

JAV

e-ISSN: 2587-1676



JOURNAL
OF AVIATION

Volume 5 - Issue 2

December 2021

dergipark.gov.tr/jav

www.javsci.com



Journal of Aviation (J Aviat)

JAV Uluslararası Bilimsel Hakemli Havacılık Dergisi

Aralık/December

e-ISSN: 2587-1676

Cilt/Volume: 5 Sayı/Issue: 2 Yıl/Year: 2021

Editör/Editor

Prof. Dr. Vedat Veli Çay (Dicle University, Turkey)

Alan Editörleri / Section Editor

Assoc. Prof. Dr. Vildan Durmaz (Eskişehir Technical University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. Yasin Şöhret (Süleyman Demirel University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. İnan Eryılmaz (Süleyman Demirel University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. Fatih Koçyiğit (Dicle University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Gülaçtı ŞEN (Istanbul Esenyurt University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Ömer Osman Dursun (Fırat University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Bahri Baran Koçak (Dicle University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Yusuf Er (Fırat University, Turkey)

Dil Editörleri / Language Editors

Asst. Prof. Dr. Bahri Baran Koçak Department of Aviation Management in School of Civil Aviation
(Dicle University, Turkey)
Lecturer İbrahim Çapar School of Foreign Languages (Dicle University, Turkey)

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Mohd Razif İdris (Kuala Lumpur University, Malaysian)
Prof. Dr. Simone Sarmiento (Federal Do Rio Grande Univ. Brazil)
Prof. Dr. Sukumar Senthilkumar (Chonbuk National University, South Korea)
Prof. Dr. Nicolas Avdelidis, (Universite Laval, Canada)
Prof. Dr. Tarcisio Saurin (Federal do Rio Grande do Sul Univ. Brazil)
Prof. Dr. Mary Johnson (Purdue University, United States)
Prof. Dr. Özlem Atalık (Anadolu University, Turkey)
Prof. Dr. Faruk Aras (Kocaeli University, Turkey)
Prof. Dr. Sermin Ozan (Fırat University, Turkey)
Prof. Dr. Mustafa Sabri Gök (Bartın University, Turkey)
Prof. Dr. Ahmet Topuz (Yıldız Technical University, Turkey)
Prof. Dr. Mustafa Boz (Karabük University, Turkey)
Prof. Dr. Melih Cemal Kuşhan (Eskişehir Osmangazi University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. Matilde Scaramucci (Estadual Campinas Univ., SP, Brazil)
Assoc. Prof. Dr. Ümit Deniz Göker (National Defense University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. Kumar Shanmugam (Masdar Institute of Science & Technology, Abu Dhabi, UAE)



e-ISSN: 2587-1676

J Aviat 2021; 5(2)

Assoc. Prof.Dr. Sonjoy Das (Buffalo University, United States)
Assoc. Prof. Dr. Önder Altuntaş (Anadolu University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. Ferhan Kuyucak Şengür (Anadolu University, Turkey)
Assoc. Prof. Dr. Uğur Soy (Sakarya University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Hüseyin Tamer Hava (Milli Savunma University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Haşim Kafalı (Muğla University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Fatih Koçyiğit (Dicle University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Üyesi Mustafa Yeniad (Yıldırım Beyazıt University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Tolga Tüzün İnan (Gelişim University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Bahri Baran Koçak (Dicle University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Kasım Kiracı (Iskenderun Technical University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Akansel Yalçinkaya (Medeniyet University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Cengiz Mesut Bükeç (Bahçeşehir University, Turkey)
Asst. Prof. Dr. Salvatore Brischetto (Polytechnic University of Turin, Italy)
Dr. Hikmat Asadov (Azerbaijan National Aerospace Agency)
Dr. Bilal Kılıç (Ozyegin University, Turkey)
Dr. Marco Linz (EBS University, Germany)

Journal of Aviation (JAV) TÜBİTAK ULAKBİM DERGİPARK sistemi bünyesinde faaliyet gösteren Uluslararası Hakemli bir dergidir. Dergide yayımlanan yazıların sorumluluğu yazarlara aittir.

Dizinler ve Platformlar/Abstracting & Indexing

 <p>TR Dizin</p>	 <p>Index Copernicus</p>	 <p>CrossRef</p>	 <p>ASOS Index</p>
 <p>Google Scholar</p>	 <p>International Scientific Indexing</p>	 <p>DRJI</p>	 <p>Bielefeld Academic Search Engine (BASE)</p>
 <p>Journal Factor</p>	 <p>JIFACTOR</p>	 <p>i2or</p>	 <p>Rootindexing</p>
 <p>Science Library Index</p>	 <p>Academic Keys</p>	 <p>Eurasian Scientific Journal Index</p>	 <p>COSMOS IF</p>
 <p>Scientific Indexing Services</p>	 <p>OpenAIRE EXPLORE</p>		

İletişim / Contact

<http://dergipark.org.tr/jav> - www.javsci.com
journalofaviation@gmail.com - info@javsci.com
ISSN: 2587-1676

İçindekiler/Contents

-Araştırma Makalesi / Research Article-

Combined Quadrotor Autopilot System and Differential Morphing System Design Oguz KÖSE, Tuğrul OKTAY	64-71
Design, Modelling and Control of an Eight-Rotors UAV with Asymmetric Configuration for Use in Remote Sensing Systems Nihat ÇABUK, Şahin YILDIRIM	72-81
Numerical Investigation of Effusion Cooling in Gas Turbine Combustor Liner Seyhun DURMUŞ	82-89
Analysis of Range Extension Process for Outdated Ballistic Munitions Ejected from an Accelerator Launcher Concept Ceyhan TOLA, Pınar BEYAZPINAR, Deniz AKIN	90-100
Usage of Airport Operation Simulations in Aviation Training Ezgi FİLAZOĞLU, Savaş Selahattin ATEŞ, Haşim KAFALI	101-110
The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Aviation Industry Iryna HEIETS, Yibing XIE	111-126
Covid-19 Aşılarının Lojistiğinde Havacılık Endüstrisinin Rolü <i>Role of Aviation Industry in Logistics of Covid-19 Vaccines</i> Gülaçtı ŞEN	127-141
The Effects of Stress on Job Satisfaction: A Study on Pilots Kaan BAKAN OĞLU	142-149
Proaktif Kişilik Özelliğinin Bilgi İfşasına Etkisi: Hava Trafik Kontrolörleri Üzerine Bir Araştırma <i>The Effect of Proactive Personality on Whistleblowing: A Research on Air Traffic Controllers</i> Ramazan ÇOBAN, Cengiz Mesut BÜKEÇ	150-169
Pilot Adaylarının Uçuş Okulu Seçim Davranışını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi <i>Determination of Factors Affecting Pilot Candidates' Flight School Selection Behavior</i> Bekir TUNCER, Yıldırım KIZGIN	170-180
Havayolu Stratejik İşbirliklerinde Veri Zarflama Analizi ile Finansal Performansın İncelenmesi <i>Investigation of Financial Performance in Airline Strategic Alliances with Data Envelopment Analysis</i> Veysi ASKER	181-191
COVID-19 Pandemisi Havayollarının Filo Kullanımı Nasıl Etkiledi, Etkileyecek? <i>How Has The Covid-19 Pandemic Affected Airline Fleet Utilization?</i> Halil SEMERCİOĞLU, Hatice Hicret ÖZKOÇ	192-209

Determinants of Dividend Payout Policies: Evidence from Airline Industry Kasım KİRACI	210-218
Value Co-Creation and Passenger Loyalty in the Context of the DART Model: The Mediating Role of Perceived Service Newness İnci POLAT	219-229
Bibliometric Analysis of Air Cargo Transportation for Two Decades Ramazan YILDIZ, Murat TAŞDEMİR	230-240
Uzun Kısa Vadeli Bellek Yöntemi ile Havayolu Yolcu Tahmini <i>Air Passenger Forecasting with Long Short Term Memory Method</i> Ömer Osman DURSUN, Suat TORAMAN	241-248
Investigation of the Criteria Affecting the Decision of Use of Drone Technology in the Logistics Sector by DEMATEL Method Murat DÜZGÜN	249-264
Passengers' Shopping Preferences: A Study of Istanbul Airports Sena KILIÇ, Özge YANIKOĞLU, Çağlar ÜÇLER	265-281
Yapay Sinir Ağları ile Hisse Senedi Fiyat Tahmin Modeli: Türk Hava Yolları Uygulaması <i>Predicting Stock Prices Using Artificial Neural Networks Model: Turkish Airlines Application</i> Muhammed Fatih YÜRÜK	282-289
-Derleme Makalesi / Review Article-	
Robotik Süreç Otomasyonlarının Pandemi Dönemi Havacılık Sektörü Uygulamaları ve Geleceği <i>Pandemic Period Aviation Industry Applications and Future of Robotic Process Automations</i> Serap ULUSAM SEÇKİNER, Metehan ATAY, Yunus EROĞLU	290-297
Havalimanı Güvenlik Yönetiminde Teknoloji ve İnsan <i>Technology and Human Factors in Airport Security Management</i> Aslıhan KAYA, Murat KARTAL	298-309

Combined Quadrotor Autopilot System and Differential Morphing System Design

Oguz KÖSE¹ * , Tuğrul OKTAY² 

¹ Gumushane University, Kelkit College of Aydın Dogan, Kelkit/Gumushane, Turkey

² Erciyes University, Department of Aeronautical Engineering, Kayseri, Turkey

Abstract

The aim of this article is to design and model a quadrotor with autopilot system and differential morphing using the Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation (SPSA) optimization algorithm. Along with differential morphing, quadrotor modelling and control was also done. Although it is simple in structure, it has a complex structure in terms of model and control. Newton-Euler method was used for the dynamic model. Non-linear motion equations have been converted to linear motion equations. The full quadrotor model was drawn in the Solidworks program. Mass and moment of inertia information was obtained from this model. Simulation model was created by using state space model approach in Matlab / Simulink environment. Proportional integral derivative (PID) algorithm was used as the control structure. Differential morphing and PID coefficients rates were determined with SPSA. With the optimization method, determining the differential morphing rate, PID coefficients and applying it to the quadrotor provides a very innovative method.

