kabin Hizmetleri Programı, Merzifon Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye

<sup>2</sup>Havacılık Yönetimi Programı, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

Received  
June 2, 2024

Revised  
September 25, 2024

Accepted  
October 24, 2024

#### ÖZET

#### Anahtar Kelimeler

Blokzincir,  
Değiştirilemez Token,  
Havayolu,  
Havayolu İşletmeleri,  
Uçak Bileti

#### Keywords

Airline,  
Airline Companies,  
Blockchain,  
Flight Ticket,  
Non-Fungible Token

Production and hosting  
by [Turkish DergiPark](https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa).  
This is an open access  
article under the CC  
BY-NC license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



Blockchain (Blok zincir) teknolojisi, kusursuz bir seyahat deneyimi ve dünyaya fayda sağlama potansiyeli ile havacılık endüstrisinde giderek daha popüler hale gelmektedir. Çalışmanın temel amacı da, bu tipten dijital varlıkların kapsamlı bir şekilde anlaşılması ve havayolu işletmelerinin olası aksiyonlarının önceliklendirilmesidir. Bu anlamda çalışma, keşifsel bir araştırma paradigmasına sahiptir. Çalışma, "Dijital varlıklar, havayolu sektöründe bir uçak bileti olarak kullanılabilir mi; kullanılabilirse uygulaması ne şekilde yürütülecek?" sorusuna cevap aramaktadır. VentureRadar adlı veritabanı da çalışmanın yöntemine kaynaklık edecektir. Bu anlamda işletmelerin harekete geçmeleri için bu çalışmada ilk kez ortaya atılacak olan "TBC Modeli" önerilecektir. Model, "Transition to Blockchain" kavramının baş harflerinden oluşan bir kısaltmayı anlatmaktadır. Havayolu işletmeleri, "TBC Modeli"ni bir silsile halinde uygulamalıdır. İlk adım, işletmelerin bu tipten bir teknolojiyi, mümkün olduğunca yeni bir arayüzle beraber keşfetmeleri esasına dayanmaktadır. İkinci adımda işletmeler; rezervasyon sürecini yönetecek akıllı sözleşmeler planlamalıdır. Üçüncü adım ise destekleme adımdır. Burada işletmeler, kripto para ödemelerini destekleyen bir ağ geçidi seçmeli/geliştirmelidir, şayet mekanizma doğru çalışıyorsa yolculara sunulmalıdır. Son adımda ise işletmeler; sistemin güvenli olarak kalmasını sağlamak amacıyla sistemi düzenli olarak korumalı ve güncellemelidir. Söz konusu sektörün bu tipten önerilerle ülkemizde ilk kez incelenmesi; bilimsel literatüre katkıları bakımından çalışmayı diğerlerinden ayırmaktadır.

#### ABSTRACT

Blockchain technology is becoming increasingly popular in the aviation industry due to its potential to create a seamless travel experience and provide benefits on a global scale. The primary purpose of this study is to comprehensively understand such digital assets and prioritize potential actions for airline businesses. The study adopts an exploratory research paradigm and seeks to answer the question: "Can digital assets be used as airline tickets, and if so, how should the implementation process be conducted?" The VentureRadar database will be used as a methodological reference. A new framework, the "TBC Model" (Transition to Blockchain), is proposed for the first time in this study to guide businesses in their efforts. The model suggests a structured approach. In the first step, airlines explore blockchain technology and integrate it with a new interface. In the second step, they design smart contracts to manage the booking process. In the third step, businesses create or adopt a payment gateway to support cryptocurrency payments and offer it to passengers if it functions as intended. In the fourth step, companies regularly maintain and update the system to ensure its security. This study is unique in being the first in the country to examine the aviation sector with such recommendations, contributing significantly to academic literature.

\* Corresponding author, e-mail: [mutlu.soydan@amasya.edu.tr](mailto:mutlu.soydan@amasya.edu.tr)



## 1. Giriş

Dijital inovasyon, havacılık sektörünün gelişen teknolojileri benimsemeye başlamasıyla beraber, sektörde çığır açan değişimleri kolaylaştırmıştır. Özellikle Blockchain (blokzincir), hem havayolu operasyonlarını iyileştirmek hem de yolcu deneyimlerini geliştirmek için önemli çözümler sunmaktadır. Bu durum, Blockchain'in havacılık alanında sahip olduğu dönüştürücü potansiyelini ortaya koymaktadır.

Havayolu işletmeleri, uçuş serüvenini yolcuları için daha emniyetli, daha güvenli, daha verimli ve daha keyifli hale getirmek için en son teknolojileri benimseme konusunda daima ön saflarda yer almıştır. Bu anlamda havacılık sektörü, inovasyona yabancı bir sektör sayılmaz. Uçakların tasarımı ve üretimine ilişkin teknolojiler gün geçtikçe ilerleme kaydetmiştir. Ancak internet yoluyla rezerve edilen uçak biletlerinin çoğu onlarca yıl önce yazılan yazılımlardan geçmektedir. Dolayısıyla, bugün havayolu endüstrisinde ses getiren en heyecan verici ve dönüştürücü teknolojileri arasında Blockchain bulunmaktadır. Kripto para birimlerinin omurgası olarak bilinen söz konusu teknolojinin, havayolları için oyunun kurallarını değiştireceği açıktır [1].

Blockchain, işlemleri güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydetmek için kullanılan ve merkezi olmayan bir dijital defter olarak tanımlanabilir [2]. Temelde her bilgisayarın bu defterin bir kopyasına sahip olduğu varsayımıyla, bu kopyaların da bilgisayar ağlarına dağıtılan dijital bir veritabanı olarak sayılması esasına dayanmaktadır. Blockchain'e kaydedilen işlemler, kriptografi kullanılarak güvence altına alınmaktadır ve bu da verilerin değiştirilmesini veya tahrif edilmesini neredeyse imkânsız hale getirmektedir [2]. Geleneksel bir veritabanı sisteminde ise veriler merkezi bir yerde depolanmakta ve genellikle bu verilere yalnızca yetkili kullanıcılar tarafından erişim sağlanmaktadır. Buna karşılık, en azından günümüz için Blockchain merkezi olmayan bir yapıdadır, yani tek bir kurum/kuruluş tarafından kontrol edilmemektedir. İşlemleri doğrulamak ve kaydetmek için ise bir arada çalışan bir kullanıcı ağı tarafından korunmaktadır [3]. Örneklendirilecek olursa; beş akademisyenin birbiriyle paylaşabildiği büyük bir not defteri olduğu hayal edilebilir. Birisi not defterine bir şey yazmak istediğinde, bir problem olmadığından emin olabilmek için bunu diğer dört akademisyene göstermek zorunda kalmaktadır. Şayet herkes aynı fikirde olursa bunu deftere yazabilmektedir, ayrıca herkesin hem fikir olduğu ve yeni eklenen şey, defterde değiştirilememektedir.

Esasında blockchain sistemindeki her bir işlem bir Block'a karşılık gelmektedir. Bu sistem şifreli bir zincir şeklinde işlenmekte; nitekim burada Chain (zincir) ifadesi bu sebeple kullanılmaktadır. Oluşturulan bu blokların şifreleri kırılmamaktadır. Tüm işlemler dijital olarak gerçekleştirilmektedir.

“Non-Fungible Token” yani NFT ise, dilimize “Değiştirilemez Token” olarak çevrilebilir. Öncelikle NFT'nin, esasında bir kripto para birimi olduğunu belirtmekte fayda vardır. Fakat bu tanımda söz konusu para, bildiğimiz tanımların dışında değerli olan herhangi bir varlık yerine geçmektedir. Yani NFT, içerisinde birçok varlığın dijital karşılığının olduğu benzersiz bir dijital varlık olarak tanımlanabilir. Yani bu çerçevede kavram; koleksiyon değerine sahip olabilecek bir varlığın, dijital dünyadaki yansıması olarak ortaya koyulabilir [4]. NFT'ler her birinin eşsiz olması ve kişiye özel olması şartıyla; çocukluğumuzda son derece popüler olan ve koleksiyonları yapılan taso ve futbol kartlarına benzetilebilir. Eşsiz ve kişiye özel olmadığı ve belli bir sayıda olduğu durumda ise; bu koleksiyon, bir kripto para olarak değerlendirilmelidir.

Bu noktada Blockchain'e ilişkin esasların özellikle teknik açıdan bilinmesi önem arz etmektedir. İlgili literatür tarandığında içinde bulunulan yılın hem ulusal hem de uluslararası araştırmalarında; teknik esasların sıklıkla çalışmalarda yer edindiğini izlemiştir. Raheem [5], çalışmasında Blockchain teknolojisine dayalı IoT verilerinin gizliliği ve güvenliği hususunda birtakım teknik detaylara yer vermiştir. Keza aynı alanı ilgilendiren bir başka araştırmada; Aljamal [6], kripto para pazarı içerisinde ticaret kararlarını Blockchain kavramı ile ilişkilendirmiştir. Zorlu [7] da; nesnelerin interneti kavramını havacılıkta blok zincir tabanlı güvenli yönetim kavramı ile temellendirmiştir. Benzer tipteki güncel araştırmaların ortak noktası, kavramı teknik açıdan ele almak olmuştur.



Ancak bu çalışma tam olarak bu tipten çalışmalardan farklı olarak; Blockchain teknolojisini uluslararası ticareti geliştirmenin bir aracı olarak görmüş, çıkış noktasını da doğrudan sektörde kullanılacak türden bir problemle oluşturmuştur.

Kavramların bu bölümde ortaya koyulmasının ardından, Blockchain teknolojisinin esasları, mekanizması, uygulama alanları ve bir ödeme aracı olarak uygulanması çalışmanın ilk kısmında detaylıca tartışılacaktır. Günlük hayatımızda bu teknolojinin bir ödeme aracı olarak kullanılabilirliğine dair bir tartışma ile ilk kısım tamamlanacaktır. İkinci bölümde ise, Blockchain teknolojisinin havayolu pazarındaki ve havayolu yatırımlarındaki karşılığı aranacaktır. Son bölümde ise, örnek bir havayolu işletmesinin dijital varlıklar aracılığıyla bir uçak bileti satabilmesinin altındaki mekanizma detaylandırılacak, tersine mühendislikle satın alma süreci de yine bu kısımda ortaya koyulacaktır.

## 2. Blockchain Teknolojisi

Blockchain teknolojisinin benzeri olarak nitelendirilebilecek ilk fikir, onlarca yıl önce ortaya atılmıştır. Blockchain'e benzer bir tasarı, ilk olarak Amerikalı bilgisayar bilimcisi ve kriptograf Chaum'un 1982 tarihli araştırmasında önerilmiştir. 1991'de Haber ve Stornetta, kriptografiyle güvence altına alınan blok zincirinin orijinal tanımını genişletmiştir. Bu tarihten sonra dijital para birimleri geliştirmek için çalışmalar hızlanmıştır. 2008 yılında Nakamoto takma adı altında çalışan bir geliştirici veya geliştirici grubu, her bir Block'a zaman kriteri koymak için kullanılan Blockchain modelini geliştirmiştir. 2009 yılında Nakamoto, Bitcoin para birimini kullanarak bir Blockchain uygulamaya koymuştur. O zamandan beri teknoloji geliştikçe ve tasarlanmış Blockchain tabanlı yazılımlar piyasaya çıktıkça, Blockchain'in kurumsal uygulamasına olan ilgi hayli artmıştır [8].

2009'da C++ yazılım dili kullanılarak tanıtılan Bitcoin, yalnızca "Windows" işletim sistemlerinde kullanılmıştır ve ilk Bitcoin işlem fiyatı ise (1\$ = 1.309,03 Bitcoin); Ekim 2009'da "New Liberty Standard" tarafından yayınlanmıştır. 22 Mayıs 2010 tarihinde ise ABD'nin Florida eyaletinde "Laszlo Hanyecz" adlı bir kişi tarafından 2 pizza satın alınmış ve ilk kez gündelik hayatta bir Bitcoin işlemi gerçekleştirilmiştir. "Dark Web Silk Road"<sup>1</sup>, 2013 yılında FBI tarafından ele geçirilmiş ve FBI'in cüzdanına büyük miktarda Bitcoin girmiştir. Elde edilen bu Bitcoin'lerin bir kısmı daha sonra satılmıştır. Bitcoin'in başlıca yatırımcıları arasında "Tim Draper, Barry Silbert, Blythe Masters ve Winklevoss Twins" yer almaktadır [9].

2014 yılından itibaren bu teknolojinin diğer finansal ve organizasyonel işlemler için potansiyel kullanımının anlaşılmasıyla, yeni uygulama alanları ortaya çıkmaya başlamıştır. 2016 yılında çevrimiçi perakende şirketi Overstock, şirket hisselerini satmak ve dağıtmak için Blockchain'i kullanmıştır. Bu, halka açık bir şirketin hisse senedi işlemlerini desteklemek için Blockchain'in ilk kez kullanılması anlamına gelmektedir [10]. Eğlence sektöründe faaliyet gösteren, söz konusu sektöre biletleme yazılımı ve hizmeti veren Ticketmaster da, 2018 yılında geleneksel biletleri güvenli ve etkileşimli dijital varlıklara dönüştüren bir Blockchain teknolojisi sağlayıcısı satın almıştır. Yine 2020'nin başlarında Blockchain şirketi Theta Labs, Google Cloud ile ortaklık kurmuştur. Bu ortaklık Google Cloud kullanıcılarına; Theta'nın Blockchain ağından düğümler dağıtmasına ve çalıştırmasına dek birçok olanak tanımaktadır. Son yıllarda ise Ethereum, finansal çerçeveye sahip yeni Blockchain teknolojisi trendlerini ortaya çıkmıştır. Bu trendler, işlemleri kontrol edebilecek veya müdahale edebilecek merkezi bir otoritenin olmaması nedeniyle kripto para piyasalarındaki merkezi finans modellerinden farklı bir yapıdadır. Yani işletmeler, özellikle NFT pazarının yükselişiyle birlikte, Blockchain ve uygulamalarına yatırım yapmaya hızla devam etmektedir [3].

<sup>1</sup> Çevrimiçi bir kara borsa ve modern darknet pazarı [9].



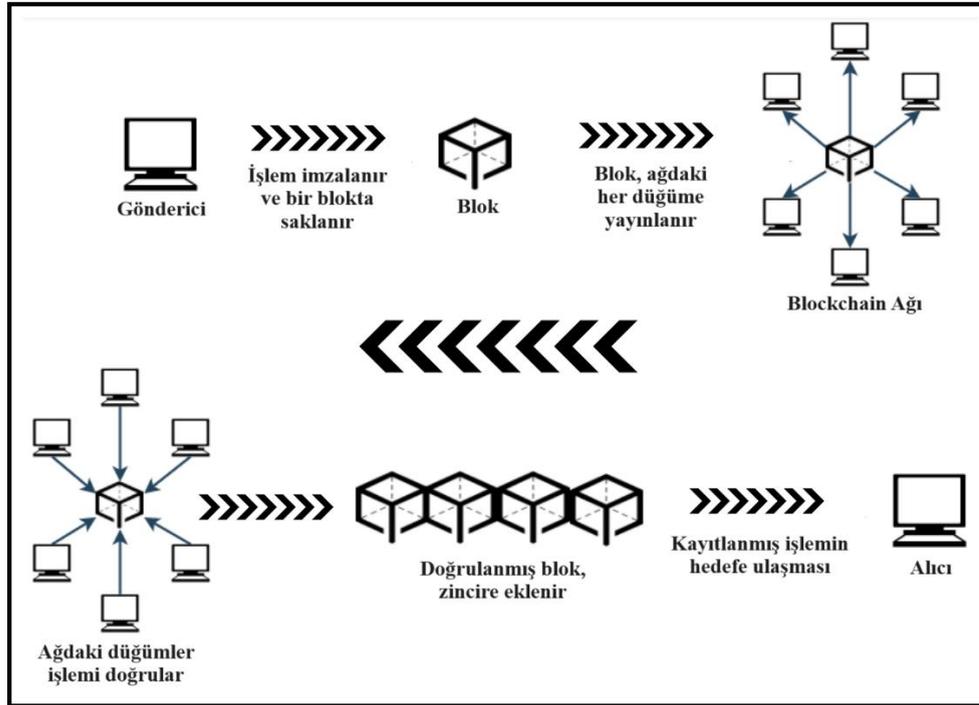
## 2.1. Blockchain Teknolojisinin Esasları ve Mekanizması

Bir Blockchain, genellikle bir veri tabanında yapacağınız işlemleri yerine getiren, komut dosyaları adı verilen programlardan meydana gelmektedir. Temelde bilgilerin girilmesi, erişimi ve saklanması dosyalarından meydana gelmektedir. Bir Blockchain'in dağıtımı, birden fazla kopyanın birçok makineye kaydedildiği ve geçerli olması için hepsinin eşleşmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Blockchain esasında üç teknolojinin birleşimi olarak sayılabilir; şifreleme anahtarları, paylaşılan (eşler arası) ağlar ve o ağdaki işlemleri ve kayıtları depolamak için bir bilgi işlem aracı olarak görülebilir [10].

Blockchain, işlem bilgilerini toplar ve söz konusu bilgileri içeren bir elektronik tablodaki hücre gibi ilgili Block'a girer. Bilgi dolduğunda, karma adı verilen onaltılık bir sayı oluşturan bir şifreleme algoritmasından geçirilir. Daha sonra karma, ilgili blok başlığına girilir ve bloktaki diğer bilgilerle şifrelenir. Bu, birbirine zincirlenmiş bir dizi blok oluşturur [11].