Keywords: Quadrotor, SPSA, PID, Optimization, Morphing

1. Introduction

Unmanned Aerial Vehicle (UAV), which is commonly known and used, is a quadrotor / quadcopter that can remotely control and automatically move on a certain flight plan. In parallel with the rapidly developing technology, the frequency of use is increasing day by day. Especially its use by military purposes and security forces is vital. Many UAV models have been developed for better intelligence and better land

control in the field of defence. Among the UAVs, quadrotors whose working area is larger than other models are considered as UAVs of the future.

Quadrotors are defined as unmanned aerial vehicles with 4 rotors and 6 degrees of freedom on 3 axes (x, y, z). The increasing use of hardware and accessories increases the academic and engineering applications on quadrotors.

Corresponding Author: Oğuz Köse

oguzkose24@gmail.com

Citation: Köse O., Oktay T. (2021). Combined Quadrotor Autopilot System and Differential Morphing System Design J. Aviat. 5 (2), 64-71.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-8069-8749> ; ² <https://orcid.org/0000-0003-4860-2230>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.856436>

Received: 8 January 2021 **Accepted:** 30 July 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

Quadrotors have vertical take-off and landing (VTOL) features. Because of these features, they do not need a runway like planes. Quadrotor type unmanned aerial vehicles are cheap, mechanically less complex and safer. In addition, since such unmanned aerial vehicles are controlled remotely and do not carry a pilot on them, they also eliminate the life risks of pilots. So quadrotor type unmanned aerial vehicles are frequently preferred in surveillance, transportation, geographic operations, photography, hobby and military.

Multicopter systems are also defined as multi-engine unmanned aerial vehicles. Produced with 3-4-6-8 engines, multicopters have started to take the first place among UAVs in the field of monitoring, search and rescue and defence thanks to their stable flights and features. Especially studies on quadrotor (quadcopter) have a big place in these systems. While there have been many studies on quadrotor modelling and control in recent years, less studies in the field of morphing have attracted attention. T. Oktay and O. Kose[1] studied the quadrotor dynamic model and its control. They used the situation space model approach in their work. As the controller, they used the PID algorithm. They performed the simulations in Matlab / Simulink environment. They carried out quadrotor altitude control with PID algorithm. While the quadrotor given altitude exits successfully, they ignored the change of other system parameters. T. Oktay and O. Kose[2] modeled the quadrotor forward flight using PID algorithm. They performed quadrotor modeling in Matlab / Simulink environment using the state space model approach. During the forward flight, the quadrotor successfully tracked the given trajectory and the system parameters did not exhibit excessive behaviour. A. Mulyadi and B. Siswojo[3] discussed the quadrotor model and control design. They made the modeling using the Laplace transform method. Movement stability is affected by body weight, propeller speed and wind. This face oscillated until the quadrotor was steady state. Ziegler-Nichols PID and fuzzy gain scheduling were used as control algorithm. In simulations, they found that fuzzy gain scheduling reduced the overshoot value by 0.1%. B. Milan et. al.[4] addressed a solution to developing classic PID controls with the combination of PID and PD controls and a real-time quadrotor control and stabilization problem. An algorithm is given for the

implementation of a PID controller in a separate form, with the possibility of turning off the integral effect of the controller during operation and thus reaching the PID-PD controller. Results were obtained in computer simulations using a random system sample controlled by a PID controller, after which the controller was replaced with a new PID-PD controller and the results were shown in graphs. The second test was carried out experimentally by testing on the quadrotor development system, which provides data via Bluetooth communication and enables real-time monitoring of the system response so that the data from the real system can also be displayed on the graph. D. A. Wallace and C. Lum[5] took active quadrotor control with geometric morphing. Quadrotor used the Newton-Euler method to define the dynamic model. The quadrotor could perform the morphing feature by moving from the point where the arms meet the body. When the quadrotor performed the morphing event, there was a change in the moments of inertia as there was a change in the structure of the rigid body, and the author provided control of these moments with various equations. Linear Quadratic Control (LQR) was used as the quadrotor control algorithm. They worked on the state space model of the system for LQR control. Simulations have revealed that the quadrotor arm angle is controllable when it changes. N. Bucki and M. W. Mueller[6] worked on a quadrotor design and control with passive morphing. In this study, the arms fixed to the quadrotor body were attached with the hinges, allowing the arms to move down. The movement of the arms downward caused a decrease of approximately 50% in the quadrotor size. This allowed the quadrotor to pass easily through gaps that it could not pass. G. Barbaraci[7] discussed the design and control of the quadrotor with its changing geometric arms. Nonlinear mathematical models converted the linear state and used the quadrotor mathematical model. Quadrotor arm obtained morphing by changing the angle of intersection. Changing the arm intersection angles showed that there would be changes in the moments of inertia. Simulation results showed that changing arm angles significantly reduced quadrotor stabilization and vibrations. T. Oktay and O. Kose[8]–[10] have discussed quadrotor collective morphing. For collective morphing, longitudinal, lateral and hover flight, which are each flight

situation, were examined separately. Collective morphing was performed by extending or shortening all of the quadrotor arms at the same time and in the same amount. They drew the quadrotor full model and collective morphing states separately in the Solidworks program. Since collective morphing quadrotor moments of inertia changed, they needed to draw each situation separately. They used the PID algorithm as the quadrotor control algorithm. For each flight, modelling was done in Matlab / Simulink environment and trajectories were successfully tracked. T. Oktay and S. Coban[11] used both active and passive metamorphosis on TUAVs for longitudinal and longitudinal flight. In their studies, TUAVs performed the morphing process by lengthening or shortening the wing tips. PID algorithm is used for TUAVs control. TUAVs morphing amount and PID coefficient values were calculated with SPSA optimization algorithm. Using SPSA, they improved the cost index by 46% compared to the initial situation.

2. Quadrotor Working Principle and Modeling

Quadrotor is a type of unmanned aerial vehicles with multi-rotor, vertical landing and take-off, capable of moving in 3 axes, propellers connected to its engines, creating a carrying force and flying, and capable of flying with autonomous or remote control. Hover or flying is done by rotating wings. In standard helicopters, the rotation movement of the helicopter about its axis, which is prevented by the tail rotor, is eliminated by rotating the motors in different directions in the quadrotors. The two of the quadrotor's motors rotating in the same direction and the other two in the opposite direction prevents them from turning uncontrollably around themselves. The rotation directions of the quadrotor motors are shown in Figure 1.

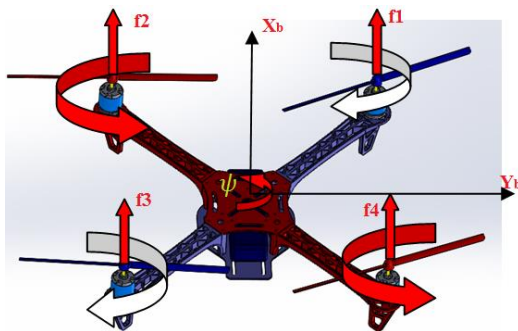


Figure 1. Quadrotor

Quadrotor dynamics are derived from motion equations. These equations are highly complicated. Euler-Lagrange approach is used to create the quadrotor dynamic model. In this approach, the following views are valid:

- Quadrotor structure and propellers are symmetrical and rigid.
- Quadrotor's center of mass and symmetric origin are concentric.
- Quadrotor thrust and drag are proportional to the square of the propeller speeds.

In this study, quadrotor motion equations are used linearly. In this context, quadrotor longitudinal and lateral motion equations are used as follows[12].

$$\dot{x} = u \tag{1}$$

$$\dot{z} = w \tag{2}$$

$$\dot{u} = -g\theta \tag{3}$$

$$\dot{w} = \frac{f_t}{m} \tag{4}$$

$$\dot{q} = \frac{\tau_y}{I_y} \tag{5}$$

$$\dot{\theta} = q \tag{6}$$

Lateral dynamic model:

$$\dot{y} = v \tag{7}$$

$$\dot{v} = g\phi \tag{8}$$

$$\dot{r} = \frac{\tau_z}{I_z} \tag{9}$$

$$\dot{p} = \frac{\tau_x}{I_x} \tag{10}$$

$$\dot{\phi} = p \tag{11}$$

$$\dot{\psi} = r \tag{12}$$

Input signals must be applied for quadrotor to perform its movements in 3 axes. Quadrotor motion input signals are defined as follows.

$$f_t = U_1 = b(\Omega_1^2 + \Omega_2^2 + \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \tag{13}$$

$$\tau_x = U_2 = bl(-\Omega_1^2 - \Omega_2^2 + \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \tag{14}$$

$$\tau_y = U_3 = bl(\Omega_1^2 - \Omega_2^2 - \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \tag{15}$$

$$\tau_z = U_4 = d(\Omega_1^2 - \Omega_2^2 + \Omega_3^2 - \Omega_4^2) \tag{16}$$

Each control input has an effect on quadrotor dynamics. While U1 quadrotor affects altitude, U2, U3 and U4 order have an effect on roll, pitch and yaw movements.

Linear motion equations are shown in the form of the state space model. State space model is the way in which physical systems represented by first order differential equations are expressed in the form of matrices with inputs and outputs. The state space model is shown by the model below.

$$\dot{x} = Ax(t) + Bu(t) \tag{17}$$

$$y = Cx(t) + Du(t) \tag{18}$$

In this study, since longitudinal and lateral movements are examined separately, state space models are also discussed separately. In this case, the longitudinal state space model:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{z} \\ \dot{u} \\ \dot{w} \\ \dot{q} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -g \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ z \\ u \\ w \\ q \\ \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1/m \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_t \\ \tau_y \end{bmatrix} \tag{19}$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ z \\ u \\ w \\ q \\ \theta \end{bmatrix} \tag{20}$$

The lateral state space model is as follows.

$$\begin{bmatrix} \dot{y} \\ \dot{v} \\ \dot{p} \\ \dot{r} \\ \dot{\phi} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ v \\ p \\ r \\ \phi \\ \psi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1/I_x & 0 \\ 0 & 1/I_z \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_x \\ \tau_z \end{bmatrix} \tag{21}$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y \\ v \\ p \\ r \\ \phi \\ \psi \end{bmatrix} \tag{22}$$

3. Quadrotor Differential Morphing System

Generally, morphing can be described as changing the quadrotor geometry. Conventionally, the quadrotor has two types of geometric structures, plus-style and x-style. It is possible to do morphing by changing the lengths of the quadrotor arms or the angle of intersection of the arms. In this study, morphing was done by changing the arm lengths. In unmanned aerial vehicles, morphing is divided into two as active and passive morphing[13]. Active morphing is defined as minor physical changes that are performed continuously in the quadrotor geometry during flight, aiming to improve flight performance. Passive morphing is defined as small physical changes that occur once in the quadrotor geometry prior to flight, aiming to improve flight performance. Two types of active morphing, collective and differential, occur in the arm length change process. In the previous study[14] collective morphing was discussed. Differential morphing can be described as the quadrotor arms not being extended by the same amount at the same time. Figure 2 shows the quadrotor differential morphing states.

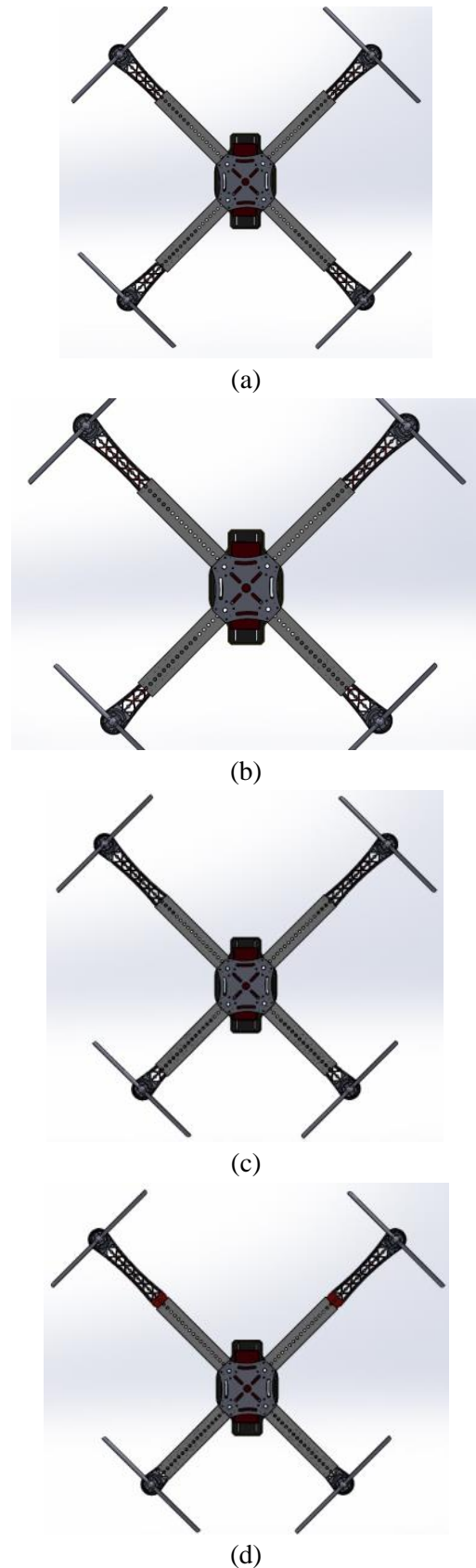


Figure 2. (a) Initial situation (b) 37.5% Differential morphing (c) 62.5% Differential morphing (d) 87.5% Differential morphing

While the mass remains constant due to varying arm lengths, the moments of inertia around the x, y

and z axes also change[15]. Inertia moments and mass information of differential morphing are given in Table 1.

Table 1. Quadrotor moments of inertia

	$m(kg)$	I_x	I_y	I_z
Fig 2.(a)	0.60292	0.08437	0.08482	0.02146
Fig 2.(b)	0.60292	0.08428	0.08494	0.02148
Fig 2.(c)	0.60292	0.08434	0.08514	0.02175
Fig 2.(d)	0.60292	0.08450	0.08543	0.02220

4. Optimization Design

The optimization algorithm is a procedure that changes parameters that can be adjusted step by step from the initial value to a value developed by the objective function[16]. Various gradient based algorithms have been implemented and developed. However, it was not effective for problems with many and uncertain values[17]. Therefore, gradient-free stochastic algorithms have been the basis for many studies in recent years.

Since there is a very complex relationship between the objective function and optimization variables, it is not possible to derive derivatives of the objective function according to these parameters analytically. This situation brings to mind the use of certain random optimization methods. In this article, a random optimization method called SPSA (Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation) has been chosen to solve this problem. This method has been used successfully in similar complex optimization problems. SPSA is also economical because calculating the gradient of the objective function only needs to calculate it twice. In addition, this method is also successful in limited optimization problems.

Multivariate stochastic optimization plays an important role in the control and analysis of many engineering systems[18]. Since analytical solutions are rarely available, it is necessary to use mathematical algorithms for optimization problems in the real world. SPSA method has been developed for the solution of difficult multivariate optimization problems. SPSA is used in areas such as static parameter estimation, feedback control, signal processing and image processing and experimental design[19].

In this article, SPSA was used to design quadrotor differential morphing and PID coefficients. SPSA is useful for getting optimum and fast results. Getting optimum results is important for differential morphing and quadrotor control. SPSA is used the cost index for optimum results. Below is the cost index.

$$J = T_{rt} + T_{st} + OS \tag{23}$$

Cost index consists of rise time, settling time and overshoot values. Both longitudinal and lateral flight cost indexes are divided as follows.

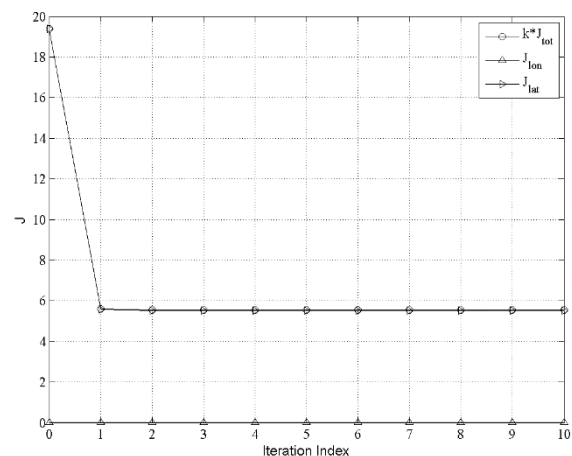
$$J_{long} = T_{rt_{long}} + T_{st_{long}} + OS_{long} \tag{24}$$

$$J_{lat} = T_{rt_{lat}} + T_{st_{lat}} + OS_{lat} \tag{25}$$

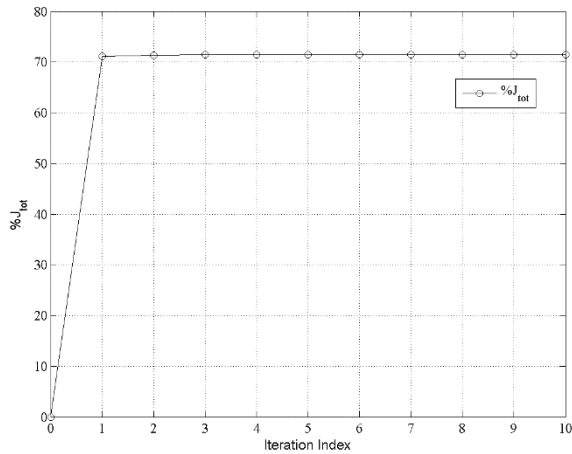
The total cost index is calculated as follows.

$$\%J_{tot_i} = J_{long_i} + \frac{J_{long_0}}{J_{lat_0}} + J_{lat_i} \tag{26}$$

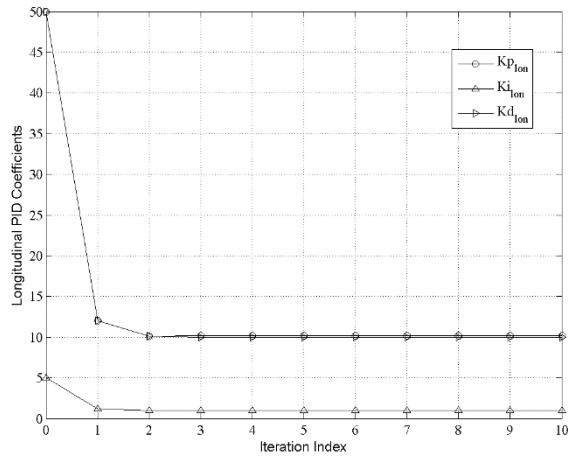
The longitudinal and lateral flight control system is handled together for differential morphing. In our application, trajectory tracking of 1 degree for longitudinal flight and pi / 2 degree for lateral flight was applied. Cost index is considered together for longitudinal and lateral flight. The longitudinal and lateral flight control system is handled together to determine optimal coefficient values. A total of 8 values are determined with SPSA. Of these, 3 PID coefficients for longitudinal controller, 3 PID coefficients for lateral controller, and 2 differential morphing parameters of quadrotor. In Figure 3, cost function values, total cost, both longitudinal and lateral flight PID coefficient changes are given.