Birbirinden farklı Blockchain türleri de bulunmaktadır; ilki özel blok zincirleridir. Bunlar, kapalı ağlarda çalışır ve işletmeler için en uygun çalışma biçiminde olarak görülmektedir. Özel bir Blockchain ağını yalnızca bir otorite yönetmektedir. Bir diğeri kamu Blockchain ağlarıdır. Günümüzde Bitcoin ve diğer kripto para birimleri, halka açık blok zincirlerden ortaya çıkmıştır. Halka açık blok zincirler, aynı zamanda güvenlik kusurları ve merkezileşme gibi bazı zorlukların ve sorunların ortadan kaldırılmasına da yardımcı olmuştur. Bilginin gerçekliğini doğrulamak için ise bir fikir birliği algoritması kullanılır; Proof of Stake (PoS) ve Proof of Work (PoW)<sup>2</sup>, sıklıkla kullanılan iki fikir birliği yöntemidir. Bir diğeri de izin verilen Blockchain ağlarıdır. Bazen hibrit blok zincirleri olarak da bilinen izinli blok zincir ağları, yetkili kişiler için özel erişime izin veren blok zincirlerdir. İşletmeler genellikle bu tür blok zincirlerinin ağına; kimlerin ve hangi işlemlere katılabileceğini belirlerken daha kesin bir denetim de sağlayabilmektedir. Bir başkası da konsorsiyum blok zincirleridir. İzin verilen blok zincirlere benzer şekilde, konsorsiyum blok zincirlerinin de hem genel hem de özel bileşenleri vardır, ancak birden fazla kuruluş tek bir konsorsiyum blok zinciri ağını yönetebilmektedir. Bu tür blok zincirlerin kurulumu başlangıçta karmaşık olsa da, çalıştırdıktan sonra güvenlik zafiyetleri ortadan kalkmaktadır [12]. Ek olarak, konsorsiyum blok zincirleri birden fazla işletmeyle iş birliği için idealdir. Hibrit blok zincirler de, hem genel hem de özel blok zincirlerin birleşimidir. Hibrit bir blok zincirinde, blok zincirinin bazı bölümleri halka açık ve şeffaftır, diğerleri ise özeldir ve yalnızca yetkili ve belirli katılımcılar tarafından erişilebilir. Bu, şeffaflık ve gizlilik arasında bir dengenin sağlanması için ideal olarak görülmektedir. Örneğin, tedarik zinciri yönetiminde birden fazla taraf belirli bilgilere erişebilir ancak hassas veriler bu noktada gizli tutulabilir. Yan zincirler ise ana blok zincirine paralel çalışan, ek işlevsellik ve ölçeklenebilirlik sağlayan farklı blok zincirlerdir. Yan zincirler sıklıkla tıkanıklığı azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Sonuncusu ise Blockchain katmanlarıdır. Birden fazla Blockchain katmanının üst üste inşa edilmesi konseptini ifade etmektedir. Her katmanın, diğer katmanlarla etkileşime girebilen kendi fikir birliği mekanizması, kuralları ve işlevselliği olabilir. Örneğin Bitcoin blok zincirinin üzerine kurulan Lightning Network, kullanıcılar arasında ödeme kanalları oluşturarak daha hızlı ve daha ucuz işlemlere olanak sağlayan ikinci katman bir çözüm olarak görülebilir [13].

<sup>2</sup> İşlemleri işlemek ve bir blok zincirinde yeni bloklar oluşturmak için kullanılan mutabakat mekanizmaları [3].



**Şekil 1.** Blockchain Mekanizması (Kaynağından hareketle [14], araştırmacı tarafından dilimize çevrilmiştir.)

Şekil 1.'den hareketle, işlemler gerçekleştikleri Blockchain'e bağlı olarak belirli bir süreci takip etmektedir. Örneğin, Bitcoin'in blok zincirinde, kripto para birimi cüzdanını<sup>3</sup> kullanarak bir işlem başlatılırsa, bir dizi olay da başlamaktadır. Bitcoin'de herhangi bir işlem bir bellek havuzuna gönderilmekte ve burada saklanmaktadır. Bir madenci<sup>4</sup> veya doğrulayıcı onu alana kadar kuyruğa alınır. Bir bloğa girildiğinde ve blok işlemlerle dolduğunda kapatılır ve şifreleme algoritması kullanılarak şifrelenir. İşte madencilik işlem adımı, tam da bu noktada başlamaktadır [11].

Tüm ağ aynı anda çalışır ve karma değeri çözmeye çalışır. Her biri, Nonce<sup>5</sup> haricinde rastgele bir karma üretir ve her madenci, rastgele oluşturulmuş Hash'lerine<sup>6</sup> eklenen sıfır Nonce ile başlar. Bu sayı hedef Hash'e eşit veya ondan küçük değilse, Nonce'a değer eklenir ve yeni bir blok Hash'i oluşturulur. Bu, madenci geçerli bir karma oluşturana kadar devam eder [11].

Bir blok kapatıldığında işlem tamamlanır. Ancak diğer bloklar doğrulanıncaya kadar blok onaylanmış sayılmaz. Tüm blok zincirleri bu süreci takip etmez. Örneğin, Ethereum ağı, blokları doğrulamak için tüm kullanıcılar arasından rastgele bir doğrulayıcı seçer ve bunlar daha sonra ağ tarafından onaylanır [11].

## 2.2. Blockchain Pazarının Geleceği

Kullanım alanları arttıkça Blockchain pazarının büyüklüğü de değişiklik göstermektedir. Nitekim küresel Blockchain teknolojisi pazarının büyüklüğü 2023 yılında 17,46 milyar ABD doları değeri olarak ölçülmüştür. 2023 yılından 2030 yılına kadar ise %87,7'lik bileşik yıllık büyüme oranında<sup>7</sup> büyümesi beklenmektedir [15].

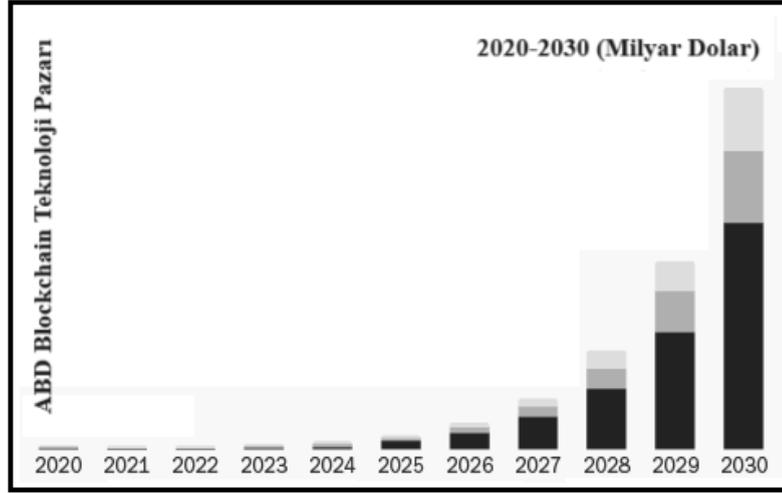
<sup>3</sup> Blok zinciri için bir arayüz sağlayan uygulama.

<sup>4</sup> Bilgi işlem enerjileriyle, "Proof of Work" tabanlı bir kripto para ağına katkıda bulunan bilgisayar sahipleri.

<sup>5</sup> Bir kez kullanılan sayının kısaltması.

<sup>6</sup> Rastgele oluşturulmuş olan kod. Hash oranı, ağ içinde saniyede kaç tahmin yapıldığına göre belirlenir.

<sup>7</sup> Bir yatırımın değerinin başlangıç değerinden bitiş değerine yükselmesi için (teorik olarak) gerekli olan getiri oranı. CAGR olarak kısaltılır.



Şekil 2. ABD Blockchain Teknolojisinin Pazarlara Ayrılmış Gelişim Süreci (Kaynağından hareketle [15], araştırmacı tarafından dilimize çevrilmiştir.)

Şekil 2’den hareketle, tedarik zinciri süreçlerini optimize etmek çerçevesinde Blockchain teknolojisi daha çok benimsenmiştir. Grafikte sırasıyla siyah, gri ve açık gri renkli bilişim ortamları; genel bulut<sup>8</sup>, özel bulut<sup>9</sup> ve hibrit bulut<sup>10</sup> adlı bilişim ortamlarına ilişkin pazarları temsil etmektedir. Her üç pazarda da grafikte büyüme yönlü bir artış izlenmiştir. Ürünlerin menşeyini ve yolculuğunu gerçek zamanlı olarak izleme ve doğrulama yeteneği, genel tedarik zinciri verimliliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Sonuç olarak, giderek artan sayıda işletme, Blockchain’in tedarik zinciri yönetimini dönüştürme potansiyelinden yararlanarak teknolojinin büyümesini sağlamaktadır. Üstelik kripto para birimlerine ve dijital varlıklara olan ilgi de Şekil 2’deki pazarların büyüme yönlü olmasını ortaya koymaktadır.

Kuzey Amerika, 2022’de Blockchain teknolojisi pazarına büyük ölçüde hâkim olmuş ve küresel gelirin %37’den fazlasını oluşturmuştur. Bölge, Blockchain gelişimi için verimli bir zemin oluşturan teknoloji girişimleri, köklü işletmeler ve önde gelen araştırma kurumlarından oluşan güçlü bir eko sisteme de sahiptir. Üstelik Kuzey Amerika, finans ve sağlık hizmetlerinden tedarik zinciri yönetimi ve enerjiye kadar çok çeşitli sektörlerin de ev sahibi konumundadır. Buna ilaveten, Çin’in de veri madenciliği hususunda gelişmeler sağladığı ortaya koyulabilir [15].

### 3. Blockchain Teknolojisiyle Uçak Biletleri

#### 3.1. Çalışmanın Problemi, Amacı, Önemi ve Evreni

Çalışmada belirlenen problem, araştırmanın amacını ve temel sorularını desteklemektedir. Bu uyum, çalışmanın net bir yön kazanmasını sağlamış ve odak noktasını güçlendirmiştir. Bu problem, hem teorik bilgiye katkı sağlayacak cevapları arayacak hem de sektör için faydalı sonuçlar doğuracaktır. Söz konusu problem belirlenirken çalışmanın önemi ve çözümlenebilirlik durumu göz önünde bulundurulmuş; bu da ilgili araştırmanın sınırlarının belirlenmesinde bir araç vazifesi görmüştür. Çalışmada belirlenen problem; dijital varlıklar, havayolu sektöründe bir uçak bileti olarak kullanılabilir mi; kullanılabilirse uygulaması ne şekilde yürütülecek, şeklindedir. Bu problem, araştırmanın sonraki aşamaları için kuramsal bir anlam zemini de oluşturmuştur.

Bu çalışmanın temel amacı, dijital varlıkların kapsamlı bir şekilde anlaşılması ve işletmelerin olası aksiyonlarının

<sup>8</sup> Altyapı ve hizmetlerin üçüncü taraf bir sağlayıcı tarafından sahiplenildiği, işletildiği ve internet üzerinden halka açık hale getirildiği bulut bilişim. Otomatik yazılım güncellemeleri sayesinde bu bilişim ortamı, pazarda avantaj sağlamaktadır [16].

<sup>9</sup> Altyapı ve hizmetlerin tek bir kuruluş, şirket veya devlet tarafından sahiplenildiği, işletildiği ve yalnızca o kuruluş içindeki yetkili kullanıcıların erişilebildiği bir bulut bilişim ortamı. Gizlilik ve güvenlik konularında öne çıkmaktadır [16].

<sup>10</sup> Kuruluşların her iki bulut türünün avantajlarından faydalanmasını sağlayan, hem genel hem de özel bulut ortamlarının birleşimidir. Yoğun kullanım dönemlerinde trafik düzeylerini yönetmesiyle öne çıkmaktadır [16].



önceliklendirilmesidir. Çalışmada; havayolu sektörünün ele alınmasındaki amaç ise, bu alandaki fırsat ve zorlukların yorumlanmaya imkân tanınmasıdır.

Çalışma, havayolu ulaştırma faaliyetleri gerçekleştiren dünyanın herhangi bir işletmesini örnek alacaktır. Çalışma kapsamında araştırma, örneklendirilen işletmenin takribi olarak en az önümüzdeki 50 yıl faaliyetlerini ve varlıklarını sürdürebilirliği varsayımına dayanmaktadır. Çalışma, 2024 yılı milat kabul edilerek sınırlandırılacaktır.

### 3.2. Çalışmanın Yöntemi ve Verilerinin Toplanması

Çalışmada, araştırma boyunca incelenen olguların ve gelişmelerin birbirlerine ilintili bilgilerden oluşmasından ve bir bütünlük oluşturmaktan ötürü veriler; dokümanların ve belgelerin incelenmesi şekliyle toplanacak, bu verilerin yorumu ise sistematik bir yaklaşım ile ortaya koyulacaktır. VentureRadar adlı veritabanı da çalışmanın yöntemine kaynaklık edecektir. Bu anlamda çalışma, keşifsel bir araştırma paradigmasına da sahiptir.

### 3.3. Bulgular ve Yorum

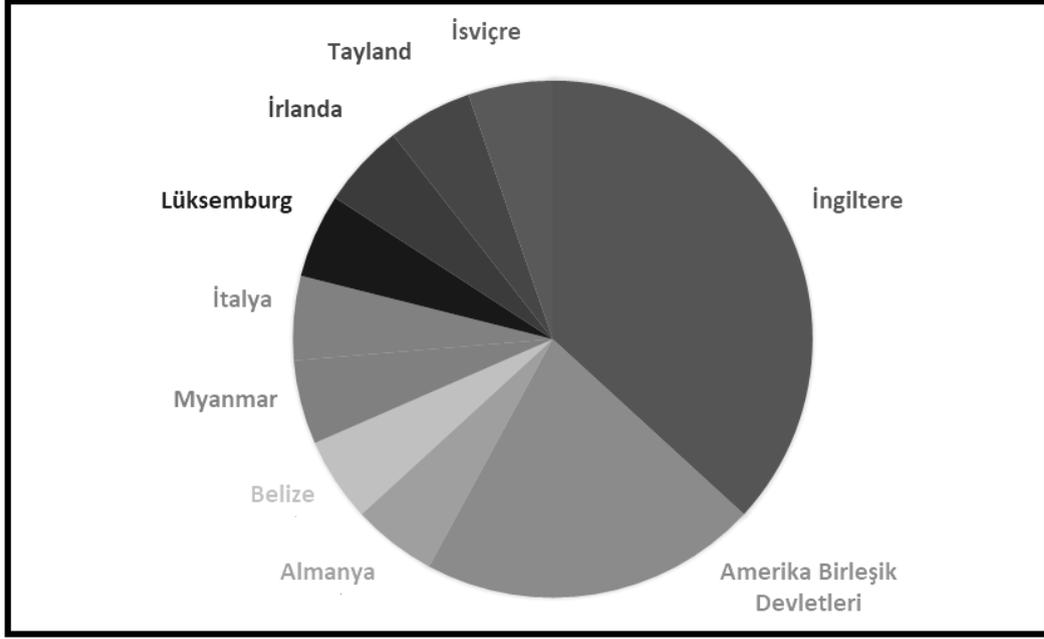
Blockchain teknolojisinin havayolu pazarındaki karşılığı aranmasının ardından, bir de işletmelerin söz konusu teknolojilere yatırımlarını gerçekleştirip gerçekleştirmediğinin de ortaya koyulması esastır. Bu karşılık aranırken, VentureRadar<sup>11</sup> adlı veri tabanına konuya ilişkin anahtar kelimeler yazılarak işletmelerin bu konuya ilişkin olası yatırımları bu bölümde tartışılacaktır. İlgili projeler Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Havayolu Sektöründe Blockchain Altyapısı ile Gerçekleştirilen Startup Projeleri (Kaynağından hareketle [17], araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.)

Yatırım Projesini Gerçekleştiren İşletme	Menşei
Aeron	Belize
Bitnet	Amerika Birleşik Devletleri
FLYLA GmbH	Almanya
Giftz.io	Amerika Birleşik Devletleri
Global Miles	İngiltere
Skybit	Myanmar
SpotRates	İtalya
Sovrin Foundation	Amerika Birleşik Devletleri
Ticko	Lüksemburg
TravaCoin	İrlanda
Travvil	İngiltere
Travelkoin	Tayland
Tripago	İngiltere
VChain Technology	İngiltere
Winding Tree	İsviçre
Zamna	İngiltere

İşletmelerin bu konuya ilişkin olası yatırımları, Blockchain altyapısı ile gerçekleştirilen start-up projelerinin menşei dağılımının önemini ortaya çıkarmaktadır. Çalışmada Tablo 1’den hareketle, Şekil 3 oluşturulmuştur, projelerin menşei dağılımı bu yolla özetlenmiştir.

<sup>11</sup> Binlerce işletmenin yer aldığı ve büyük veri, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve blockchain teknolojisi ile ilgili start-up projelerinin bulunduğu veri tabanı.



**Şekil 3.** Havayolu Sektöründe Blockchain Altyapısı ile Gerçekleştirilen Startup Projelerinin Menşei Dağılımı (Kaynağından hareketle [17], araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.)

Şekil 3'ten hareketle, Blockchain temelli projelerin menşelerinde İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'nin çokluğu dikkat çekmektedir [17]. Bu noktada, gelişmiş ekonomilerin bu tipten yatırımlara daha çok eğilim gösterdiği de ortaya koyulabilir. Ayrıca, söz konusu teknolojinin büyümesinin görülmesiyle, daha çok işletmenin bu tipten yatırımlar yapacağı da açıktır. Bu yatırımların büyüyerek sürmesi de talebin, yani bu yolla satışa sunulacak biletlerin ve bu sürecin hem işletmeler hem de yolcu açısından ilgi görmesine bağlıdır.