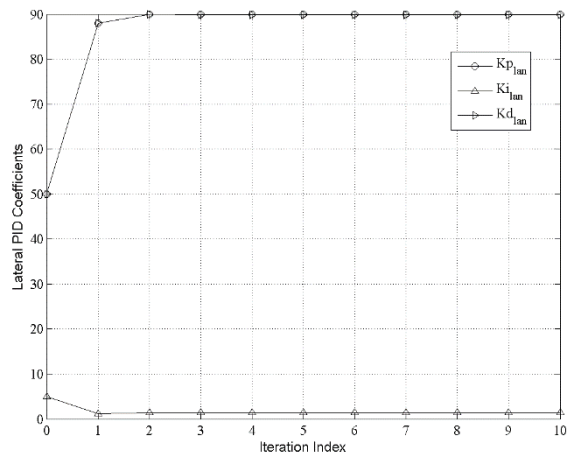
(a)



(b)



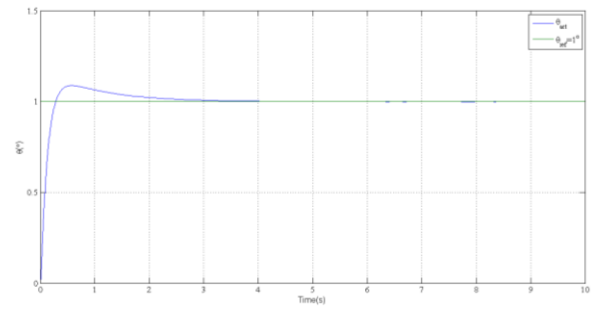
(c)



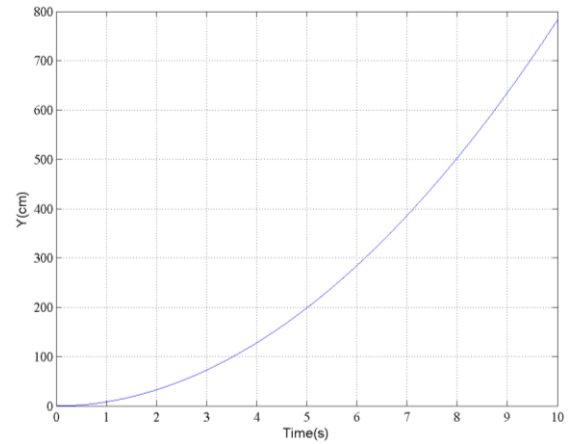
(d)

Figure 3. (a) Cost function (b) Total cost (c) Longitudinal flight PID (d) Lateral flight PID

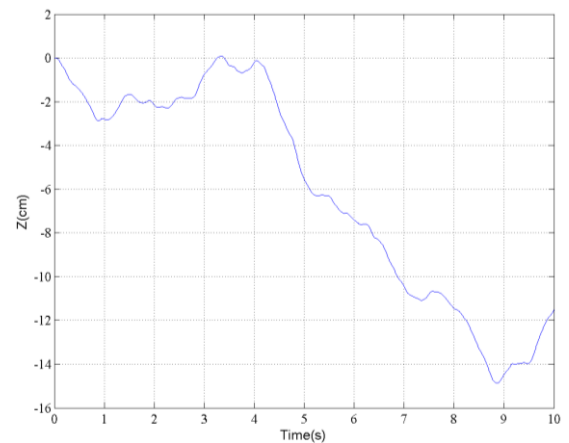
Both longitudinal and lateral flight simulation in atmospheric turbulence are given in Figures 4 and 5. Figures 4 and 5 shows the desired trajectories for both longitudinal and lateral flight. In this study, since the hover flight was not considered, the related outputs were not taken into consideration. Linear and angular velocity simulation results did not show catastrophic behaviours.



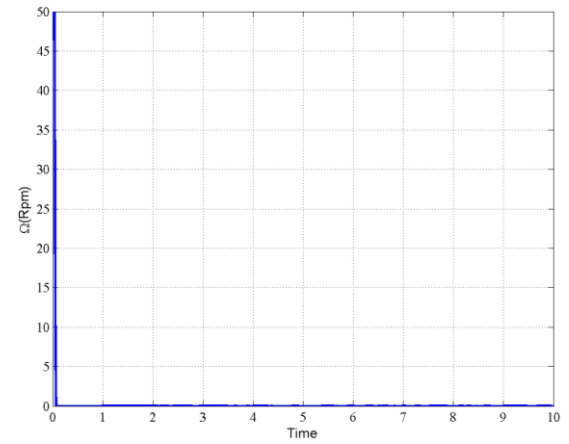
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 4. Responses of longitudinal movement

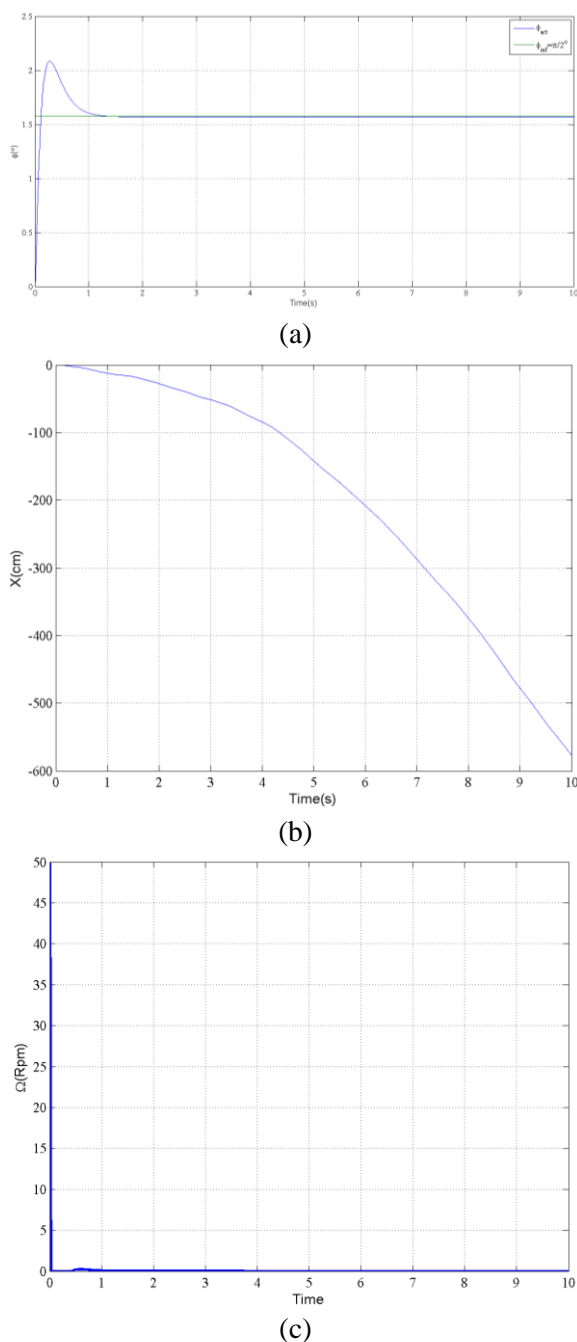


Figure 5. Responses of lateral movement

5. Conclusion

In this article, differential morphing is discussed for longitudinal and lateral flight. The quadrotor dynamics was created using the Newton-Euler approach. Quadrotor full model and morphing models were drawn in Solidworks program. Simulations were made in Matlab / Simulation environment by using state space model approach. PID algorithm was used as control algorithm. Using SPSA, morphing parameters and PID were determined.

With SPSA, the total cost index was improved by 71% compared to the quadrotor initial situation.

Total cost index was sufficient for longitudinal and lateral flight. In the initial state, the PID coefficients selected for P = 50, I = 5 and D = 50 for longitudinal flight were determined as P = 10, I = 1 and D = 10 after SPSA. In the initial state, the PID coefficients selected for P = 50, I = 5 and D = 50 for lateral flight were determined as P = 90, I = 1 and D = 90 after SPSA. According to simulation results (Figure 8-a and Figure 9-a), PID coefficients did not show catastrophic behaviour and succeeded in following the desired trajectory. The differential morphing has been successfully integrated into the autopilot system and the desired results have been successfully achieved.