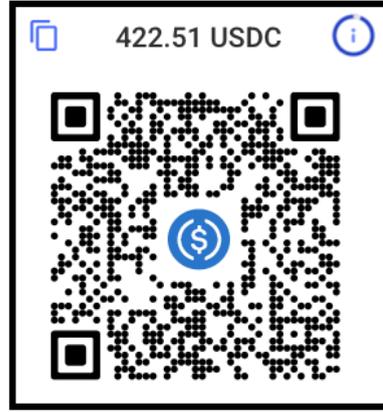
Bu noktada dijital varlıklar yoluyla bir biletin satılması ve satın alınması sürecini ortaya koymak gerekmektedir. Bir yolcu; bir uçuş veya otel odası rezervasyonu yaptığında işlem, rezervasyon acenteleri, ödeme işlemcileri ve bankalar gibi birden fazla aracı aracılığıyla gerçekleştirilir. Her aracı kendi ücretlerini ve işlem sürelerini ekler; bu da daha yavaş ve daha pahalı rezervasyon deneyimleriyle sonuçlanabilir. Bu noktada seyahat rezervasyonlarında Blockchain kullanmanın en temel faydalarından biri, aracılardan ortadan kaldırılmasıdır. Buradan hareketle, Blockchain ile aracılara olan ihtiyaç azalmakta veya ortadan kalkmaktadır. Seyahat işletmeleri günümüzde akıllı sözleşmeler kullanarak aracılara ihtiyaç duymadan işlemleri gerçekleştiren otomatik rezervasyon sistemleri oluşturmaktadır. Bu durum daha hızlı rezervasyon sürelerine, daha düşük ücretlere ve artan verimliliğe sebep olmaktadır.

Seyahat rezervasyonlarında Blockchain'in bir diğer faydası ise sağladığı şeffaflığın artmasıdır. Blockchain merkeziyetsiz bir sistem olduğundan, tüm işlemler güvenli ve değişmez şekilde kaydedilmektedir. Bu, yolcuların ödedikleri miktarın tam olarak nereye gittiğini ve nasıl harcandığını görebileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca rezervasyon süreci ilerlerken gerçek zamanlı olarak birtakım takipler de gerçekleştirebilmektedir. Bu durum, olası sürpriz ilave ücretlerin de ortaya çıkmasının önüne geçecektir. Normal bir seyahat portalı, yolcuların kredi kartları, banka havaaleleri veya diğer elektronik ödeme sistemleri gibi geleneksel ödeme yöntemlerini kullanarak uçuş, otel ve seyahatle ilgili diğer hizmetler için rezervasyon yapmasına olanak tanıyan bir platformdur. Bu portallar genellikle tüm veri ve işlemlerin merkezi bir sunucuda işlendiği ve saklandığı merkezi bir sisteme dayanır. Blockchain'in dağıtılmış mimarisi, tek bir depolama noktasına bağlı kalmadan kritik verilere erişimi ve depolanmasını da basitleştirir. Bu, onu çeşitli seyahat endüstrisi paydaşları için uygun hale getirir [18].

Blockchain ayrıca seyahat rezervasyonunda güvenliği de artırabilir. Tüm işlemler blok zincirine kaydedildiğinden



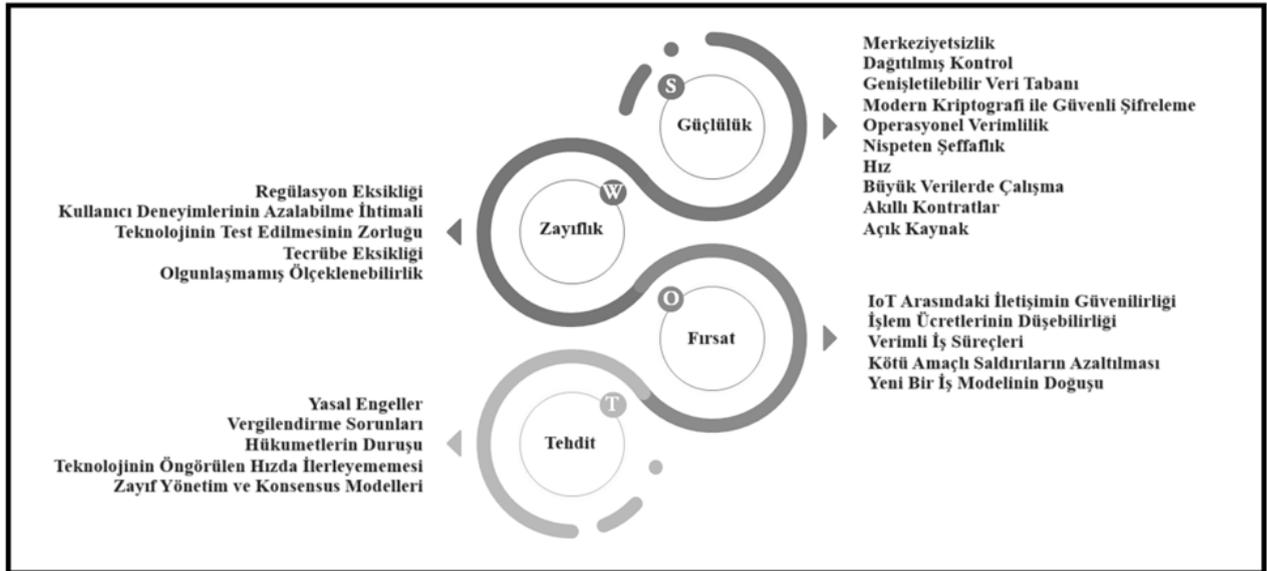
bilgisayar korsanlarının veya dolandırıcıların sistemi manipüle etmesi daha zordur. Bu, kimlik hırsızlığını, kredi kartı sahtekarlığını ve diğer siber suç türlerini önlemeye yardımcı olabilir. Ek olarak, seyahat şirketleri Blockchain kullanarak müşterileri için güvenli dijital kimlikler oluşturabilir. Bu da havaalanlarında ve diğer seyahat kontrol noktalarında güvenlik sürecini kolaylaştırmaya yardımcı olacaktır [19].



Şekil 4. Blockchain Altyapısı ile Oluşturulmuş Online Bir Bilet<sup>12</sup> [19]

Şekil 4'te örnek olarak yer aldığı gibi; kabul edilen kripto para birimleri, gün geçtikçe hem havayolu işletmesine göre hem de seyahat acentesine göre değişiklik gösterecektir. Ancak günümüzde Bitcoin, büyük Altcoinler, Tokenlar ve Stablecoin'lerle uçak bileti satın alınması desteklenmektedir [19].

Blockchain halen tam potansiyeli ortaya çıkmamış oldukça genç bir teknolojidir. Beraberinde havacılık sektörü için önemli bir uygulama potansiyeli de ortaya çıkmaktadır. Her bir yeniliğin doğumunda mutlaka bazı sancılar yaşanmaktadır. Zaman ilerledikçe teknolojinin ilerlemesi ile sorunların çözülmesi muhtemeldir.



Şekil 5. Blockchain Teknolojisinin SWOT Analizi (Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.)

Bu tipten bir uygulamanın güçlü yanları, zayıf yönleri, sağlayacağı fırsatları ve ortaya çıkabilecek tehditleri Şekil 5'te yer almaktadır.

Havayolu ile gerçekleşen seyahatler, oldukça gelişmiş olmasına rağmen halen geleneksel sistem ve prosedürlerden kaynaklanan sayısız sorunla boğuşmaktadır. Yaşanan operasyonel aksaklıklar, genellikle öteki endüstrileri kasıp

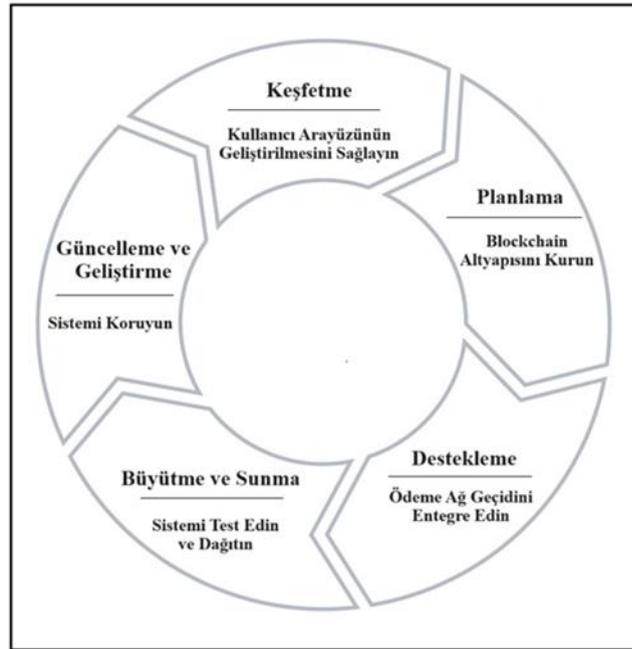
<sup>12</sup> Güvenli kalması amacıyla, verileri gömülmüştür.



kavuran dijital dönüşümlere ayak uyduramayan sistemlerin bir sonucu olarak öne çıkmaktadır. Bu durum da verimsizliğe ve/veya potansiyel hatalara yol açmaktadır. Blockchain teknolojisi bu senaryoda yepyeni bir çözüm olarak ortaya çıkmakta ve söz konusu sistemleri yeniden canlandırabilecek; merkezi olmayan ve şeffaf bir çözüm sunmaktadır. Bu teknoloji, bugün havacılık sektörünün karşılaştığı en acil zorluklardan bazılarının üstesinden gelme kapasitesine sahiptir. Temelde Blockchain'in havayolu endüstrisine entegrasyonu sadece teknolojik ilerlemeyle ilgili değil; havayollarının personelleri ve müşterileriyle etkileşim kurmalarını şekillendirmeleriyle de ilgilidir. Potansiyel faydaları elbette çok geniştir; kolaylaştırılmış operasyonlardan artan müşteri güvenine kadar uzanmaktadır.

Son olarak sektörde IATA'nın bazı Blockchain standartlarının geliştirmesine yönelik olarak çalışmaları (kripto para ve dijital sertifikasyon) da bulunmaktadır. Gelecekte bu tipten inovasyonların, bu anlamda tüm sektörü etkisine altına alması muhtemeldir.

Blockchain teknolojisi, havayolu endüstrisini sürdürülebilirlik ve konforun bir arada olduğu bir geleceğe taşımaktadır. Özellikle NFT uçak biletleri bu yolculukta önemli kilometre taşlarını temsil etmektedir; ki bu da yolculara yenilikçi seçimler yapma fırsatı, havayollarına da müşterileriyle yeni yollarla etkileşime geçme şansı sunmaktadır. Bu anlamda işletmelerin harekete geçmeleri için ortaya bu çalışmada ilk kez ortaya atılacak olan "TBC Modeli" tartışılabilir. Bu model, "Transition to Blockchain" kavramının baş harflerinden oluşan bir kısaltmayı anlatmaktadır. Bu yeni kavram dilimize "Blockchain'e Geçiş" olarak çevrilebilir.



Şekil 6. TBC Modeli (Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.)

Havayolu işletmeleri, "TBC Modeli"ni Şekil 6'da gösterildiği gibi bir silsile halinde uygulamalıdır. İlk adımda işletmeler; bu tipten bir teknolojiyi keşfetmeleri, bu bağlamda sezgisel ve kullanımı kolay olması gereken, kullandıkları rezervasyon sistemleri için bir kullanıcı arayüzü oluşturmalıdır. Bu noktada çeşitli web geliştirme araçları kullanılabilir. İkinci adımda işletmeler; işlemlerin doğrulanması ve yürütülmesi ile kullanıcı verilerinin yönetimi de dahil olmak üzere rezervasyon sürecini yönetecek akıllı sözleşmeler planlamalıdır. Bu noktada var olan bir Blockchain platformu da seçilip, düğümler ve cüzdanlar için gerekli bir altyapı kurulabilir. Üçüncü adım ise destekleme adımdır. Burada işletmeler, kripto para ödemelerini destekleyen bir ödeme ağ geçidi seçmeli/geliştirmeli ve bunu rezervasyon sistemlerine entegre etmelidir. Bir sonraki adımda seçilen ve/veya geliştirilen bu ödeme sistemiyle birlikte sistem test edilmeli ve şayet mekanizma doğru çalışıyorsa yolculara



sunulmalıdır. İşletmeler sistemi bulut tabanlı barındırma hizmeti gibi bir üretim ortamına dağıtabilir. Memnuniyet yönlü bir tutum varsa sistemin ölçeği büyümeli ve yolculara da hizmetin sunumu dağıtılmalıdır. Bu adımda pazarın büyümesi de olasıdır. Son adımda ise işletmeler; sistemin güvenli ve web geliştirme teknolojileriyle birlikte güncel kalmasını sağlamak amacıyla sistemi düzenli olarak korumalı ve güncellemelidir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Blockchain teknolojisi dağıtılmış bir veritabanından oluşmaktadır. Blockchain üzerinde yapılan işlemler silinmez ve geri alınamaz. İşlemler bir algoritma aracılığıyla yapılır. Bilgisayar sistemleri açısından pahalı olmasına rağmen güvenli bir sistem olduğundan işlem maliyetleri açısından uygun olması nedeniyle finansal piyasalarda her geçen gün daha fazla tercih edilmektedir. Ancak bu çerçevede, altyapısının sağlamlaştırılması ve boşlukların doldurulması elzemdir. Blockchain teknolojisi, arkasında otoriter bir güç olmadan Bitcoin ile popülerliğini önemli ölçüde artırmış ve birçok sektör tarafından kullanılmış veya kullanılması için adımlar atılmıştır. Blockchain teknolojisi ile dış ticarete geleneksel olarak kullanılan belge ve dokümanlarda oluşan potansiyel sorunlar büyük oranda ortadan kalkacaktır.

Geleneksel tedarik zinciri sürecinde alıcı konumunda bulunan yolcular ve satıcı konumunda bulunan havayolu işletmeleri dışında gümrük idareleri, bankalar, lojistik işletmeler ve kamu otoriteleri gibi çok sayıda kişi ve kurum bulunmaktadır. Geleneksel uçak bileti sürecini işlemek için çok sayıda belgenin ortaya koyulması, basılı biletlerin kaybolma veya dijital biletlerin kopyalanma riskleri gibi unsurların bulunması genel problemler arasında gösterilebilir. Blockchain teknolojisinin aracı işlemleri gerçekleştirebilme, araçları en aza indirebilme ve belgeleri dijital ortamda güvenilir ve şeffaf bir şekilde kaydedebilme yeteneği buna ilişkin sorunları çözecektir. Bu bağlamda Blockchain teknolojisinin tedarik zinciri yönetimine katabileceği değerler; işlem maliyetlerini düşürmek, işlem sürelerini kısaltmak, manuel müdahaleleri azaltmak, şeffaflığı ve izlenebilirliği artırmak olarak belirtilebilir. Blockchain uygulaması sayesinde finansman ve ödeme sürecinde dış ticaret işlemleri ve bankacılık faaliyetleri daha da dijitalleştirilecek, ki bu da ödeme yöntemlerine erişimi kolaylaştıracaktır.

Blockchain pazarlarının tümünde büyüme yönlü bir artış izlenmiştir. Giderek artan sayıda işletme, Blockchain'in tedarik zinciri yönetimini dönüştürme potansiyelinden yararlanarak teknolojinin büyümesini sağlamaktadır. Keza çalışmada, Kuzey Amerika'nın, Blockchain teknolojisi pazarına büyük ölçüde hâkim olduğu ortaya koyulmuştur. Bölgenin, Blockchain gelişimi için verimli bir zemin oluşturan teknoloji girişimleri, köklü işletmeler ve önde gelen araştırma kurumlarından oluşan güçlü bir ekosisteme sahip olması, bu hakimiyeti açıkça göstermektedir. Yine Çin'in de veri madenciliği hususunda dünyada söz sahibi olacağı aşikardır.

Blockchain teknolojisinin kullanım alanlarında işletmelerin yolcularına sundukları rezervasyon ve biletleme işlemlerinin alt yapısı da bulunmaktadır. Hizmet tutarlarının, kripto para cinsinden bir ödeme ile gerçekleştirilebileceği uygulamalar da söz konusu sektörde giderek yer edinmektedir. Söz konusu teknoloji kullanılarak gerçekleştirilen startup projelerinin havacılık faaliyetleri gerçekleştiren işletmelere uygulanması; yolcuların uçuşlarına yönelik tüm verilerinin kayıt altına alınması amacıyla oluşturulan akıllı sözleşmeler vasıtasıyla sağlanmakta, hatta yolcuların uçak biletlerine ait rezervasyon ve biletleme işlemlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır. Keza Blockchain teknolojisinin kullanım alanlarında işletmelerin yolcularına sundukları rezervasyon ve biletleme işlemlerinin alt yapısı da bulunmaktadır. Bu tipten işlemler sonucu ortaya çıkan hizmet tutarlarının, kripto para cinsinden bir ödeme ile gerçekleştirilebileceği uygulamalar da sektörde yer edinmektedir. Blockchain temelli projelerin menşelerinde İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'nin çokluğu dikkat çekmektedir. Bu noktada, gelişmiş ekonomilerin bu tipten yatırımlara daha çok eğilim gösterdiği de çalışmada ortaya koyulmuştur.

Araştırmacılara gelecek çalışmalara kaynaklık etmesi amacıyla; havacılıkta Blockchain yatırımlarının bölgesel olarak irdelenmesi önerilebilir. Nitekim bu tipte bir inceleme hem Kuzey Amerika ve Çin'in pazarda ne türden bir yer edindiğini açıkça gösterecek, hem de konuya ilişkin projelerin İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'nde



neden yoğunlaştığını detaylı olarak açıklayacaktır. Ayrıca bölgesel yatırım farklılıkları, gerçekleştirilecek iş modellerini de etkileyebilir.

Yine bu çalışmada ilk kez önerilen “TBC Modeli”, havayolu işletmelerine Blockchain’e geçiş sürecinde rehberlik edecektir. Blockchain’i benimsemek; havayolu endüstrisinin mevcut zorlukların üstesinden gelmek, şeffaf olmak, verimlilik sağlamak ve geliştirilmiş seyahat deneyimleri pazarlamak şeklinde karakterize edilebilecek yepyeni bir geleceğe zemin hazırlamak şeklinde görülebilir.

### **Extended Abstract**

Airline companies have always been at the forefront of adopting the latest technologies to make the flying experience safer, more secure, more efficient, and more enjoyable for their passengers. In this sense, the aviation sector cannot be considered a stranger to innovation. One of the most exciting and transformative technologies making waves in the airline industry today is Blockchain. Blockchain can be defined as a decentralised digital ledger used to record transactions securely and transparently. Essentially, it can be viewed as a digital database distributed across computer networks, with each computer holding a copy of this ledger. A Blockchain typically consists of programmes known as scripts that carry out the operations you would perform in a database. It fundamentally involves the recording, access, and storage of information. The distribution of a Blockchain means that multiple copies are saved on numerous machines, and they must all match for the database to be considered valid. As the applications of this technology increase, the market size for airlines also evolves. An increasing number of businesses are leveraging the potential of Blockchain to transform supply chain management, thereby facilitating the growth of this technology.

Considering these points, the identified problem in this study is whether digital assets can be used as an airline ticket within the airline industry; if so, how their implementation will be carried out. The primary aim of this study is to comprehensively understand digital assets and to prioritise potential actions for businesses. The aim of the study regarding the airline sector is to provide an opportunity to interpret the opportunities and challenges within this field. This research is significant for all parties involved, as it seeks to enable the prediction of airline ticket sales or purchases. Through this, businesses can easily pinpoint what to focus on (both strategically and operationally) in the face of new opportunities. This study stands out from others in terms of contributing to the scientific literature, as it examines this aspect of the sector for the first time in our country. The process of an example business selling airline tickets through one of its digital assets has been conceptualised and examined in detail. Subsequently, the entire purchasing process was analysed through this case study. Throughout the study, the data regarding the instances and developments examined are interconnected, forming a cohesive whole. These data were collected through the examination of documents and records, with their interpretation established using a systematic approach. The VentureRadar database also informed the methodology of the study. In this regard, the study possesses an exploratory research paradigm.

After searching for the relevance of Blockchain technology in the airline market, the study also revealed whether businesses had made investments in these technologies. In this exploration, key terms related to the subject were entered into the VentureRadar database to discuss potential investments by companies in this area. This discussion can be summarised as follows: the application of startup projects using the relevant technology to businesses engaged in aviation activities is facilitated through smart contracts created for the purpose of recording passenger flight data. It can be stated that these contracts are also used to carry out reservation and ticketing processes related to the passengers' airline tickets. The prevalence of Blockchain-based projects originating from the United Kingdom and the United States is striking. At this point, it can also be established that developed economies are more inclined towards such investments. Additionally, with the observed growth of this technology, it is evident that more businesses will invest in this area. The ongoing expansion of these investments depends on demand, which is linked to the sale of tickets offered through this method and the interest generated for both businesses and



passengers in this process. It is essential to elucidate the process of selling and purchasing a ticket via digital assets. When a passenger books a flight or a hotel room, the transaction is carried out through multiple intermediaries, such as booking agencies, payment processors, and banks. Each intermediary adds their own fees and processing times, which can lead to slower and more costly booking experiences. One of the most fundamental benefits of using Blockchain in travel bookings is the elimination of intermediaries. In summary, the need for intermediaries is decreasing or being eradicated with Blockchain. Nowadays, travel businesses are creating automated booking systems that perform transactions without the need for intermediaries by utilising smart contracts. This results in faster booking times, lower fees, and increased efficiency. Another advantage of Blockchain in travel reservations is the increase in transparency it provides. As Blockchain is a decentralised system, all transactions are recorded securely and immutably. This means that passengers can see exactly where the amounts they paid went and how they were spent. Additionally, Blockchain can enhance security in travel bookings. Because all transactions are recorded on the Blockchain, it becomes significantly more difficult for hackers or fraudsters to manipulate the system.

There has been a growth trend in all blockchain markets. An increasing number of businesses are taking advantage of Blockchain's potential to transform supply chain management, enabling the technology to grow. Likewise, the study has revealed that North America largely dominates the blockchain technology market. The region's strong ecosystem of technology startups, established businesses, and leading research institutions, which provide fertile ground for blockchain development, clearly demonstrates this dominance. It is also clear that China will have a say in data mining in the world. The abundance of the United Kingdom and the United States in the origins of blockchain-based projects is striking. At this point, the study has also revealed that developed economies are more inclined to this type of investment.

Blockchain technology is paving the way for the airline industry towards a future that combines sustainability and comfort. In particular, NFT flight tickets represent significant milestones on this journey, offering passengers innovative choices and airlines new ways to engage with their customers. In this context, the "TBC Model", which was first introduced in this study, can be suggested for businesses to act. This model is an abbreviation derived from the concept of "Transition to Blockchain". Airline companies should implement the "TBC Model" in a sequential manner. In the first step, businesses should explore this type of technology and create a user interface for their reservation systems that is intuitive and easy to use. Various web development tools can be employed at this stage. In the second step, companies should plan smart contracts that will manage the reservation process, including transaction verification, execution, and user data management. At this point, an existing Blockchain platform can be selected, and the necessary infrastructure for nodes and wallets can be established. The third step is the support phase. Here, businesses should select or develop a payment gateway that supports cryptocurrency payments and integrate it into their reservation systems. In the next step, the chosen and/or developed payment system should be tested with the system, and if the mechanism operates correctly, it should be presented to passengers. Companies can deploy the system in a production environment such as a cloud-based hosting service. If there is a positive attitude towards satisfaction, the system's scale should grow, and the service should be distributed to passengers. Market growth is also likely at this stage. In the final step, companies should regularly maintain and update the system to ensure it remains secure and up to date with web development technologies.

#### *Yazar Katkısı*

**Mutlu Can Soydan**, *Literatür, Veri Toplama, Analiz, Yazma/Düzenleme*. **Hakan Rodoplu** *Fikir/Kavram, Metodoloji, Eleştirel İnceleme*.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması beyan etmez.



## Kaynakça

- [1] Nft blockchain teknolojisi kripto para dünyası ve geleceğin inşası. 2024. <https://netvent.com/nft-blockchain-teknolojisi-kripto-para-dunyasi-ve-gelecegin-insasi/>. (30 Mart 2024).
- [2] Blockchain in travel booking. 2024. <https://medium.com/@tourismx/block-chain-in-travel-booking-c514f0c96a1b>. (March 30, 2024).
- [3] Blockchain technology. 2024. <https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/blockchain-technology>. (March 30, 2024).
- [4] How can blockchain technology enhance airline operations. 2024. <https://www.chain.com/blog/how-can-blockchain-technology-enhance-airline-operations>. (March 30, 2024).
- [5] Raheem, M. T. 2024. Iot data privacy and security based on blockchain technology. M. Sc. Thesis, Karabuk University, Institute of Graduate Programs, Karabük, Turkey, 52-63.
- [6] Aljamal, M. A. S. 2024. "Understanding blockchain technology adoption in organizations: The effect of Fomo". Ph.D. thesis, Marmara University, Social Sciences Institute, Istanbul, Turkey, 1-6.
- [7] Zorlu, O. 2024. "Blockchain-based secure management framework for unmanned vehicles, internet of things and aviation". Phd thesis, Hacettepe University, Graduate School of Science and Engineering, Ankara, Turkey, 1-5.
- [8] Fintechtime. 2024. <https://fintechtime.com/2019/05/blockchainin-hayatimiza-kazanimi-ve-kesif-sureci/>. (30 Mart 2024).
- [9] Tunçel, M. B., Gürsoy, S. 2020. Korku endeksi (vix), bitcoin fiyatları ve bist 100 endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine ampirik bir uygulama. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 19(76), 1999-2011.
- [10] Blockchain. 2024. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/blockchain>. (March 30, 2024).
- [11] Learn what these digital public ledgers are capable of. 2024. <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>. (March 30, 2024).
- [12] How blockchain technology is transforming travel booking and security. 2024. <https://www.travcoding.com/how-blockchain-technology-is-transforming-travel-booking-and-security/>. (March 30, 2024).
- [13] Revolutionizing aviation how blockchain technology benefits airlines. 2024. <https://aerobloc.medium.com/revolutionizing-aviation-how-blockchain-technology-benefits-airlines-d7d4c5258778>. (March 30, 2024).
- [14] Ucbas, Y., Eleyan, A., Hammoudeh, M., Alohaly, M. 2022. Performance and scalability analysis of ethereum and hyperledger fabric. IEEE Transactions and Journals, (10), 1-22.
- [15] Blockchain technology market. 2024. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/blockchain-technology-market>. (March 30, 2024).
- [16] Geeks for geeks. 2024. <https://www.geeksforgeeks.org/public-cloud-vs-private-cloud-vs-hybrid-cloud/>. (March 30, 2024).
- [17] Venture radar. 2024. <https://www.ventureradar.com>. (March 30, 2024).
- [18] Yazıcı, S. 2021. Turizm işletmelerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden blokzincir teknolojisine geçiş süreci ve uygulama örnekleri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (21), 136-146.
- [19] BuyAirline tickets with bitcoin. 2024. <https://bitpay.com/blog/buy-airline-tickets-with-bitcoin/>. (March 30, 2024).

Research Article / Araştırma Makalesi

## Low velocity impact response of CFRP and Al2024-T3 helicopter blade / CFRP ve Al2024-T3 helikopter kanadının düşük hızlı darbe cevabı

 Sakine Kurtar<sup>1</sup>,  Gamze Yaman<sup>1</sup>,  Dilara Nur Bektaş<sup>1</sup>,  Seda Nur Özsunar<sup>1</sup>,  Mesut Uyaner<sup>1</sup>

*1Department of Aeronautical Engineering, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye*

Received

November 12, 2024

Revised

December 12, 2024

Accepted

December 24, 2024

### Keywords

Darbe analizi,  
Düşük hızlı darbe,  
Helikopter palı,  
Yabancı madde hasarı

### Anahtar Kelimeler

Foreign object damage,  
Helicopter blade,  
Impact analysis,  
Low-velocity impact

Production and hosting by  
[Turkish DergiPark](https://dergipark.org.tr). This is an  
open access article under the  
CC BY-NC license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



### ABSTRACT

A high level of safety is demanded in response to the foreign object damage (FOD) problem frequently encountered in aviation. For this reason, in this study, the effect of stone impact on a helicopter blade performed within the scope of FOD is investigated. Considering the actual size of the propeller, a stone impact is applied to a certain section and the mechanical behavior of the propeller is examined according to the material type. In this direction, the Bo-105 helicopter blade with the NACA-23012 profile is taken as a reference, and a 3D drawing of the blade is made in the SolidWorks program. The behavioral properties of metal and composite materials frequently preferred in aviation against stone impact are compared. For this purpose, Al2024-T3 and carbon fiber reinforced polymer (CFRP) are selected. These materials are frequently preferred in aviation. To observe the difference between the materials, low-velocity impact analysis is performed on two blade sections with span dimensions of 140 mm and chord dimensions of 310 mm under the same geometry and conditions. The analysis of the simulated action is obtained using the LS-DYNA program. Because it is a mechanical action, the Arbitrary Lagrangian (ALE) method was used accordingly. Within the scope of this method, the stone to be hit by the blade was modeled as a 5 mm solid structure and hit the blade surface with a speed of 3500 mm/s. While the blade with Al2024-T3 material was modeled as a shell, the CFRP blade was modeled as a composite part consisting of six layers at [0-90-0-90-0-90] degrees. Material properties were defined on the blade using 018 Law Plasticity and 54/55 Enhanced Composite Damage material cards for Al2024-T3 and CFRP, respectively. As a result of this analysis, the time-dependent changes in displacement, kinetic energy, and force parameters were acquired. Then, the low-velocity impact responses of the CFRP and the Al2024-T3 blades were compared.

### ÖZET

Havacılık sektöründe sıklıkla karşılaşılan yabancı madde hasarı (YAMAHA) sorununa karşılık yüksek emniyet seviyesi talep edilmektedir. Bu nedenle çalışmada, YAMAHA kapsamında gerçekleştirilen helikopter palı üzerine taş çarpması etkisi araştırılmaktadır. Palın gerçek boyutu göz önüne alınarak taş çarpması belirli bir kesit üzerine uygulanmaktadır ve palın sahip olduğu malzemeye göre göstermiş olduğu mekanik davranış incelenmektedir. Bu doğrultuda NACA-23012 profiline sahip olan Bo-105 helikopter palı referans alınmış olup palın 3B çizimi Solidworks programında yapılmıştır. Çalışmada havacılıkta sıklıkla tercih edilen metal ve



kompozit malzemelerin taş çarpmasına karşı davranış özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla çalışmada Al2024-T3 ve Karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) tercih edilmiştir. İki malzemenin farkını gözlemlemek üzere aynı geometri ve koşullarda spanı 140 mm ve veteri 310 mm boyutlarına sahip iki pal kesiti üzerine düşük hızlı darbe analizi gerçekleştirilmiştir. Simüle edilen eylemin analizi LS-DYNA programı kullanılarak elde edilmiştir. Mekanik bir eylem olması gerekçesiyle buna uygun olarak Keyfi Lagrange (ALE) metodu kullanılmıştır. Bu metod kapsamında pale çarpıtılacak olan taş, 5 mm boyutunda katı bir yapıda modellenmiş olup 3500 mm/s hızıyla pal yüzeyine çarpıtılmıştır. Al2024-T3 malzemeye sahip pal kabuk olarak modellenirken CFRP malzemeli pal [0-90-0-90-0-90] açılarında altı katmandan oluşan kompozit part olarak modellenmiştir. Malzeme özellikleri Al2024-T3 ve CFRP için sırasıyla 018 Law Plasticity ve 54/55 Enhanced Composite Damage materyal kartları kullanılarak pal üzerine tanımlanmıştır. Gerçekleştirilen bu analiz sonucunda her iki malzemenin yer değiştirme, kinetik enerji ve kuvvet parametrelerinin zamana bağlı değişimleri incelenmiştir. Böylece havacılık teknolojisinde sıklıkla tercih edilen CFRP ve Al2024-T3 malzemelerinin düşük hızlı darbe karşısındaki mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

\* Corresponding author, e-mail: [muyaner@erbakan.edu.tr](mailto:muyaner@erbakan.edu.tr)

## 1. Introduction

Helicopters are important air vehicle frequently used in the defense industry for emergencies such as medical and natural disasters, applications such as reconnaissance and passenger transportation, and military operations without the need for long runways thanks to their vertical takeoff and landing features [1]. Therefore, it is aimed at helicopters to provide a safe flight. This situation requires various analyses and examinations of vehicle components. The impact of foreign objects, one of the important problems of the aviation industry, is also seen as a subject that needs to be examined in this regard. Foreign object impacts cover a wide range of scenarios. This study focuses on low-velocity impacts, which are those where the velocity of the impacting mass is 10 m/s or less and typically occur during production or service [2-3]. For this reason, the impact of foreign objects on different aircraft components is the subject of many studies in the literature. The study aims to examine the effect of stone impact on helicopter blades. The main rotor blade, which is one of the most important components of the helicopter, is the component that produces thrust force to balance the inertia of the helicopter and perform translational motion. When the main rotor blade is damaged by a foreign object such as a stone, an imbalance occurs in the rotor. Thus, the helicopter develops unwanted vibrations during flight. Vibration occurring in the blades can lead to a decrease in the performance of the helicopter due to the negative effect on the thrust force produced, as well as blade fatigue and exceeding the endurance limit [4-5]. Considering the internal structure and number, the selection of the material to be used in the production of the blades, which have a great effect on the total weight of the helicopter, is very important [6]. Metal alloys and composite materials are generally used in the production of helicopter blades. Titanium, which is resistant to high temperatures, and aluminum, which has high corrosion resistance, are the preferred metal materials in helicopter blades. Commonly used composite materials are carbon fiber, fiberglass, and Kevlar fiber [7]. Composite materials provide the rotor with the strength it needs due to their high strength/weight ratio, while also providing weight savings, which is a critical parameter for the flight performance of an aircraft [8].

This study focuses on modeling low-velocity impact simulations of CFRP and Al2024-T3 materials defined on a helicopter blade using the LS-DYNA software. The primary objective of this research is to contribute to the literature by investigating and documenting the behavior of these two materials under low-velocity impact conditions, which are frequently encountered in the aerospace industry. The simulations aim to provide insights into the impact response of these materials, facilitating a better understanding of their applicability and performance in aviation-related scenarios.



## 2. Method

Within the scope of the study, a low-speed impact test on the helicopter blade was performed in the LS-DYNA program using two different materials to see the effect of the material on the blade behavior. A stone impactor was modeled as a solid with a diameter of 5 mm. For the blade, two separate models were applied as a shell in Al2024-T3 material and a composite part in CFRP material for the purpose of the study. The material was given a thickness of 12 mm for both models. For CFRP, this thickness was provided with 6 plies at [0-90-0-90-0-90] degrees, each layer being 2 mm. The stone hits the surface of the blade at a speed of 3500 mm/s and the entire action is completed in 0.03 seconds [9].

Automatic Nodes to Surface connection was established between the stone and the blade to perform the impact action. The data to be obtained at the end of the analysis were determined as MATSUM and RCFORCE under the ASCII heading. With MATSUM, the energy, speed, momentum, and displacement values of the blade and the stone along the x, y, and z axes were obtained. With RCFORCE, the change in the net force on the part over time is observed. The obtained data is graphed with the D3PLOT command.