Acknowledgment

This work was supported by Research Fund of Erciyes University Scientific Research Projects (BAP) Coordination Unit under Project Number: FBA-2020-10102.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] T. Oktay and O. Kose, "Dynamic Modeling and Control Research Based Quadcopter," in 2nd International Congress on Multidisciplinary Studies, 2018, pp. 1–17, [Online]. Available: https://kongre.akademikiletisim.com/files/multi2018/Muhendislik_ve_Fen_Bilimleri.pdf
- [2] O. Kose and T. Oktay, "Optimal Tuning of PID Controller For Forward Flight of Research Based Quadrotor," 2. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi. Adana, 2018.
- [3] A. Mulyadi and B. Siswojo, "Modeling and Control Design of Quadcopter Motor," vol. 2, no. 2, pp. 34–45, 2020.
- [4] B. Milan, M. V. Toskić, M. Bodić, and V. Rajs, "Advantages of a combination of PD and PID controller over PID controller in the example of quadcopter control and stabilization," vol. 4, no. 1, pp. 43–50, 2020
- [5] D. A. Wallace, "Dynamics and control of a quadrotor with active geometric morphing," 2016.
- [6] N. Bucki and M. W. Mueller, "Design and Control of a Passively Morphing quadcopter," in 2019 International Conference on Robotics and Automation

- (ICRA), 2019, pp. 9116–9122.
- [7] G. Barbaraci, “Modeling and control of a quadrotor with variable geometry arms,” *J. Unmanned Veh. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 35–57, 2015.
- [8] T. Oktay and O. Kose, “The Effect of Collective Morphing on the Lateral Flight in Quadcopter,” *Umteb6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi. Iğdır*, 2019.
- [9] O. Kose and T. Oktay, “The Effect of Collective Morphing on the Longitudinal Flight in Quadcopter,” in *Mas International European Congress on Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences-III*, 2019, no. 18.02.2019, pp. 269–282.
- [10] T. Oktay and O. Kose, “The Effect of Collective Morphing on the Vertical Flight in Quadcopter,” in *Mas International European Congress on Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences-III*, 2019, pp. 1–10.
- [11] T. Oktay and S. Coban, “Simultaneous longitudinal and lateral flight control systems design for both passive and active morphing UAVs,” *Elektron. ir Elektrotehnika*, vol. 23, no. 5, pp. 15–20, 2017.
- [12] S. Bouabdallah, “Design and Control of Quadrotors With Application To Autonomous Flying,” *École Polytech. Fédérale Lausanne, À La Fac. Des Sci. Tech. L’Ingénieur*, vol. 3727, no. 3727, p. 61, 2007.
- [13] O. Kose and T. Oktay, “Investigation of the Effect of Differential Morphing on Lateral Flight by Using PID Algorithm in Quadrotors,” *Eur. J. Sci. Technol.*, no. 18, pp. 636–644, 2020.
- [14] O. Kose and T. Oktay, “Simultaneous quadrotor autopilot system and collective morphing system design,” *Aircr. Eng. Aerosp. Technol.*, 2020, doi: 10.1108/AEAT-01-2020-0026.
- [15] O. Kose and T. Oktay, “Investigation of the Effect of Differential Morphing on Forward Flight by Using PID Algorithm in Quadrotors,” *J. Aviat.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–21, 2020.
- [16] Yang WANG, “Modified Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation Method for Power Capture Maximization of Wind Turbines,” *Kansas State University*, 2013.
- [17] N. L. Kleinman, S. D. Hill, and V. A. Ilenda, “SPSA/SIMMOD optimization of air traffic delay cost,” in *Proceedings of the 1997 American Control Conference (Cat. No. 97CH36041)*, 1997, vol. 2, pp. 1121–1125.
- [18] P. Sadegh and J. C. Spall, “Optimal random perturbations for stochastic approximation using a simultaneous perturbation gradient approximation,” *IEEE Trans. Automat. Contr.*, vol. 43, no. 10, pp. 1480–1484, 1998.
- [19] J. C. Spall, “An Overview of the Simultaneous Perturbation Method,” *Johns Hopkins Apl Tech. Dig.*, vol. 19, no. 4, pp. 482–492, 1998, [Online]. Available: http://www.jhuapl.edu/SPSA/PDF-SPSA/Spall_An_Overview.PDF.

Design, Modelling and Control of an Eight-Rotors UAV with Asymmetric Configuration for Use in Remote Sensing Systems

Nihat ÇABUK^{1*} , Şahin YILDIRIM² 

¹Aksaray University, Technical science Vocational school, Aksaray, Turkey

² Mechatronic Engineering Department, Faculty of Engineering, Erciyes University, Kayseri, Turkey

Abstract

The use of multirotor unmanned aerial vehicles (UAV), which can take-off and landing vertically, is gradually expanding. Although there are many types of these vehicles with standard configuration, non-standard configurations may be required for special purposes usage. So, an octocopter UAV with asymmetric configuration is proposed in this study. In particular, this asymmetrically configured octocopter is intended to be used for imaging or mapping purposes, and may be a solution to widen the viewing angle of the camera or any sensor placed on the vehicle, especially in the use of multiple cameras and sensors. The mathematical model of this proposed UAV system was obtained and the trajectory tracking was performed using PID control method. The control parameters of the controller were determined using Grey Wolf Optimizer (GWO). Considering the propellers determined in two different sizes due to its asymmetrical structure, it has been observed that the proposed UAV performs a satisfactory trajectory tracking.

Keywords: Asymmetric UAV, Design, PID Control, GWO Optimization, Remote Sensing

1. Introduction

Unmanned aerial vehicles (UAVs) use areas and numbers are increasing day by day. They are designed and produced for different purposes [1–4]. Hassanalian and Abdelkefi [5], conducted extensive research on the use of drones and their uses. In the study, they have realized a different classification of UAV from very large to very small size ones, which have wings with fixed, flapping or rotary. They also examined the design difficulties of each type of

drone in this study, which was also compared in terms of weight and flight range.

Especially, multirotor UAVs capable of vertical landing and take-off have taken their place among today's widely used vehicles. So far, a lot of studies have been done on these vehicles. These studies are generally related to control of vehicles with the four-rotors, six-rotors and eight-rotors with

Corresponding Author: Nihat Çabuk nihatcabuk@aksaray.edu.tr

Citation: Çabuk N., Yıldırım Ş. (2021). Design, Modelling and Control of an Eight-Rotors UAV with Asymmetric Configuration for Use in Remote Sensing Systems J. Aviat. 5 (2), 72-81.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-3668-7591> ; ² <https://orcid.org/0000-0002-7149-3274>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.943804>

Received: 27 May 2021 **Accepted:** 11 September 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

standard configuration [6–8]. Apart from these, studies have been carried out on the design of the vehicles with some different configurations [9] or interchangeable configurations. Niemiec et al. [10] proposed a model with interchangeable rotor structure between four and ten rotors. In the study, the four-rotors model comparison in terms of power requirement to others is better for the hover position, but they have expressed worse results for forward motion. Brischetto et al. [11] proposed a multirotor UAV model that can be changed between three and eight rotors. In addition to this, there are also some studies including various solution suggestions where there are internal and external disruptive effects such as rotor faults and wind [12,13]. Merheb et al. [14] developed an emergency fault-tolerant controller for quadrotor suffering a total loss of one of its rotors. It was transformed into a different system able to be controlled using only three rotors. According to the result, they expressed that the trirotor able to follow a path, but with slow variation of the yaw rate. As the popularity of UAVs increases, it is necessary to obtain different configurations for different usage areas [15,16] such as remote sensing applications [17,18]. In terms of imaging, it is used for many purposes such as agricultural monitoring [19–21], road [22,23], film and photographic industry and monitoring of industrial plants etc. [24–27]. Vijayanandh et al. [28] designed and simulated a hexacopter to surveillance for forest areas. Zakeri et al. [29] used a quadrotor UAV as digital imaging system for collecting asphalt surface data on a distressed area for interpretation of visual conditions. Streßer et al. [30] used a four-rotor UAV to estimate surface current fields off-the-shelf over a river. Liu et al. [31] proposed a multirotor air vehicle system for cyanobacterial harmful algal blooms monitoring. In view of the studies conducted, multi-rotor unmanned air vehicles designed for imaging purposes are preferred because they have completed the monitoring tasks at a lower cost and in less time. In another study [32], remote soil moisture measurement was made with sensors mounted on the drone. In order for the vehicles to perform these tasks well, the sensors to remote sensing [33] and camera or multi camera and sensor [34,35] should be positioned in such a way that they can receive images at a wider angle. In these vehicles, it can be said that the parts that narrow the view of the camera

are arms, motors and propellers. Therefore, for better imaging, either the camera should be mounted in a very convenient location or the mechanical design of the air vehicle should be changed in the classical configuration.

For these reasons, in this study, an octocopter UAV with asymmetric configuration was designed for remote sensing such as imaging, mapping and etc tasks. Thus, it is aimed to show that a multirotor UAV can be used for special purposes with non-standard configuration. The flight simulation was performed the proposed octocopter. In the simulation, PID controller was used and the controller parameters were tuned using Gray Wolf Optimization (GWO).

This study is structured as summarized follows. Section 2 is about remote sensing concept, introducing the physical properties of the UAV and obtaining the mathematical model based on these properties. Besides, in the section, process of controller design and GWO are explained. Section 3 is about simulation. In this section, controller parameters are tuned and the octocopter UAV is simulated. Obtained results are discussed in section 4. Finally, explanations about conclusion and future works were given in section 5.

2. Materials and Methods

In this section, the introduction of the physical properties of the octocopter with asymmetric configuration and obtaining the mathematical model according to these properties are presented. Then, the controller structure used and the algorithm used in the optimization of controller parameters are introduced.

2.1. Remote Sensing Concept

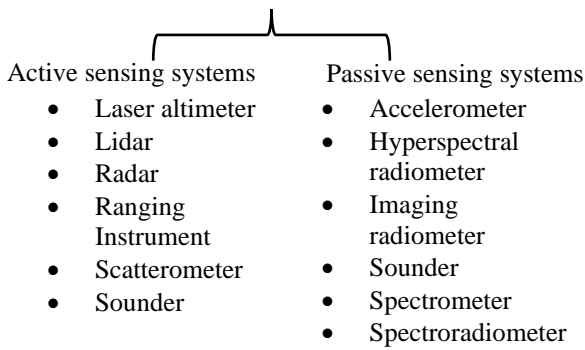


Figure 1. Some sensors used in UAVs for remote sensing

Remote sensing, refers mostly to any noncontact sensing technique by the object space can be observed. Generally, the remote sensing has been used for satellite and airborne platforms, acquiring

data typically by optical and radar sensors. For remote sensing purposes, there are sensors

Remote sensing systems for UAVs



commonly used in unmanned aerial vehicles such as multispectral cameras, RGB cameras, thermal infrared sensors, hyperspectral sensors and lidar. These sensors, which have various spectral ranges, can be of different weights [33]. Those with less weight are more preferred in unmanned aerial vehicles. However, in addition to the advantage that the lower weight provides to the UAV, it causes the limitation of the features of these sensors. Thus, the measurements made may not be as desired. This negative situation is partially compensated by the advantage of using the UAV in ground conditions that are not suitable for land operation. There are two main types of remote sensing systems, active and passive. In the active remote sensing system, the energy required for detecting objects is supplied from the sensors, while in passive systems, the reflection of the energy provided by natural energy sources from the objects is detected by the sensors. Active and passive remote sensing systems are schematized below [36].