### 2.1. Material selection

Composite material is a type of multiphase material formed by combining two or more component materials with significantly different chemical or physical properties. It usually consists of a reinforcement phase with high rigidity and strength, and a matrix phase that holds the fibers together by forming the majority of the volume around it and has higher ductility. Composite materials are classified in various ways. According to the matrix materials, they are classified as metal matrix, ceramic matrix, and polymer matrix composites. According to the type of reinforcement, they are classified as particle-reinforced, fiber-reinforced, and structural composites [10]. In the scope of the study, carbon fiber reinforced polymer (CFRP), which has very good resistance to tensile force and high fatigue life, was used as a composite material [11]. While the polymer in the structure of CFRP forms the matrix phase, carbon fiber forms the reinforcement phase [12].

CFRP, whose properties are given in Table 1, is modeled as a composite part. The material properties are defined with the 054/055-Enhanced Composite Damage material card.

**Table 1.** CFRP Material Properties [13]

Material	CFRP Laminate
$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.6
$E_{11}$ [GPa]	153
$E_{22}$ [GPa]	10.3
$G_{12}$ [GPa]	5.2
$\nu_{12}$ [-]	0.3
XT [MPa]	2540
XC [MPa]	1500
YT [MPa]	82
YC [MPa]	236
SC [MPa]	90
DFAILT	0.017
DFAILC	-0.0135
DFAILM	0.1
DFAILS	0.03
$G_{IC}$ [J/m <sup>2</sup> ]	225
$G_{IIC}$ [J/m <sup>2</sup> ]	640



The properties of the Al2024-T3 material used are given in Table 2. The shell method was used when modeling the Al blade. The material properties were defined with the 018-Power Law Plasticity material card.

**Table 2.** Al2024-T3 Mechanical Properties [14]

Material	Al2024-T3
$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.78
$E$ [GPa]	73.1
$\nu$	0.330
$k$	1.4

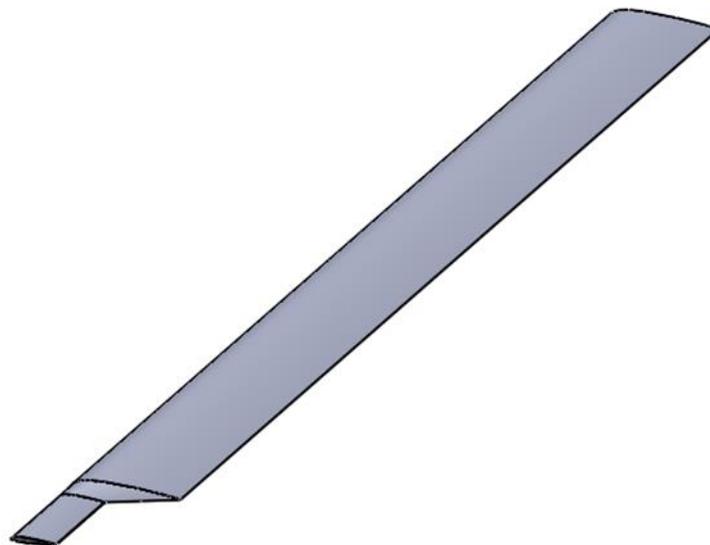
Finally, the material properties of the stone impactor determined are given in Table 3. The material information of the stone modeled as solid was integrated using the 020-Rigid material card.

**Table 3.** Material Properties of the Impactor Mass

Material	Impact Mass (Solid)
$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.680
$E$ [GPa]	207
$\nu$	0.3

## 2.2. Blade design

The blade design is based on the Bo-105 model scale rotor blade in the literature [15]. Using the dimensions of the Bo-105 helicopter rotor, 3D modeling of the blade was performed with the SolidWorks program and it is shown in Figure 1.



**Figure 1.** 3D Model of the Bo-105 Helicopter Blade

The Bo-105 helicopter uses the aerodynamically efficient NACA23012 profile. Figure 2 gives the NACA23012 profile.

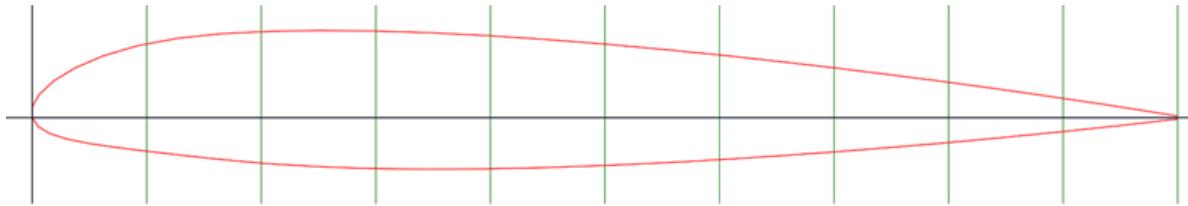


Figure 2. NACA23012 profile-[16]

For the analysis, the solid modeling of the functional area of the blade used in the Bo-105 helicopter was carried out using the SolidWorks program at a scale of approximately 1/30. Figure 3 and Figure 4 give the 3D modeling of the drawing and the main parts of the helicopter blade and their dimensioning on the technical drawing, respectively.

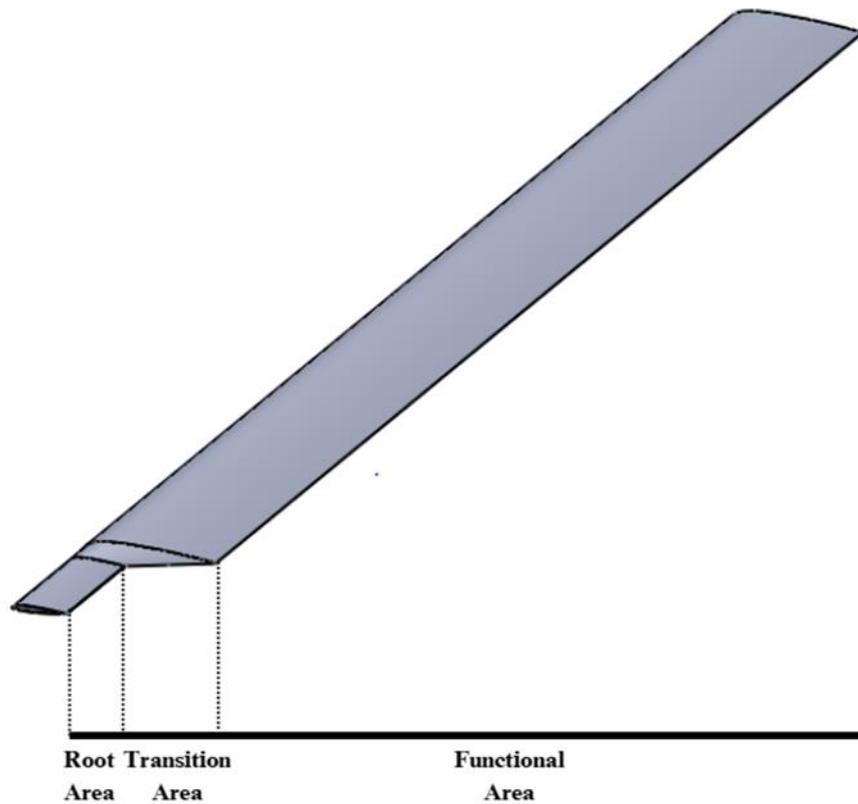


Figure 3. Main Parts of the Helicopter Blade.

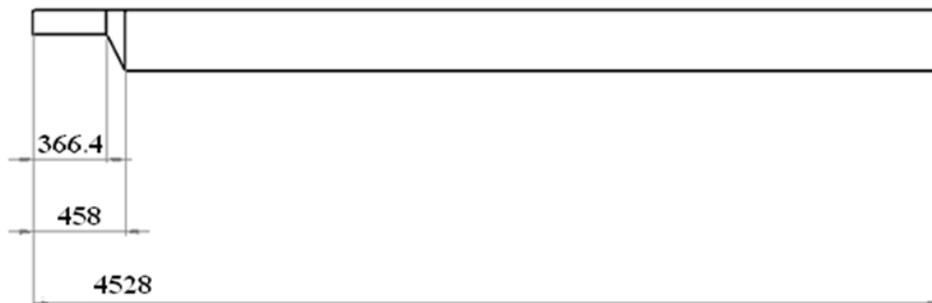


Figure4. Technical Drawing of the Bo-105 Helicopter Blade (Dimensions are in mm).



### 2.3. Finite Element Method

The subject of the study is the helicopter blade impact test, which was carried out using virtual experiments. In virtual experiments, algorithms such as Lagrangian, Euler (EM), Arbitrary Lagrangian Euler (ALE), and Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), which are nonlinear finite element (FE) codes, are used [17]. The distortions that occur in the mesh during the virtual experiment are a factor that negatively affects the security of the results. Therefore, the improvement in the mesh provides more accurate analysis results. ALE can fix the mesh with Euler elements or model the movement of the mesh by using Lagrangian elements and adapting them to the material [18]. In this way, the quite complex collision scenario, which depends on many parameters such as geometry, material, and contact can be simulated. In addition, the deformation and loading on the impacting and crashed surfaces can be estimated at an acceptable level of accuracy [17]. Due to these advantages, the ALE algorithm of the finite element method was preferred within the scope of the study. Due to the torque created by the rapidly rotating rotor, foreign objects such as stones on the ground fly up and can damage the blade. In this study, the effect of stone hitting the tip of the blade was examined. Analysis was carried out on the region that was predicted to be heavily affected by the collision. The cross-sectional surfaces in the examined region were accepted as boundary conditions and their movements were limited in all directions. The representation of the boundary conditions on the model is given in Figure 5.

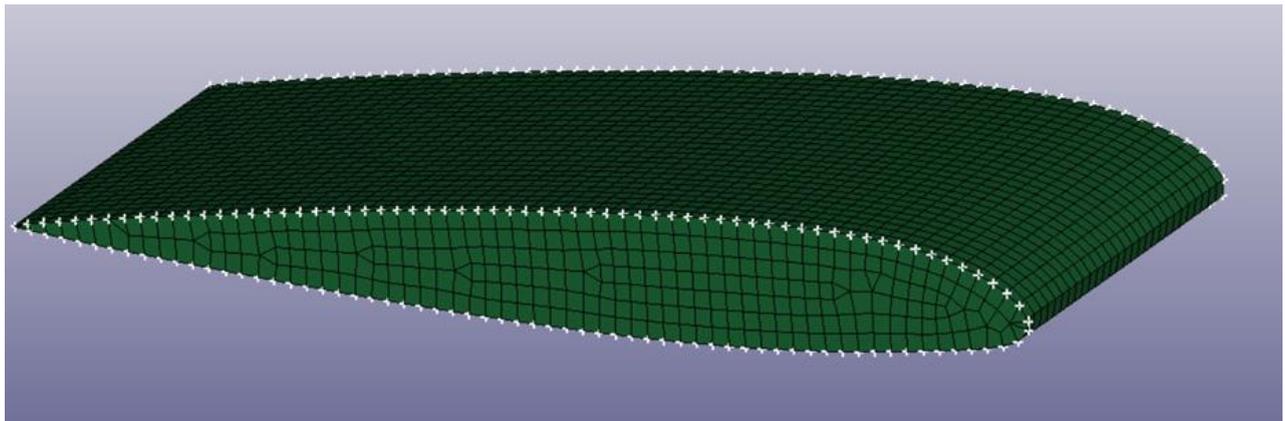


Figure 5. Boundary Layer Conditions.

### 3. Results

Low-speed impact analysis of helicopter blades designed from Al2024-T3 and CFRP materials was performed using the LS-DYNA program. The data obtained as a result of the analysis are given in the form of graphics. The Kinetic Energy-Time Graphs of CFRP and Al2024-T3 blades are given in Figure 6 and Figure 7.

Since the impactor has an initial velocity, the kinetic energy of the impactor is at its highest value at the first moment, while the kinetic energy of the blade is zero because it is stationary. During the collision, the impactor transfers most of its kinetic energy to the blade. The CFRP blade was able to absorb more kinetic energy of the impactor and distribute the impact to the structure. The Al2024-T3 blade, on the other hand, was harder and therefore absorbed less energy and could not distribute the impact.

Figure 8 and Figure 9 present the deformed shapes of CFRP and Al blades, respectively.

The magnitude of the resultant force generated on the blades due to impact varies depending on the type of material. Figure 10 shows that the resultant force on the CFRP blade is lower compared to that on the Al2024-T3 blade shown in Figure 11.

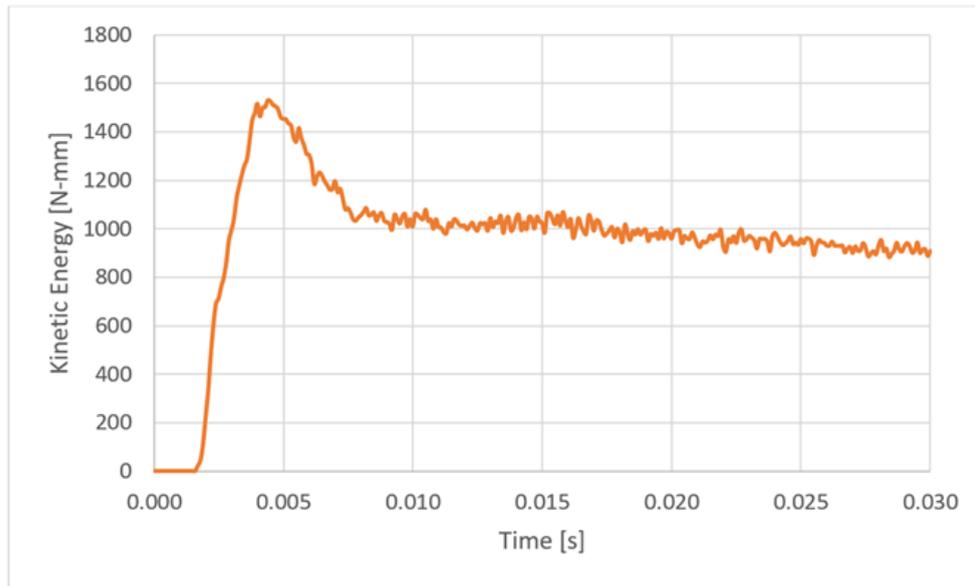


Figure 6. The CFRP Helicopter Blade's Kinetic Energy-Time Graph.

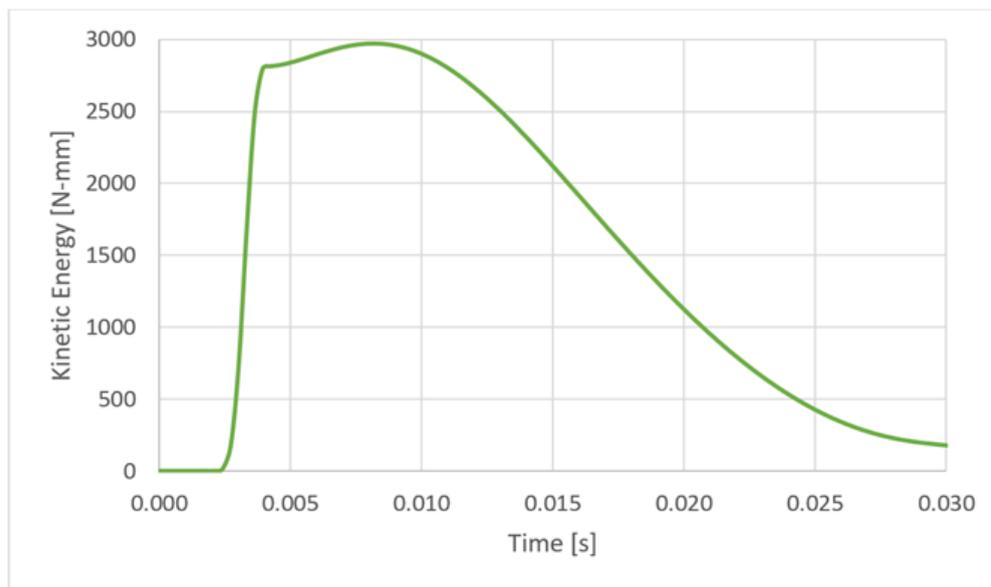


Figure 7. The Al2024-T3 Helicopter Blade's Kinetic Energy-Time Graph.

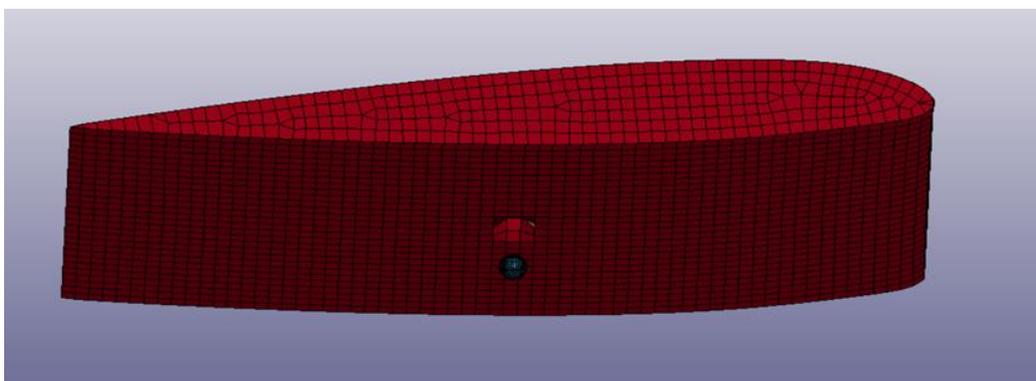


Figure 8. Impacted Al2024-T3 Helicopter Blade.

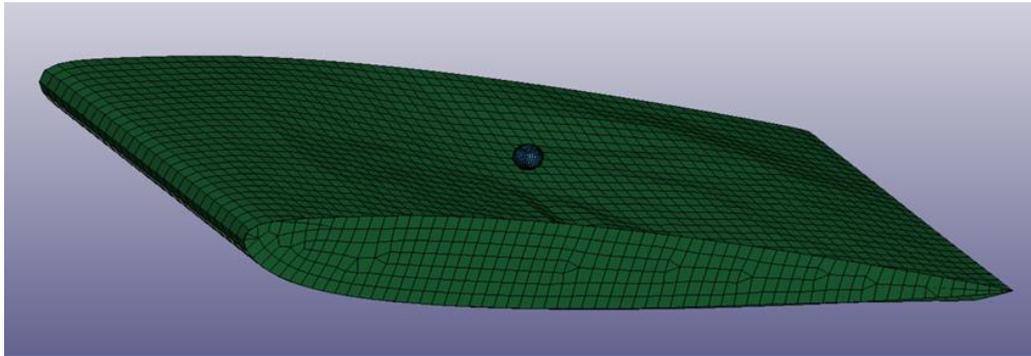


Figure 9. Impacted CFRP Helicopter Blade.

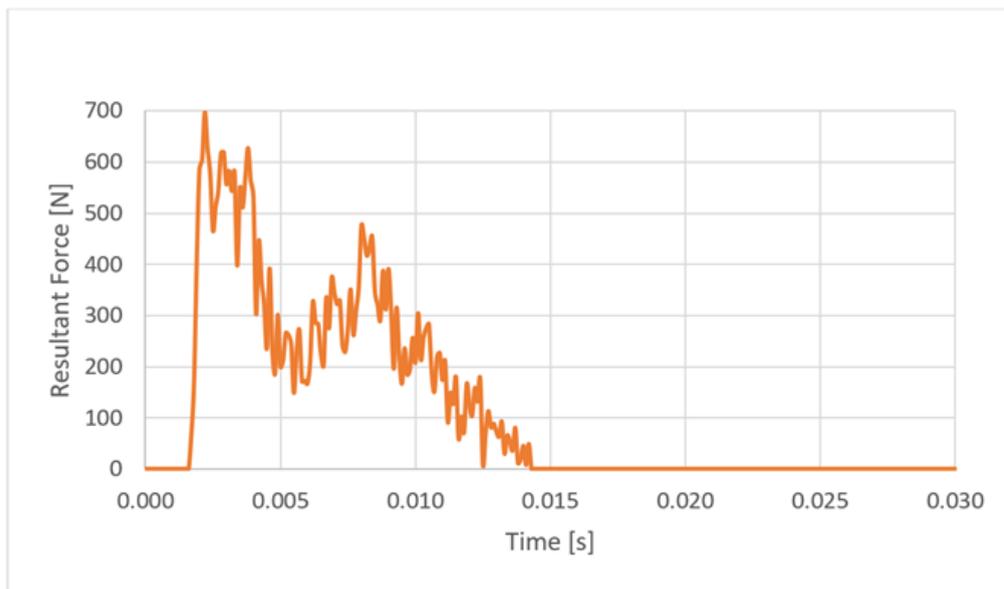


Figure 10. Resultant Force-Time Graph for the CFRP Blade.

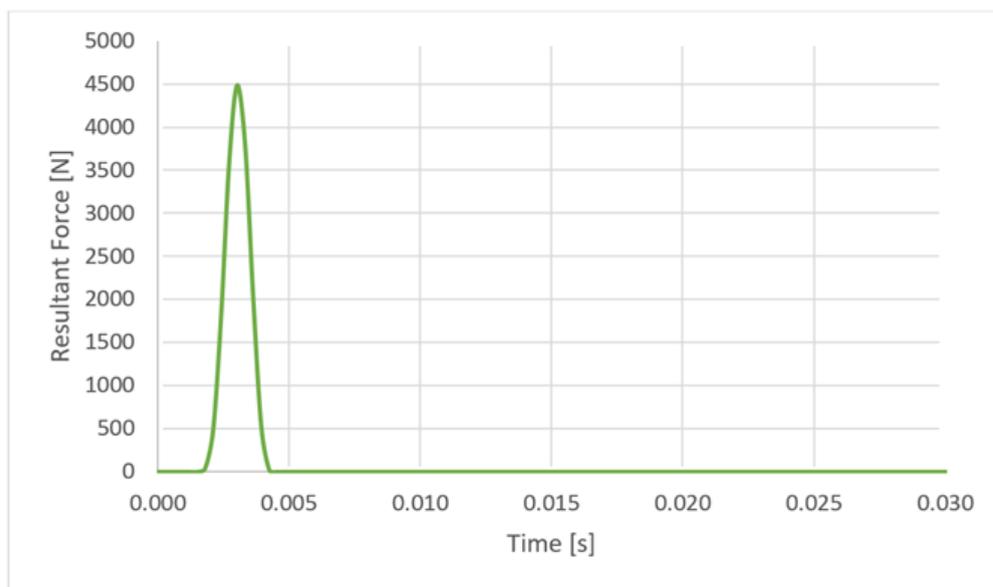
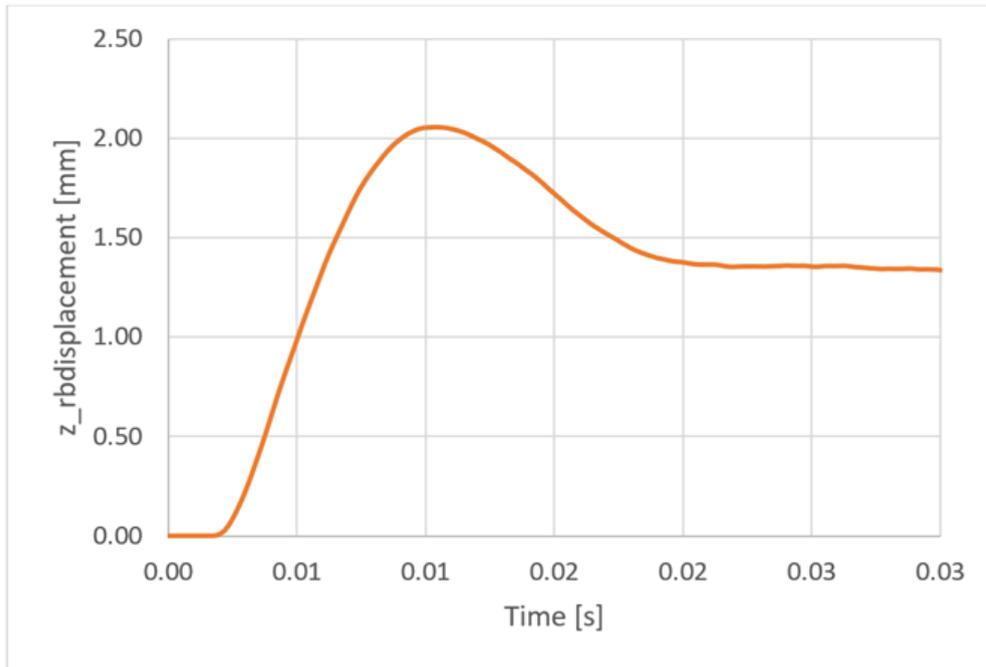
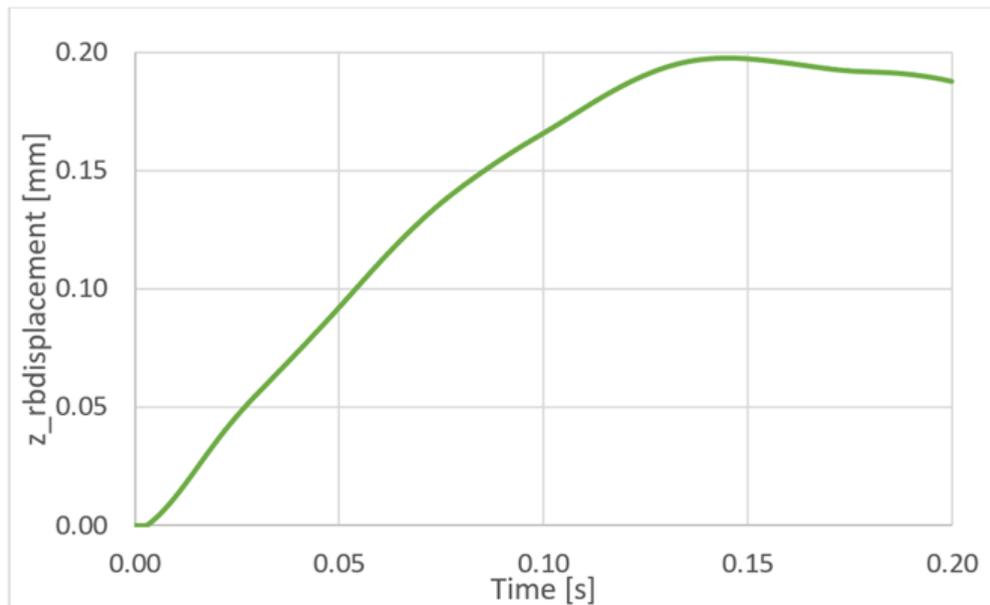


Figure 11. Resultant Force-Time Graph for the Al2024-T3 Blade.



**Figure 12.** Displacement history for the CFRP Blade.



**Figure 13.** Displacement history for the Al2024-T3 Blade.

Figure 12 and Figure 13 provide the displacement versus time graphs. In the CFRP blade, it is seen that the displacement increases rapidly and reaches a maximum point at approximately 0.01 seconds. After this point, the displacement decreases slightly and becomes stable. The Al2024-T3 material shows a slower increase in terms of displacement. It is seen that it reaches a maximum displacement amount at the end of approximately 0.2 seconds. It was concluded that the amount of permanent deformation in the Al2024-T3 blade is greater than in the CFRP blade and the amount of elastic deformation is less.



#### 4. Conclusion

In this study, a low-speed impact test was applied to two different blades consisting of Al2024-T3 and CFRP materials. With the analysis results, the behavioral properties of the two different materials used were examined with a focus on displacement, kinetic energy, and force parameters. As a result, it was observed that the CFRP material blade provided a larger area of impact distribution in the structure compared to the Al2024-T3 blade, while the Al2024-T3 blade created a greater force against the impact. Finally, when the displacement amounts were examined, it was seen that the blade with the CFRP material performed a larger displacement. As a result of this research, the Al2024-T3 and CFRP structural materials were compared in the mentioned aspects and their impact behaviors were examined, and added to the literature.

#### Acknowledgment

*This article was produced by developing and partially modifying the content of the paper entitled “Low-velocity impact response of CFRP and Al2024-T3 helicopter blade” which was presented orally at the ICAA’24 International Conference of Aeronautics and Astronautics Symposium, but the full text was not published.*

#### Authorship contribution statement for Contributor Roles Taxonomy

**Sakine Kurtar**, Data Collection, Revision and Improvement of the Text and Writing the Article. **Gamze Yaman**, LS-DYNA Analysis, Revision and Improvement of the Text and Writing the Article. **Dilara Nur Bektaş**, Data Collection, Revision and Improvement of the Text and Writing the Article. **Seda Nur Özsunar**, CAD Design, Revision and Improvement of the Text and Writing the Article. **Mesut Uyaner**, Revision and Improvement of the Text.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

#### References

- [1] Pulok, M. K. H., Aerodynamics and vibrations of a helicopter rotor blade, 2022. <https://scholarworks.uno.edu/td/3022>. (26 August 2024).
- [2] Sun, X. C. and Hallett, S. R. 2018. Failure mechanisms and damage evolution of laminated composites under compression after impact (CAI): Experimental and numerical study. *Compos Part A Appl Sci Manuf*, 104, 41-59.
- [3] Dağ, T., Güvenç, M. A. and Uyaner, M. 2024. Low velocity impact behavior of curved composite panels reinforced with different types of stiffeners used in air vehicle. *Journal of Materials and Mechatronics: A*, 5(1), 117-129.
- [4] Fries, J. The Effect of Helicopter Main Rotor Blade Damage on the Rotor Disk (Whole Rotor) Motion. Army Research Laboratory, Aberdeen Proving Ground, MD 21005-5068, 2000. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA378211>. (26 August 2024).
- [5] Chandra Naik, D. and Vijaya Kumar, R. 2018. Helicopter main rotor blade root end under high velocity bird impact. *Mater Today Proc*, 5(2), 4653-4668.
- [6] Işık, A. A., Structural optimization of composite helicopter rotor blades, 2018. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/27294>. (26 August 2024).
- [7] Torpan, R. and Zaharia, S.-M. 2024. Manufacturing process of helicopter tail rotor blades from composite materials using 3D-printed moulds. *Applied Sciences*, 14(3), 972.



- [8] Prakash, B. B., Deepthi, T. V. and Samudrala, N. 2022. Design and analysis of helicopter rotor blade. *International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECS)*, 14(03), 10307-10315.
- [9] Sarasini, F. Low-velocity impact behaviour of hybrid composites, in: Thakur, V. K., Thakur, M. K., Pappu, A., *Hybrid Polymer Composite Materials*, Woodhead Publishing, Elsevier, 2017, 151-168.
- [10] Kaya, İ. and Çevik, M. 2023. Aluminum and carbon fiber reinforced polymer composite material comparative strength analysis of a structural part in F-16 fighter aircraft landing gear. *The Journal of Defense Sciences*, 43(2), 454-472.
- [11] Gupta, N. 2018. "Structural analysis of aircrafts wing made up of composite using finite element modelling". Master thesis, National Institute of Technology Calicut, Calicutkerala, India.
- [12] Gao, T. et al. 2022. Carbon fiber reinforced polymer in drilling: From damage mechanisms to suppression. *Compos Struct*, 286, 115232.
- [13] Heimbs, S., Heller, S. and Middendorf, P. 2008. Simulation of low velocity impact on composite plates with compressive preload. 30 September-01 October, 7. LS-DYNA Anwenderforum, Bamberg, Germany.
- [14] Dağ, T., Yıldırım, N., Şentürk, G., Durmazoğlu, M., Yıldırım, S. and Uyaner, M. 2023. Virtual investigation on the response of glare to low velocity impact. 10th International Conference on Recent Advances in Air and Space Technologies (RAST), 07-09 June, Istanbul, Turkiye, 1-5.
- [15] Kovalovs, A., Barkanov, E., Rucevskis, S. and Wesolowski, M. 2017. Optimisation methodology of a full-scale active twist rotor blade. *Procedia Eng*, 178, 85-95.
- [16] NACA 23012 12% (naca23012-il). <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca23012-il>. (26 August 2024).
- [17] Rayhan, S. B. 2018. Finite element analysis of oblique bird strike on leading edge of aircraft wing. *International Conference on Mechanical Engineering: Proceedings of the 12th International Conference on Mechanical Engineering (ICME 2017)*, AIP Conference Proceedings, 20-22 December, 1980(1), Dhaka, Bangladesh, 030009.
- [18] Tatlıer, M. S. and Baran, T. 2020. Structural and CFD analysis of an airfoil subjected to bird strike. *European Journal of Mechanics - B/Fluids*, 84, 478-486.

## İnceleme Makalesi / Review Article

### Havacılık alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi: Türkiye’de yapılmış akademik çalışmalar/ Environmentally responsible service production in the field of aviation: Academic studies conducted in Türkiye

 İlkay Yılmaz<sup>1</sup>,  Güzide Karakuş<sup>2\*c</sup>

<sup>1</sup> Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye

<sup>2</sup> Havacılık Yönetimi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye

Received  
November 12, 2024

Revised  
December 9, 2024

Accepted  
December 24, 2024

#### Anahtar Kelimeler

Çevreye duyarlı  
havacılık,  
Çevreye duyarlı hizmet,  
Havacılık,  
Sürdürülebilirlik,  
Yeşil havacılık

#### Keywords

Aviation,  
Environmentally  
friendly aviation,  
Environmentally  
friendly service,  
Green aviation,  
Sustainability

Production and hosting  
by [Turkish DergiPark](https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaa).  
This is an open access  
article under the CC  
BY-NC license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



#### ÖZET

İklim değişikliğinin sonuçlarının giderek daha fazla hissedildiği günümüz şartlarında çevreye duyarlı üretim kavramının da önemi artmaktadır. Nüfus artışı ile birlikte mal ve hizmetlere yönelik ihtiyaçlar üretim kaynaklı çevresel etkileri artırırken, çevresel tahribat geriye dönülmez bir hal alarak sürdürülebilirliğin tüm boyutlarını olumsuz etkilemeye devam etmektedir. Havacılık sektörü küresel turizm ve ticaretin gelişmesine katkı sunan en önemli hizmet endüstrilerinden biri olmak ile birlikte çevresel etkileri de en yüksek olan sektörlerden biridir. Sektör paydaşları, çevresel etkileri azaltmak doğrultusunda çeşitli alanlarda çalışmalar yürütüldüğünü beyan ederken akademik çalışmalarda da konunun önemine dikkat çekilerek araştırmaların geliştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’de havacılık alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi kapsamında hayata geçirilen akademik çalışmaların incelenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda yapılan incelemelerde belirlenen akademik yayınlar, içerik analizine tabi tutulmuştur. 2014-2023 yılları arasında yayımlanmış 14 makale ve 11 lisansüstü tez, toplam 25 çalışma ile araştırmanın örnekleme oluşturulmuştur. Örnekleme kapsamındaki akademik çalışmalar; araştırmacıların üniversiteleri ve akademik birimlerine, yayın yıllarına, anabilim dallarına, anahtar kelimelerine, araştırma yöntemlerine ve araştırma kategorisine göre tasnif edilmiştir.