In remote sensing systems where, multiple sensors can be used, it may be important to find a suitable and sufficient location for the placement of sensors on UAVs. In Figure 1, it is seen some sensors and UAV image. The image is taken from [37].

2.2. Modelling of the Octocopter UAV

The mechanical design of the octocopter with asymmetric configuration have presented in this section. Some assumptions in the mechanical design

of the proposed UAV system in accordance with the scenario set up in this study are given below.

•It should be able to carry the sensor group with a total mass of 5 kg.

•It must have a different configuration than the standard UAV configuration to create more options for the placement of the sensors.

•The resulting non-standard configuration should not have a physical structure that would affect the UAV's flight mission.

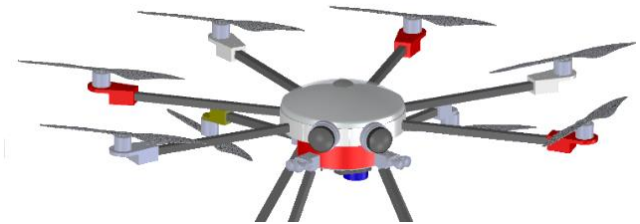


Figure 2. CAD model of the octocopter with asymmetric configuration with sensors

Based on these assumptions, the computer aided design model (CAD) of the proposed asymmetric UAV and the physical parameters of this model are given in Figure 2 and Figure 3, respectively.

The solid model of the asymmetric UAV with eight rotors, with six rotors in the upper plane and two in the lower plane, is given in Figure 2. Thus, as seen in Figure 3, it is obtained with a non-standard UAV designed with wide a 135° angle.

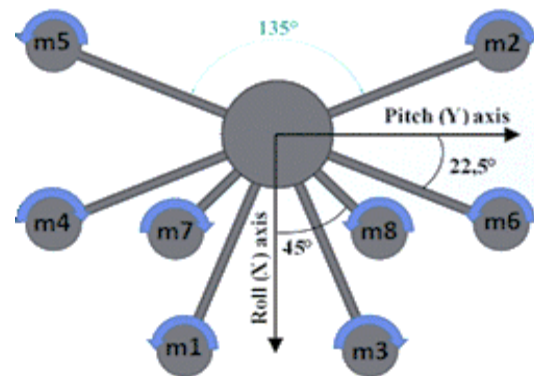


Figure 3. Physical parameters of the octocopter

The physical parameters of the octocopter UAV with asymmetric configuration are given in Table 1. Using these physical parameters, the mathematical model of the UAV is obtained.

Table 1. Physical parameters of the octocopter UAV

Descriptions	Value
Length of arms on upper plane [l_1]	660 mm
Length of arms on lower plane [l_2]	450 mm
Thrust constant of couple of rotor-propeller for 12 inches propeller [k_{f1}]	$0,22 \times 10^{-4} \frac{N}{(rad/sec)^2}$
Thrust constant of couple of rotor-propeller for 18 inches propeller [k_{f2}]	$1,04 \times 10^{-4} \frac{N}{(rad/sec)^2}$
Reverse torque constant of couple of rotor-propeller for 12 inches propeller [k_{m1}]	$0,9 \times 10^{-6} \frac{Nm}{(rad/sec)^2}$
Reverse torque constant of couple of rotor-propeller for 18 inches propeller [k_{m2}]	$4.05 \times 10^{-6} \frac{Nm}{(rad/sec)^2}$
Angle of the arm on the upper plane with pitch or roll axes	22,5°
Angle of the arm on the upper plane with pitch or roll axes	45°
Total mass of the octocopter UAV [m]	8 kg
2. and 5. propellers diameter	18"
Maximum thrust force of 2. and 5. motors [T_2]	57 N
1, 3, 4, 6, 7 and 8. propellers diameter	12"
Maximum thrust force of 1, 3, 4, 6, 7 and 8. motors [T_1]	27 N

Rotational movement of the rotor and propeller pair creates forces and moments affecting the octocopter. The effects are proportional to the rotational velocities of rotors. The equation used to calculate the moment and force required for UAV is

$$U_d = C \Omega. \quad (1)$$

Control vector is

$$U_d = [T \ M_r \ M_p \ M_y]^T, \quad (2)$$

where, T is total maximum thrust force, which is calculated as $T = 6T_1 + 2T_2$. In this design, this value is 256 newtons, which should be approximately twice the payload of the UAV.

M_r , M_p and M_y roll, pitch and yaw moments. These moments and thrust are generated by angular velocities of rotors-propeller pairs. Angular velocities vector of rotors is

$$\Omega = [\Omega_1^2 \ \Omega_2^2 \ \Omega_3^2 \ \Omega_4^2 \ \Omega_5^2 \ \Omega_6^2 \ \Omega_7^2 \ \Omega_8^2]^T. \quad (3)$$

The relationship between these rotational velocities with the forces and moments is established by matrix C formed depending on the geometry of the octocopter. For the sake simplify $A_1 = k_{f1}l_1$, $A_2 = k_{f1}l_2$, $A_3 = k_{f2}l_1$ $s = \sin$ and $c = \cos$ \cos abbreviations were made in the matrix is

$$C = \begin{bmatrix} k_{f1} & k_{f2} & k_{f1} & k_{f1} \\ -A_1 s(22,5) & A_3 c(22,5) & A_1 s(22,5) & -A_1 c(22,5) \\ -A_1 c(22,5) & A_3 s(22,5) & -A_1 c(22,5) & -A_1 s(22,5) \\ k_{m1} & -k_{m2} & -k_{m1} & -k_{m1} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\left. \begin{matrix} k_{f2} & k_{f1} & k_{f1} & k_{f1} \\ -A_3 c(22,5) & -A_1 c(22,5) & -A_2 s(45) & A_2 s(45) \\ A_3 s(22,5) & -A_1 s(22,5) & A_2 s(45) & A_2 s(45) \\ k_{m2} & -A_1 s(22,5) & -k_{m1} & k_{m1} \end{matrix} \right\}$$

where, k_{f1} and k_{f2} are thrust and k_{m1} and k_{m2} are reverse torque constants of rotors with 12- and 18-inches propeller, respectively. These constants are experimentally determined [38]. Simplified nonlinear models of translational motion and angular motion of the octocopter are

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= -(T + w_x)\sin\theta, \\ m\ddot{y} &= (T + w_y)\cos\theta\sin\phi, \\ m\ddot{z} &= (T + w_z)\cos\theta\cos\phi - mg, \end{aligned} \quad (5)$$

and

$$\begin{aligned} I_x\ddot{\theta} &= M_r + w_\theta, \\ I_y\ddot{\phi} &= M_p + w_\phi, \\ I_z\ddot{\psi} &= M_y + w_\psi, \end{aligned} \quad (6)$$

respectively, where x , y , and z denote the position of the vehicle, ψ , θ , and ϕ are the yaw, pitch, and roll angles, respectively, I_j represents the inertia matrix in the j -axis, and g is the gravitational acceleration. Correspondingly, w_i , where i takes values x , y , z , ψ , θ or ϕ , denotes disturbances.

2.3. Controller Design

Traditional PID control method can be applied successfully in the control of many systems. So, in this study, PID control method is used to control the UAV. An advantage of the controllers is that two controllers can be used together to better dynamic performance from systems. This is named cascaded PID control.

Two controllers are in cascade when they are arranged so that one regulates the set point of the other.

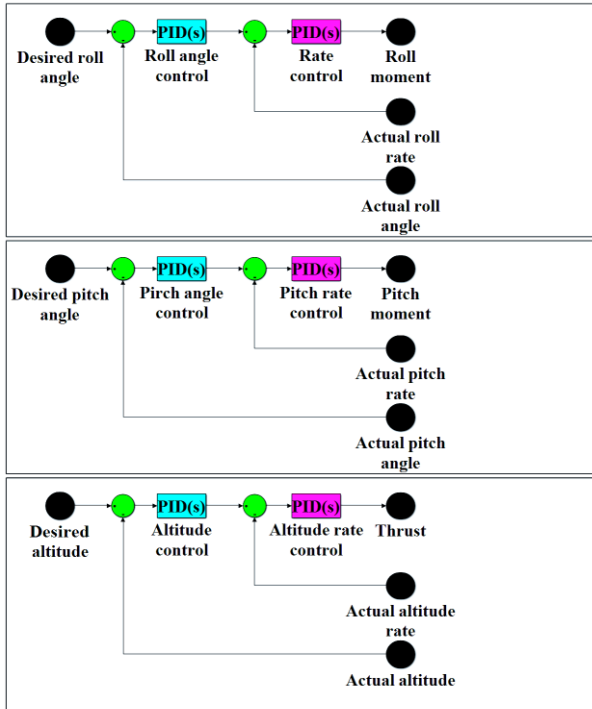


Figure 4. Cascade PID control diagram of roll, pitch and altitude

As seen in Figure 4, one controller acts as outer loop controller, which controls such as angle and level. The other controller acts as inner loop controller, which accepts the output of outer loop controller as input. In this study, proportional and derivative control is used as a PID controller. The control signal used for three variables to be controlled is

$$\begin{bmatrix} u_{thrust}(t) \\ u_{roll}(t) \\ u_{pitch}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{P,thrust}(Z_d - Z_a) - k_{D,thrust}(\dot{Z}_d - \dot{Z}_a) \\ k_{P,roll}(\theta_d - \theta_a) - k_{D,roll}(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}_a) \\ k_{P,pitch}(\phi_d - \phi_a) - k_{D,pitch}(\dot{\phi}_d - \dot{\phi}_a) \end{bmatrix}, \quad (7)$$

where, $u_i(t)$ is control signal, Z_d, θ_d and ϕ_d are desired and Z_a, θ_a and ϕ_a actual position of altitude, roll and pitch, respectively. Similarly, $\dot{Z}_d, \dot{\theta}_d$ and $\dot{\phi}_d$ are desired and $\dot{Z}_a, \dot{\theta}_a$ and $\dot{\phi}_a$ actual speed of altitude, roll and pitch, respectively. $k_{P,i}$ is proportional and $k_{D,i}$ is derivative constant which are optimized controller parameters as seen in Table 2. Thus, the cascade PID controller can control both position and velocities of the octocopter.