Araştırma sonucunda söz konusu çalışmaların ağırlıklı olarak sosyal bilimler alanında, havacılık yönetimi anabilim dalında hazırlandığı ve yıllar içerisinde çalışmaların sayısında artış olduğu, kirliliğin önlenmesi ve insan kaynaklarının gelişimi kategorilerinde çok sınırlı sayıda araştırma yapıldığı görülmüştür.

#### ABSTRACT

In today’s conditions, where the consequences of climate change are increasingly felt, the concept of environmentally conscious production is gaining more importance. As population growth leads to increased demand for goods and services, production-related environmental impacts rise, and environmental degradation becomes irreversible, negatively affecting all dimensions of sustainability. The aviation sector, while being one of the most significant service industries contributing to the development of global tourism and trade, is also among the sectors with the highest environmental impacts. While industry stakeholders declare that studies are being carried out in various areas to reduce environmental impacts, academic studies also draw attention to the importance of the subject and recommend that research be developed.



This study aims to examine academic studies implemented in Turkey within the scope of environmentally conscious service production in the aviation field. Within this scope, the academic publications determined within the scope of the review were subjected to content analysis and the sample of the research was created with 14 articles and 11 postgraduate theses, a total of 25 studies published between 2014 and 2023. These academic studies were categorized based on researchers' universities and academic units, publication years, fields of study, keywords, research methods, and research categories. The results of the study reveal that the majority of these works were conducted in the field of social sciences, specifically in aviation management. Furthermore, an increase in the number of studies over the years was observed, while it was detected that very limited research has been conducted in the categories of pollution prevention and human resource development.

\* Corresponding author, e-mail: [gkarakus@erbakan.edu.tr](mailto:gkarakus@erbakan.edu.tr)

## 1. Giriş

Endüstriyel gelişmeler ile birlikte artan talep ve uluslararası ticaretteki büyüme iklim değişikliğini tetiklerken, herhangi bir çevresel bozulmanın ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri ile ilgili endişeler küresel bir seviyeye taşınmıştır [1]. Sanayi devrimleri ile başlayan ve büyüyerek devam eden çevresel tahribatın önüne geçmek için tüm iş kollarında çevreye duyarlılığı geliştirmek önemli bir gerekliliktir. En genel tanım ile *çevreye duyarlı üretim* bir işletmenin, ürettiği mal ve hizmetlerin çevreye olan etkisini en düşük seviyeye indirmek için üretim proseslerinde uyguladığı önleyici ve bütünlük bir çevre koruma stratejisi olup karar alma süreçlerine çevreci bakış açısının entegre edilmesidir [2, 3, 4]. Bu kapsamda işletmede her iş birimi tarafından, ürünün üretim sürecindeki her bir aşamada, yaşam döngüsü boyunca ve kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin bertaraf edilmesi durumunda çevresel etkileri optimize edecek çalışılmalar yürütülmektedir [5].

1990’lı yıllardan itibaren akademik yayınlarda artmaya başlayan çevreye duyarlı üretim kavramı yıllar içerisinde hizmet sektöründe de ele alınmaya başlamıştır. Hizmet, birçok özelliği ile mal kavramından ayrışırken üretim sürecindeki çevresel etkiler göz önünde bulundurulduğunda benzer sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle her iş kolu için olduğu gibi hizmet üretimi için de çevreye duyarlılık önemli olup araştırma yapılması gereken bir alandır. Havacılık sektörü, küresel turizm ve ticaret üzerindeki olumlu etkisine karşılık, çevresel olumsuz etkilerinin de büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda çevreye duyarlı hizmet üretimi kapsamında araştırma ve iyileştirme yapılması gereken önemli sektörlerdendir [6]. Uçak üretiminden havalimanı operasyonlarına kadar çok geniş bir mal ve hizmet üretimini içeren sektörde gürültü, karbon emisyonu, hava ve su kirliliği, yüksek enerji ve yakıt tüketimi, atık oluşumu, biyoçeşitliliğe verilen zarar gibi birçok başlıkta önemli çevresel etkiler oluşmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerinin giderek daha fazla hissedildiği günümüz şartlarında tüm sektörlerde olması gerektiği gibi havacılık sektöründe de çevresel etkileri azaltmaya yönelik çalışmalar yapılması ve iyileştirme önerileri geliştirilmesi önemli bir gerekliliktir.

Türkiye, su kaynaklarında azalma, artan orman yangınları, kuraklık ve çölleşme gibi küresel ısınmanın etkilerini her geçen yıl daha fazla hisseden, risk grubu ülkeler arasındadır. Dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de havacılık sektörünün oluşturduğu karbon salınımı ve diğer çevresel etkiler önemli boyutlara ulaşmaktadır [7]. Konunun önemi göz önünde bulundurularak yapılan literatür araştırmasında uluslararası literatürde havacılık sektörü paydaşlarının çevresel etkileri üzerine çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Ancak havacılık sektörü özelinde çevreye duyarlı hizmet üretimi alanında yapılmış çalışmaları sistematik literatür araştırması yöntemini kullanarak incelemiş bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu boşluğu doldurmak amacıyla, bu çalışmada Türkiye’de havacılık sektöründe çevreye duyarlı hizmet üretim kapsamında hayata geçirilen akademik çalışmaların incelenmesi hedeflenmiştir.



## 2. Çevreye Duyarlı Üretim

1970’li yıllarda ortaya çıkmaya başlayan çevresel kirlilik sorununa karşı çözüm arayışları doğrultusunda yapılan çalışmalar ve geliştirilen teknolojiler çoğunlukla kirlenici unsurların ortaya çıkmasından sonra, hava, su ya da toprağa karışmasını önlemeyi amaçlamaktaydı. Ancak ilerleyen yıllarda, 1980’lerin başında **çevre yönetimi** yaklaşımı popülerlik kazanırken birçok kurum ve kuruluş, çevresel uygulamaları yönetme yaklaşımını benimsemeye başlamıştır. 1990’lı yılların başlarında ise "çevre yönetimi" anlayışı yerini "temiz üretim" anlayışına bırakmaya başlamıştır [8].

Güngör & Gupta (1999) [9], Sanayi Devrimi sürecinde, ürünleri tasarlarken ve üretirken çevre sorunlarının ele alınmadığını belirtmiş ve 1990’lı yıllar itibarıyla çevre bilincine sahip üretim ve ürün geri kazanımının çevreye ve topluma karşı bir zorunluluk haline geldiğini dile getirmiştir. Bu kapsamda, çevre dostu ürünler yaratmak (çevreci/yeşil ürünler) ve ürün geri kazanımı ve atık yönetimi için teknikler geliştirmek gerektiğini belirtmişlerdir [9]. Dolayısıyla çevreye duyarlı üretim sisteminde hem ürünlerin hem de tüm üretim süreçlerinin çevresel etkilerinin minimize edilmesi hedeflenmektedir. İşletmenin tüm fonksiyonlarını ve tüm operasyonlarını kapsayacak şekilde, ürün tasarımından, kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin bertarafına kadar tüm ürün yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri minimize etmeyi hedefleyen böyle bir sistemi kurmak oldukça zor ve maliyetli bir dönüşümü gerektirmektedir. Sürekli kazançlarını arttırmak hedefi ile hareket eden işletmeler için bu dönüşüm çok tercih edilir olmamak ile birlikte günümüzde bir zorunluluk halini almıştır. Çevreye duyarlı üretim kapsamında elde edilebilecek faydalar çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanmış olup çevresel, ekonomik, organizasyonel ve toplumsal boyutlar altında aşağıdaki gibi sıralanmaktadır [10]:

### - Çevresel faydalar

- Hava, su ve toprak kirliliğini azaltılması,
- İklim değişikliği, asit yağışı ve kentsel hava kirliliği gibi küresel çevre sorunlarının çözümüne katkı sunulması,
- Karbondioksit ve kükürtdioksit gibi emisyonları uzun vadeli olarak ortadan kaldırmasına veya azaltmasına katkı sunulması.

### - Ekonomik faydalar

- Atıkların ayrıştırılması ve bertaraf etme maliyetlerinin azaltılması,
- Hammadde, su ve enerjiden tasarruf sağlama suretiyle maliyetlerin azaltılarak üretim verimliliğinin artırılması,
- Üretim süreçlerinin iyileştirilmesi,
- Yasal mevzuatlara uyumsuzluk nedeniyle oluşabilecek cezai işlemlerin önüne geçilmesi.

### - Organizasyonel faydalar

- Çalışanların çevre bilinci edinmesi,
- Üretimde daha verimli yöntemlerin araştırılması konusunda teşvik sağlanması,
- Örgütsel motivasyonun artması.

### - Toplumsal faydalar

- İş sağlığı ve güvenliği bağlamındaki risklerin minimize edilmesi,
- Marka değerinin toplum nezdinde yükselmesi,
- Gelişmiş teknolojilerin kullanımı ile rekabet avantajı elde edilmesi.

Yukarıda tanımlanan çevresel kazanımlar değerlendirildiğinde, *çevreye duyarlı üretim* anlayışının tüm sektörlerde yaygınlaşmasının önemli bir gereklilik olduğu anlaşılmakta olup bu durum çevresel olumsuz etkilerinin yüksek olduğu bilinen havacılık sektörü için de geçerlidir.



### 3. Yöntem

Birçok sektör ile etkileşim halinde olan havacılık sektörü küresel ekonominin önemli bir parçasıdır [11]. Ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik için önemli fırsat ve avantajlar sunan havacılığın çevresel sürdürülebilirlik açısından etkisi aksi yöndedir. Sektörün olumlu yönlerini geliştirmek için çevresel etkilerinin azaltılması tüm sektör paydaşları ile birlikte akademinin de katkı sunması gereken bir konudur. Bu gereklilik doğrultusunda bu çalışmada Türkiye’de havacılık sektöründe çevreye duyarlı hizmet üretim kapsamında hayata geçirilen akademik çalışmaların incelenmesi hedeflenmiştir.

Araştırmada bir veya daha fazla araştırma sorusunu irdelemek, farklı çalışmaların bulgularını tanımlamak ve eleştirel bir biçimde değerlendirerek sorunları çözmek amacı taşıyan sistematik literatür taraması [12] yöntemi kullanılmıştır. Sistematik literatür taraması bir konuya yoğunlaşmaktan çok, farklı konu ve bulguları da ele alarak daha kapsamlı sorular sorarak bağlantıları ortaya çıkarmak yeteneğine sahip bir araştırma yöntemi olup uygulamaya dönük en pratik sonuçları sağlayabilme özelliği ile diğer araştırma yöntemlerinden ayrılmaktadır [13]. Bu çalışmada Türkiye’de yapılan çalışmaların bibliyometrik yöntem ile incelenmesinin yanında araştırma konularının içerik analizine tabii tutularak kategorik olarak sınıflandırılması ve çalışma konularındaki eksikliklerin de tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Curkovic & Sroufe (2016) [4] tarafından “çevreye duyarlı üretim” konusunda bir taksonomi oluşturmak amacıyla hayata geçirilen çalışmanın sonucunda tanımlanan temalar çerçeve olarak kullanılmıştır. Yazarların 10.000’den fazla makale, rapor, yayın ve kitabı inceleyerek ortaya koydukları ana temalar aşağıda belirtilmiştir:

- Çevresel düzenlemeler,
- Bilgi analizi, planlama ve performans,
- Süreç yönetimi,
- Kirlilik önleme,
- Durum çalışmaları,
- Uluslararası sorunlar,
- Kaliteye dayalı yaklaşımlar,
- İnsan kaynaklarının geliştirilmesi
- Yönetim liderliği.

### 4. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada havacılıkta çevreye duyarlı hizmet üretimi kapsamında Türkiye’de yapılmış akademik çalışmaların analizi amaçlanmıştır. Araştırmanın kapsamı Dergipark Akademik [14] ve Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi [15] veri tabanlarında yer alan yayınlar olarak belirlenmiştir.

Yapılan aramalarda “Çevre” anahtar kelimesi kapsamında 15.965 adet makale ve 10.592 adet lisansüstü tez, “Havacılık” anahtar kelimesi kapsamında 1.254 adet makale ve 727 adet lisansüstü tez tespit edilmiştir. “Çevre” ve “Havacılık” anahtar kelimeleri ile yapılan aramada 101 adet makale ve 33 adet lisansüstü teze ulaşılmıştır. Ulaşılan toplam 134 çalışma içerik analizi yöntemi ile incelenerek *havacılıkta çevreye duyarlı hizmet üretimi* kapsamında hazırlanmış çalışmalar belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Yapılan aramalara ilişkin sonuçlar

Arama terimi	Makale sayısı	Lisansüstü tez sayısı	Toplam çalışma sayısı
Çevre	15965	10592	26557
Havacılık	1254	727	1981
Çevre ve Havacılık	101	33	134
Havacılıkta çevreye duyarlı hizmet üretimi	14	11	25



Tablo 1’de görüldüğü gibi 2014-2023 yılları arasında yayımlanan 14 makale (12 araştırma makalesi, 2 derleme makale) ve 11 lisansüstü tez (8 yüksek lisans tezi, 3 doktora tezi) ile toplam 25 çalışma, araştırmanın örneklemini oluşturmuştur.

Öncelikle örnekleme yer alan yayınların yazarlarının bağlı oldukları üniversiteler incelenmiş ve Tablo 2 oluşturulmuştur.

**Tablo 2.** Yazarların bağlı bulunduğu üniversitelerin dağılımı

Üniversite Adı	Lisansüstü tez yazarı sayısı	Makale yazarı sayısı	Toplam yazar sayısı	Toplam çalışma yüzdesi
Gazi Üniversitesi	2	2	4	%10,25
Ege Üniversitesi	-	3	3	%7,69
Atılım Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Çankırı Karatekin Üniversitesi	-	2	2	%5,12
İstanbul Gelişim Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Maltepe Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Marmara Üniversitesi	1	1	2	%5,12
Mersin Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Selçuk Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Süleyman Demirel Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Uşak Üniversitesi	-	2	2	%5,12
Anadolu Üniversitesi	1	-	1	%2,56
Ankara Üniversitesi	1	-	1	%2,56
Celal Bayar Üniversitesi	-	1	1	%2,56
Erciyes Üniversitesi	1	-	1	%2,56
Eskişehir Teknik Üniversitesi	1	-	1	%2,56
İstanbul Teknik Üniversitesi	1	-	1	%2,56
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi	1	-	1	%2,56
Kapadokya Üniversitesi	1	-	1	%2,56
Kırklareli Üniversitesi	-	-	1	%2,56
Kocaeli Üniversitesi	1	-	1	%2,56
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	-	1	1	%2,56
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	-	1	1	%2,56
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	-	1	1	%2,56
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	-	1	1	%2,56

Tablo 2’de görüldüğü gibi toplamda dört yazar sayısı ile konu bağlamında en fazla araştırmacı Gazi Üniversitesi’nde, arkasından üç yazar ile Ege Üniversitesi’nde yer almaktadır.

Havacılıkta çevreye duyarlı hizmet üretimi kapsamında yapılan akademik çalışmaların yazarlarının hangi akademik birim bünyesinde yer aldığı incelenmiş ve Tablo 3 oluşturulmuştur.

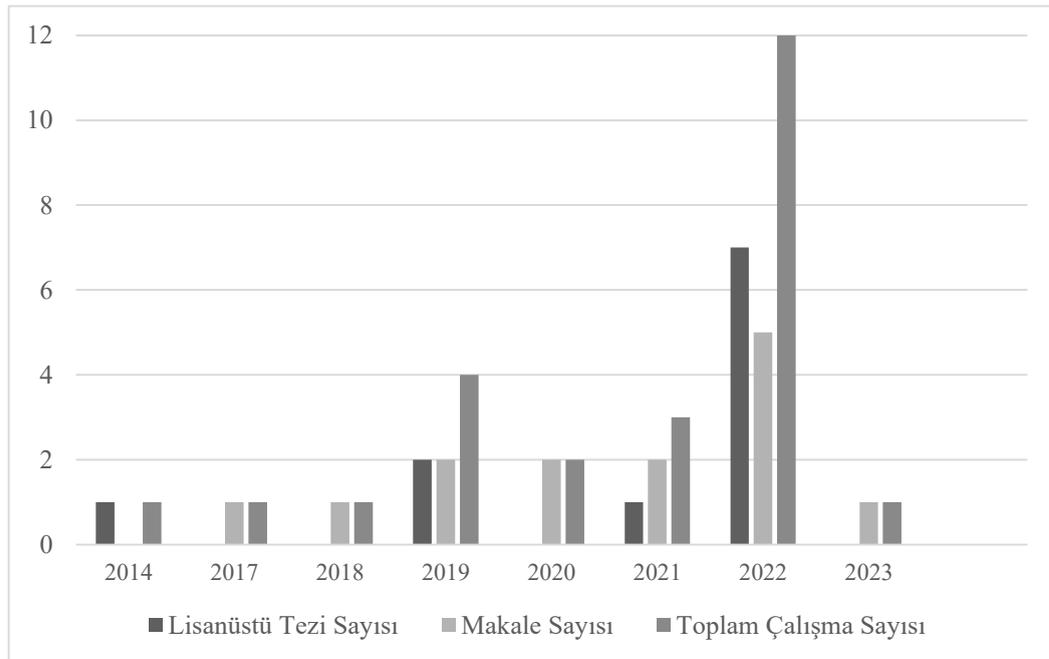


**Tablo 3.** Yazarların bağlı bulunduğu akademik birim dağılımı

Akademik Birim	Lisansüstü tez yazarı sayısı	Makale yazarı sayısı	Toplam yazar sayısı	Toplam çalışma yüzdesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü	5	2	7	%17,94
Sivil Havacılık Yüksekokulu	-	6	6	%15,38
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	-	5	5	%12,82
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	3	1	4	%10,25
Meslek Yüksekokulu	-	4	4	%10,25
Mühendislik Fakültesi	-	4	4	%10,25
Fen Bilimleri Enstitüsü	2	1	3	%7,69
Ziraat Fakültesi	-	2	2	%5,12
Eğitim Bilimleri Enstitüsü	1	-	1	%2,56
Güneş Enerjisi Enstitüsü	-	1	1	%2,56
Mimarlık Fakültesi	-	1	1	%2,56
Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu	-	1	1	%2,56

Yapılan incelemeye göre yazarların %17,94’ü Sosyal Bilimler Enstitüsü’ne, %15,38’i Sivil Havacılık Yüksekokulu’na ve %12,82’si İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’ne bağlı olup bu üç birim toplam çalışmaların neredeyse %45’ini oluşturmaktadır.