2.4. Controller Parameters Optimization

Although the PID control method is a good method, if the control parameters are not determined

correctly, the desired performance cannot be obtained. Thus, the controller parameters need to be tuned. There are many methods for determining PID control parameters [39–42]. The mathematical equation of the control structure used in this study is given in equation 7. So, the proportional and derivative gains of the controller are optimized as described below. Objective function formulation is crucial in optimization. Because the function is main parameter to measure the performance of the optimization technique. An optimization procedure is adopted to adjust the controller gains in the time domain. So, defined objective function is

$$J_{PD} = \min \sum (a(t_s - t_i)^2 + b O_m^2), \quad (8)$$

on the time domain characteristics, where the constants denoted by a and b define the weight of the relevant parameters. t_s and t_i are the settling time and the desired settling time. O_m is defined as the Maximum Overshoot. By defined the objective function, without an overshoot a fast-settling time is aimed.

GWO, one of the meta-heuristic search algorithms, has been used to determine controller parameters in this study. The GWO is a bio inspired heuristic algorithm inspired from both the social hierarchy and hunting behavior of wolves. It has recently been proposed by [42,43]. In this algorithm, the search starts with population of randomly generated wolves which represent the solutions. During hunting optimization process, these wolves estimate the prey’s location, which is optimum, through an iterative procedure.

2.5. Controller Parameters Tuning Process

In order to obtain the time domain response characteristics required to evaluate the objective function described in equation 7, the closed loop system is simulated in the Simulink environment using possible solutions determined by the GWO algorithm running in the Matlab [44,45]. In the simulation study, a step reference input is used to obtain system response. Weights a and b in the defined objective function are set to 10 and 0.5, respectively.

As optimization parameters, agent number, iteration number, lower bound and upper bound values are 30, 50, 0 and 100, respectively. Optimization is performed 10 times separately using the optimization parameters. Each optimization process is continued up to 50 iterations or until a solution reaching the $J_{PD} \leq 0.01$ condition.

Table 2. PID controller gains

States	Roll		Pitch		Altitude	
	k_P	k_D	k_P	k_D	k_P	k_D
Tuned parameters	39,58	43,54	17,80	28,26	94,51	29,75

3. Results

In order to test the usability of the designed asymmetric octocopter system, simulations for both helical and linear trajectories were performed. For the trajectory tracking performance analysis of the octocopter, three-dimensional graphics were obtained as seen in Figures 5 and 6. Besides, graphs of thrust generated by each motor-propeller pair, roll, pitch and yaw moments as seen in Figures 7-9.

3.1. Simulations of the Octocopter UAV System

The obtained tuned controller parameters are applied to the octocopter model created with Matlab Simulink. Both helical and linear trajectories determined are applied to the system as the desired input in the same simulation. During the simulation, the response of the octocopter system is fed back to the controller. The moments and force generated by the controller and physical parameters of octocopter are used to calculate the speed of the rotors (inverse kinematic). The voltage required to achieve these speeds is applied to the motors. Then, actual motor speeds are used to calculate the torque and force values that must be applied to the octocopter (forward kinematic).

The simulation was performed using both a helical and a linear trajectory for 80 seconds. During the first 40 seconds, the UAV rose and tracked the helical trajectory. For the next 40 seconds, it descends and follows a linear trajectory and lands on the ground. The three-dimensional graph of the trajectory tracking is given in the Figure 5.

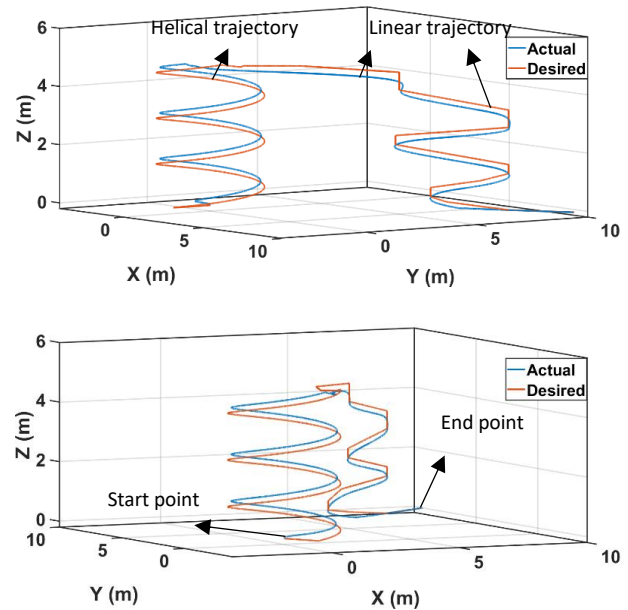


Figure 5. 3D trajectory tracking graph in two different views

Similarly, the trajectory tracking graph of each axis is given in the Figure 6.

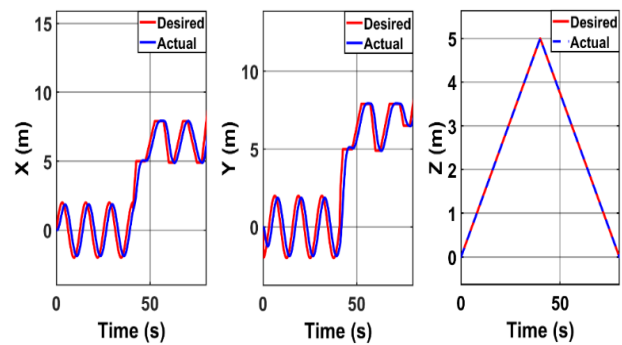


Figure 6. Trajectory tracking graph for three axes

During the simulation, thrust change produced by two motors using 18-inch and six motors using 12-inch propellers are shown in the Figure 7 and 8, respectively. The maximum thrust force that the 2nd and 5th motors can produce with 18-inch propeller is given in Table 1 as 57 newtons. It can be seen in Figure 8 that these forces are approximately 42 newtons for these two motors, tracking both linear and helical trajectory. This value corresponds to approximately 80% of the thrust that motors can generate.

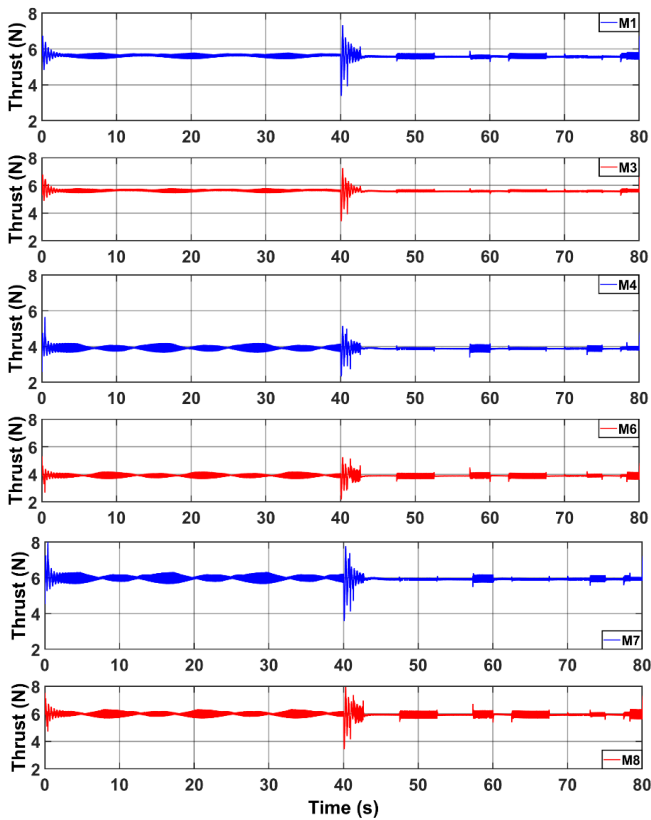


Figure 7. Thrust generation graphs of motors with 12-inches propeller

Similarly, it can be seen in Figure 8 that other motors use a maximum of about 30% of the thrust that they can generate with a 12-inch propeller for this trajectory. It is seen that both of these maximum values occur at the transition of the UAV from the helical to the linear trajectory.

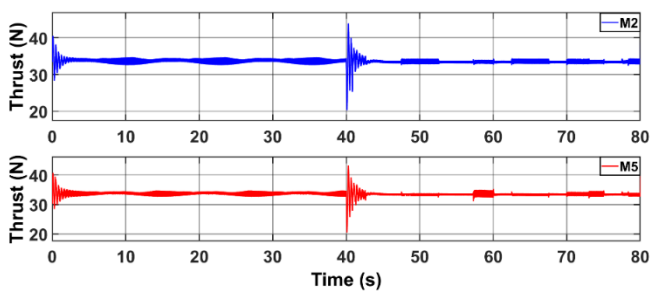


Figure 8. Thrust generation graphs of motors with 18-inches propellers

As seen in Figure 9, in the helical trajectory tracking, the forces acting on the drone body have a similar form to this trajectory, while the forms of these forces and moments are different because there are sharp turns in the linear trajectory.