2014-2022 yılları arasında yayınlanan çalışmalardan oluşturulan araştırma örnekleminde, yıllara göre dağılımlar incelendiğinde yıllar içerisinde konu kapsamında yapılan çalışma sayısının arttığı ancak 2023 yılında bu eğilimin değiştiği görülmektedir (Şekil 1). İklim değişikliğinin artan etkisi ile birlikte çevre konulu çalışmaların artacağı öngörüsüne karşılık 2023 yılı yayın sayısının düşüklüğü, yayınlanan çalışmaların henüz veri tabanlarında yer almamış olabileceği ihtimaline bağlanmıştır.



**Şekil 1.** Çalışmaların yayınlandıkları yıllara göre dağılımı





Şekil 2’de yer alan kelime bulutunda da görüldüğü gibi havacılık ve çevre konuları kapsamında yapılan araştırmalarda atık, karbon, emisyon, iklim, duyarlılık ve kalkınma kelimeleri de ön plana çıkmaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen akademik yayınlarda kullanılan yöntemler incelenerek elde edilen bulgular Tablo 5’te sunulmuştur.

**Tablo 5.** Akademik yayınlarda kullanılan yöntemler

Araştırma yöntemi	Lisansüstü tez sayısı	Makale sayısı	Toplam çalışma sayısı	Toplam çalışma yüzdesi
Nicel	8	9	17	%68
Nitel	3	5	8	%32

Tablo 5’te görüldüğü gibi araştırma kapsamında incelenen yayınların %68’inde nicel araştırma yöntemleri ve %32’sinde nitel araştırma yöntemleri tercih edilmiştir.

Son olarak örnekleme yer alan akademik yayınlar, Curkovic & Sroufe (2016) [4] tarafından çevreye duyarlı üretim kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda tanımlanan kategorik sınıflandırmaya göre incelenmiş ve bulgular Tablo 6’da sunulmuştur.

**Tablo 6.** Akademik yayınların araştırma alanı sınıflandırması

Araştırma yöntemi	Lisansüstü tez sayısı	Makale sayısı	Toplam çalışma sayısı	Toplam çalışma yüzdesi
Bilgi analizi, planlama ve performans	3	3	6	%24
Durum çalışmaları	1	5	6	%24
Uluslararası sorunlar	3	1	4	%16
Kaliteye dayalı yaklaşımlar	1	2	3	%12
Çevresel düzenlemeler	-	2	2	%8
Süreç yönetimi	1	1	2	%8
İnsan kaynaklarının geliştirilmesi	1	-	1	%4
Kirlilik önleme	1	-	1	%4

Tablo 6’da görüldüğü üzere Türkiye’de havacılık alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi kapsamında yapılan çalışmaların %24’ü bilgi analizi, planlama ve performans, %24’ü durum çalışması kategorisinde gerçekleştirilmiştir. İnsan kaynaklarının geliştirilmesi ve kirlilik önleme kategorileri kapsamında birer adet çalışma yapıldığı görülmektedir. İklim değişikliğinde çevre kirliliğinin önemli bir yere sahip olduğu düşünüldüğünde sektörde kirliliğin azaltılmasına yönelik çalışmaların artırılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde çevreye duyarlılıkta insan faktörünün önemi göz önünde bulundurulduğunda havacılık sektöründe çevreye duyarlı hizmet üretimi kapsamında insan kaynaklarının geliştirilmesi kategorisinde araştırmalar yapılması da önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

## 5. Sonuç

Bu çalışmanın amacı küresel ölçekte önemli bir konu olan “çevre” kavramının, küresel ekonominin önemli bir ögesi olan “havacılık” alanında çevreye duyarlı hizmet üretimi bağlamında Türkiye’de yayınlanmış akademik yayınlar üzerinden incelenmesi ve gelecek çalışmalar için rehberlik sağlanmasıdır. Araştırma konusu ile doğrudan veya dolaylı ilişki kriteri çerçevesinde yapılan inceleme ve eleme sonucunda 14 makale (12 araştırma makalesi, 2 derleme makale) ve 11 lisansüstü tez (8 yüksek lisans tezi, 3 doktora tezi) ile araştırmanın örnekleme oluşturulmuştur. Örneklem kapsamındaki akademik çalışmalar; araştırmacıların üniversiteleri ve akademik birimlerine, yayın yıllarına, anabilim dallarına, anahtar kelimelerine, araştırma yöntemlerine ve araştırma kategorisine göre tasnif edilmiştir.



Akademik çalışmaları hazırlayan yazarların üniversiteleri incelendiğinde 25 farklı üniversite arasından dört araştırmacı ile Gazi Üniversitesi’nin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu sonuç toplam araştırmacılar arasında %10.25’lik bir orana karşılık gelmektedir. Araştırmacıların akademik birimleri incelendiğinde yedi araştırmacının Sosyal Bilimler Enstitüsü mensubu olduğu görülmektedir. Sosyal Bilimler Enstitüsü’nü altı araştırmacı ile Sivil Havacılık Yüksekokulu ve beş araştırmacı ile İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi takip etmektedir. Bu sonuç Türkiye’de mühendislik fakültelerinde konu kapsamında daha sınırlı çalışma yapıldığını göstermektedir. Bu durum Türkiye’de havacılık alanında çevreye duyarlı üretimin geliştirilmesi için disiplinler arası çalışmaların yürütülmesinin teşvik edilerek sektörün gelişmesine katkı sunulmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmaların yayın yıllarına göre tasnifi yapıldığında örneklem dahilindeki çalışmaların 2014-2023 yılları arasında hazırlandığı görülmüş, 2014 yılı öncesinde herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu durumun nedeninin veri eksikliği veya bu alanda hazırlanmış bir çalışma bulunmamasından kaynaklandığı tahmin edilmekle beraber kesin bir bilgi mevcut değildir. Araştırma konusu kapsamında en fazla çalışmanın 12 adet (yedi adet lisansüstü tez ve beş adet makale) ile 2022 yılında yayımlandığı görülmektedir. Bu sonuçlar havacılıkta hizmet üretimi bağlamında çevreye duyarlı üretim konusunun güncel bir tartışma konusu olduğunu ve araştırmacıların son yıllarda konuya ilgisinin arttığını göstermektedir. Çalışmaların anabilim dallarına göre incelenmesi sonucunda havacılık yönetimi anabilim dalında hazırlanan yedi çalışmanın %36’lık toplam çalışma yüzdesi ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu durum araştırma deseniyle uyumluluk göstermektedir.

Araştırmalarda en çok vurgulanan konuları tespit etmek amacıyla çalışmaların anahtar kelimeleri incelendiğinde; “havacılık”, “havalimanı” ve “sürdürülebilirlik” anahtar kelimelerinin en üst sıralarda yer aldığı görülmektedir. Bu sonuç araştırma kapsamı ile uyumluluk göstermektedir. Yayınlar, kullanılan araştırma yöntemlerine göre incelendiğinde, 17 çalışma ve %68’lik oran ile nicel araştırma yöntemlerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Son olarak incelenen çalışmaların araştırma kategorileri Curkovic & Sroufe (2016) [4] tarafından tanımlanan çerçevede incelendiğinde, altışar çalışma ile **bilgi analizi**, **planlama ve performans** ile **durum çalışmaları** kategorilerinin ilk sırada yer aldığı, kirlilik önleme ve insan kaynaklarının geliştirilmesi kategorilerinde sadece birer adet akademik çalışma yapıldığı görülmektedir. **Kirlilik önleme** ve **çevreye duyarlı üretim konusunda çalışanların geliştirilmesi** kategorileri çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik önemde konular olup bu kapsamda çalışmaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Çevreye duyarlı üretim, çevre üzerindeki olumsuz üretim etkilerini en aza indirmek hedefiyle, her türlü atığın akışını belirlemek, ölçmek, değerlendirmek ve yönetmek için kalite yönetimine dayalı bir sistem ile birlikte kaynak verimliliğini, insan kaynakları gelişimini ve proaktif yönetim fırsatlarını da en üst düzeye çıkarmayı amaçlamakta olup [4] tüm boyutları ile araştırılması gereken bir konudur.

Örneklem oluşturulurken seçilen veri tabanları Türkiye’de akademide en çok tercih edilen yayın platformlarından olmasına rağmen havacılıkta çevreye duyarlı üretim alanında yazılmış makale ve lisansüstü tezlerinin sayısının oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların artırılması konusunda ilgili kurumların üniversiteler ile iş birliğine gitmesi önemlidir. Türkiye’deki hava taşımacılığı sistemine dahil kuruluşların (havayolları, havalimanı işletmeleri, yer hizmetleri kuruluşları, temsil ve gözetim hizmetleri kuruluşları, bakım kuruluşları, uçuş okulları vb.) teşvik edilerek çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanması önemli bir gerekliliktir. Araştırma kuruluşları akademik araştırmalar ile uygulamalara yön verirken işletmeler de iyileştirmeler yönünde çalışmalar yürütmelidir. Bu doğrultuda işletme yöneticilerinin çevreye duyarlı üretimi “ek bir maliyet” olarak görmesinin önüne geçilmelidir. Porter ve van der Linde [16] tarafından belirtildiği gibi, çevre koruma ile ekonomik rekabet arasındaki bir çatışma yoktur ve uygun şekilde tasarlanmış çevre standartları sayesinde maliyetler düşüş eğilimi gösterecektir. Bu doğrultuda çevreye duyarlı üretim anlayışı çerçevesinde yapılan çalışmaların işletmelerin maliyetlerini azaltarak uzun dönemde rekabet güçlerini arttıracakları konusunda farkındalık yaratılmalıdır.



Türkiye’de Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından uygulanan Yeşil Havalimanı projesi araştırma konusunu destekler niteliktedir ancak sektör paydaşlarının tamamının dahil edileceği programlar ile elde edilecek sonuçların etkinliğinin artırılması önemli bir gerekliliktir. Karakuş, Polat ve Karşigil [17], 2018 yılında havacılık sektöründe çevresel sürdürülebilirlik algısını anlamaya yönelik gerçekleştirdikleri araştırmanın sonuç bölümünde sektör paydaşlarının çevresel sürdürülebilirlik konusunda farkındalığın yüksek olduğunu ancak uygulamalarda yetersizlikler olduğunu belirtmişlerdir. Çevreye duyarlı üretimin çevresel sürdürülebilirlik için en önemli gereklilik olduğu göz önünde bulundurularak konu kapsamında akademik çalışmaların artırılarak uygulamaların geliştirilmesi için yol gösterici olması önemlidir.

Bunun yanında gelecek çalışmalarda *havacılık* ve *çevresel sürdürülebilirlik* başlıkları kapsamında yapılan akademik yayınların da eklenerek çalışmanın genişletilmesi önerilmektedir.

### Extended Abstract

This study investigates environmentally friendly service production within Turkey’s aviation sector, responding to the global need for sustainable practices due to rising environmental concerns such as climate change and industrial growth. Recognizing the sector's significant contributions to tourism and international trade alongside its substantial environmental footprint, the article emphasizes the importance of integrating eco-conscious strategies into aviation operations to mitigate adverse impacts.

Environmental protection efforts initially focused on pollution management after pollutants entered ecosystems, primarily addressing air, water, and soil contamination. In the 1980s, a shift to "environmental management" signaled proactive strategies, and by the 1990s, "clean production" became a focus, emphasizing preventive rather than reactive measures. For the aviation sector, this transition highlights a need for sustainable operational practices in areas like emissions, noise, and waste management. Although the aviation industry globally has seen advancements in this area, Turkish research is limited, indicating an area ripe for further academic and practical development.

This study’s objective is to analyze the scope and trends of Turkish academic research focused on environmentally friendly practices in aviation, particularly from 2014 to 2023. The methodology involves a systematic literature review of 25 academic publications from this period, which included 14 articles and 11 postgraduate theses from various academic databases. The studies were analyzed and categorized based on factors such as the researchers’ affiliations, publication years, academic departments, research methods, keywords, and thematic research categories, aligning with global standards for such literature reviews.

The analysis reveals that most research on eco-friendly aviation services in Turkey has been conducted within social sciences, with a strong concentration in aviation management. Keywords such as "aviation," "airport," and "sustainability" featured prominently, demonstrating an awareness of sustainable aviation as a growing concern. Additionally, quantitative methods were the preferred research approach, accounting for 68% of studies, while the remaining 32% utilized qualitative methods. The thematic focus was on performance planning and situational analysis, with some studies addressing international issues. However, significant gaps remain, particularly in studies focused on pollution prevention and human resources development—areas identified as critical for reducing environmental impact in aviation.

The findings underscore the importance of expanding Turkish research on eco-friendly aviation practices, especially given the sector’s high environmental costs. The authors suggest that interdisciplinary research involving engineering and environmental science could significantly contribute to this field. Collaborations between universities and aviation industry stakeholders could also foster more practical applications of eco-friendly initiatives. Furthermore, enhancing environmental awareness among aviation personnel is crucial, as is increasing research into pollution prevention and sustainable human resource practices, both of which are essential



for long-term environmental stewardship within aviation.

In conclusion, this study provides an overview of current Turkish academic efforts toward sustainable aviation. It also highlights key areas for future research to better support sustainable practices in aviation, helping mitigate the industry’s environmental footprint. Promoting environmentally friendly aviation practices through expanded research and institutional support can play a vital role in Turkey’s contribution to global sustainability efforts, aligning the sector with broader goals for ecological resilience and climate responsibility.

#### Yazar Katkısı

**İlkay Yılmaz**, Orijinal taslak yazımı, Araştırma, Görselleştirme, Kavramsallaştırma, Metodoloji. **Güzide Karakuş** Araştırma, Danışmanlık, Metodoloji, Yazım, İnceleme & Düzeltilme, Denetim.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Kaynakça

- [1] Severo, E. A., de Guimarães, J. C. F., Dorion, E. C. H., & Nodari, C. H. (2015). Cleaner Production, Environmental Sustainability and Organizational Performance: An Empirical Study in the Brazilian Metal-Mechanic Industry. *Journal of Cleaner Production*, 96, 118-125.
- [2] Fresner, J. (1998). Cleaner production as a means for effective environmental management. *Journal of Cleaner Production*, 6(3-4), 171-179.
- [3] Kotan, Tarık (2009), Çeşitli Endüstrilerde Temiz Üretim Uygulamaları ve Performans Çalışmalarının Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- [4] Curkovic, S., & Sroufe, R. (2016). A literature review and taxonomy of environmental responsible manufacturing. *American Journal of Industrial and Business Management*, 6(03), 323.
- [5] Bullinger, H. J., Von Steinaecker, J., & Weller, A. (1999). Concepts and Methods for a Production Integrated Environmental Protection. *International Journal of Production Economics*, 60, 35-42.
- [6] Sak, F. S., & Karakuş, G. (2024). Airline Companies in Green Transformation: A Comparison Through Websites. In *Marketing and Resource Management for Green Transitions in Economies* (pp. 236-265). IGI Global.
- [7] Kaya, H. G., Sağbaş, A., & Dursun, Z. Karbon Ayak İzi ve Karbon Emisyonunun Sektörel Değerlendirmesi: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Journal of Engineering and Basic Sciences*, 3, 12-19.
- [8] Yücel, S., Yıldız, M. S., & Yazgan, H. İ. (2015). Sanayi İşletmelerinde Çevreye Duyarlı Üretim Uygulamaları: Bir Üretim İşletmesinde Örnek Olay Çalışması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(38), 636-646.
- [9] Gungor, A., & Gupta, S. M. (1999). Issues in Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery: A Survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36(4), 811-853.
- [10] Yücel, S., Yıldız, M. S., & Yazgan, H. İ. (2015). Sanayi İşletmelerinde Çevreye Duyarlı Üretim Uygulamaları: Bir Üretim İşletmesinde Örnek Olay Çalışması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(38), 636-646.
- [11] Şengür, F. K., & Vasigh, B. (2018). An assessment of airport governance policies with a stakeholder perspective. In *Stakeholders, Governance and Responsibility* (pp. 189-205). Emerald Publishing Limited.
- [12] Bem, D. J. (2016). Writing a review article for *Psychological Bulletin*. Methodological issues and strategies in clinical research (4th ed.). (pp. 663-672). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14805-041>.
- [13] Güven, A. C. (2019). Akıllı Ulaşım Sistemleri Üzerine Bir Sistemik Literatür Taraması [Yüksek Lisans Tezi]. Başkent Üniversitesi.
- [14] Dergipark Akademik, <https://dergipark.org.tr>.
- [15] Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- [16] Porter, M.E. and van der Linde, C. (1995) Toward a New Conception of Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9, 97-118.
- [17] Karakuş, G., Polat, L., Karşıgil, E. (2018). Türkiye’de Havacılık Sektöründe Çevresel Sürdürülebilirlik Algısını Ölçmeye Yönelik Bir Araştırma. *Journal of Management, Marketing and Logistics (JMML)*, V.5(3), p.172-181.