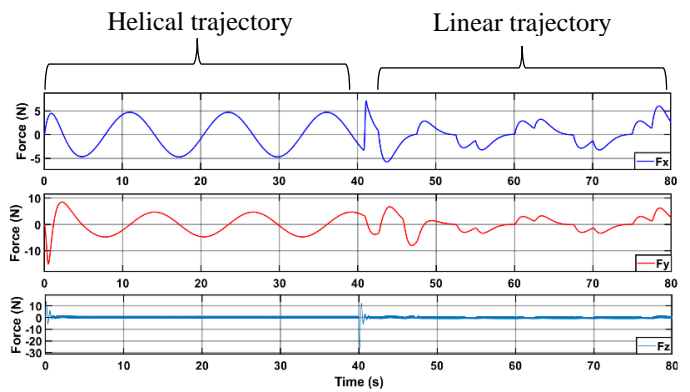


Figure 9. Net forces acting on the octocopter body in three axes.

Where, F_x , F_y , and F_z , are forces affected the octocopter body in x, y and z axis, respectively. The changes during the simulation of the net forces acting on the body of the UAV that cause the translational motion of the UAV in three axes are given in Figure 9. These values are directly related to the translational velocity and acceleration determined for the UAV.

4. Discussion

Eight-rotor UAV with asymmetric configuration was designed and controlled to use remote sensing applications. PID control method was used in this study. Optimization of control parameters was carried out using GWO. With the tuned parameters obtained, it can be said that the designed octocopter UAV has a satisfactory performance in trajectory tracking. According to the graphical results obtained, the performance of the drone in following the determined trajectory is quite satisfactory. The maximum thrust that the 2nd and 5th rotors can produce with an 18-inch propeller is 57 newtons, and for the 12-inch propeller of other rotors, this value is 27 newtons. In this simulation study, it can be said that the proposed this asymmetrical UAV model can be used for the purpose determined in this study, since the utilization rate of these thrust forces is 80% and 30%, respectively. To the best of the authors' knowledge, the results obtained in this study could not be compared with other studies, since there is no study on an asymmetrical UAV in the literature.

5. Conclusion and Future Works

Although this proposed octocopter UAV system can perform its task under normal conditions, it can be said that flight performance in more aggressive movements and situations with high external and internal disturbance will not be better than the symmetrical octocopter UAV system. In addition, if the appropriate motors and propellers are selected, a UAV model with a higher payload can be created. In future works, this proposed UAV system may be experimentally performed and controlled with a more robust and adaptive controller.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] S. Yu, J. Heo, S. Jeong, Y. Kwon, "Technical Analysis of VTOL UAV", *J. Comput. Commun.* 04 (15), 92–97, 2016.
- [2] A.S. Saeed, A.B. Younes, S. Islam, J. Dias, L. Seneviratne, G. Cai, "A review on the platform design, dynamic modeling and control of hybrid UAVs", in: 2015 Int. Conf. Unmanned Aircr. Syst., IEEE, pp. 806–815, 2015.
- [3] A.S. Saeed, A.B. Younes, C. Cai, G. Cai, "A survey of hybrid Unmanned Aerial Vehicles", *Prog. Aerosp. Sci.*, 98, 91–105, 2018.
- [4] Ö. Dündar, M. Bilici, T. Ünler, "Design and performance analyses of a fixed wing battery VTOL UAV", *Eng. Sci. Technol. An Int. J.*, 23 (5), 1182–1193, 2020.
- [5] M. Hassanalian, A. Abdelkefi, "Classifications, applications, and design challenges of drones: A review", *Prog. Aerosp. Sci.*, 91, 99–131, 2017.
- [6] H. Bouadi, F. Mora-Camino, "Modeling and Adaptive Flight Control for Quadrotor Trajectory Tracking", *J. Aircr.*, 55 (2), 666–681, 2017.
- [7] Y.-R. Tang, X. Xiao, Y. Li, "Nonlinear dynamic modeling and hybrid control design with dynamic compensator for a small-scale UAV quadrotor", *Measurement*, 109, 51–64, 2017.
- [8] A.A. Najm, I.K. Ibraheem, "Nonlinear PID controller design for a 6-DOF UAV quadrotor system", *Eng. Sci. Technol. An Int. J.*, 22 (4), 1087–1097, 2019.
- [9] A. Bin Junaid, A.D.D.C. Sanchez, J.B. Bosch, N. Vitzilaios, Y. Zweiri, "Design and implementation of a dual-axis tilting quadcopter", *Robotics*, 7 (4), 65, 2018.
- [10] R. Niemiec, F. Gandhi, R. Singh, "Control and Performance of a Reconfigurable Multicopter", *J. Aircr.*, 55 (5), 1855–1866, 2018.
- [11] S. Brischetto, A. Ciano, C.G. Ferro, "A multipurpose modular drone with adjustable arms produced via the FDM additive manufacturing process", *Curved Layer. Struct.*, 3 (1), 202–213, 2016.
- [12] M. Kuric, B. Lacevic, N. Osmic, A. Tahirovic, "RLS-based fault-tolerant tracking control of Multirotor Aerial Vehicles", in: 2017 IEEE Int. Conf. Adv. Intell. Mechatronics, IEEE, 2017: pp. 1148–1153.
- [13] M. McKay, R. Niemiec, F. Gandhi, "An Analysis of Classical and Alternate Hexacopter Configurations with Single Rotor Failure", *73rd AHS Int. Annu. Forum.* (2017) 1–11.
- [14] A.-R. Merheb, H. Noura, F. Bateman, "Emergency Control of AR Drone Quadrotor UAV Suffering a Total Loss of One Rotor", *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, 22 (2), 961–971, 2019.
- [15] L. Deng, Z. Mao, X. Li, Z. Hu, F. Duan, Y. Yan, "UAV-based multispectral remote sensing for precision agriculture: A comparison between different cameras", *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 146, 124–136, 2018.
- [16] J.J. Sofonia, S. Phinn, C. Roelfsema, F. Kendoul, Y. Rist, "Modelling the effects of fundamental UAV flight parameters on LiDAR point clouds to facilitate objectives-based planning", *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 149, 105–118, 2019.
- [17] G. Pajares, "Overview and current status of remote sensing applications based on unmanned aerial vehicles (UAVs)", *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, 81, 281–329, 2015.
- [18] C. Toth, G. Józków, "Remote sensing platforms and sensors: A survey", *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 115, 22–36, 2016.
- [19] V.K. Gadi, A. Garg, S. Prakash, L. Wei, S. Andriyas, "A non-intrusive image analysis technique for measurement of heterogeneity in grass species around tree vicinity in a green infrastructure", *Measurement*, 114, 132–143, 2018.
- [20] T. Ishida, J. Kurihara, F.A. Viray, S.B. Namuco, E.C. Paringit, G.J. Perez, Y. Takahashi, J.J. Marciano, "A novel approach

- for vegetation classification using UAV-based hyperspectral imaging”, *Comput. Electron. Agric.*, 144, 80–85, 2018.
- [21] J.R. Kellner, J. Armston, M. Birrer, K.C. Cushman, L. Duncanson, C. Eck, C. Fallegger, B. Imbach, K. Král, M. Krůček, J. Trochta, T. Vrška, C. Zraggen, “New Opportunities for Forest Remote Sensing Through Ultra-High-Density Drone Lidar”, *Surv. Geophys.*, 40 (4), 959–977, 2019.
- [22] M.A. Zulkipli, K.N. Tahar, “Multicopter UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design”, *Int. J. Opt.*, 2018, 1–7, 2018.
- [23] A.M. Saad, K.N. Tahar, “Identification of rut and pothole by using multicopter unmanned aerial vehicle (UAV)”, *Measurement*, 137, 647–654, 2019.
- [24] S. Jo, B. Lee, J. Oh, J. Song, C. Lee, S. Kim, J. Suk, “Experimental Study of In-Flight Deployment of a Multicopter from a Fixed-Wing UAV”, *Int. J. Aeronaut. Sp. Sci.*, 20 (3), 697–709, 2019.
- [25] M. Jaud, P. Letortu, C. Théry, P. Grandjean, S. Costa, O. Maquaire, R. Davidson, N. Le Dantec, “UAV survey of a coastal cliff face – Selection of the best imaging angle”, *Measurement*, 139, 10–20, 2019.
- [26] B. Kršák, P. Blišťan, A. Pauliková, P. Puškárová, L. Kovanič, J. Palková, V. Zelizňaková, “Use of low-cost UAV photogrammetry to analyze the accuracy of a digital elevation model in a case study”, *Measurement*, 91, 276–287, 2016.
- [27] R. Vijayanandh, S. Mano, M. Dinesh, M. Senthil Kumar, G. Raj Kumar, “Design, fabrication and simulation of hexacopter for forest surveillance”, *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, 12 (12), 3879–3884, 2017.
- [28] H. Zakeri, F.M. Nejad, A. Fahimifar, Rahbin: “A quadcopter unmanned aerial vehicle based on a systematic image processing approach toward an automated asphalt pavement inspection”, *Autom. Constr.*, 72 (2), 211–235, 2016.
- [29] M. Streßer, R. Carrasco, J. Horstmann, “Video-Based Estimation of Surface Currents Using a Low-Cost Quadcopter”, *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, 14 (11), 2027–2031, 2017.
- [30] J. Liu, J. Lai, P. Lyu, D.D. Lefebvre, B. Jiang, Y. Malang, M. Qu, H.H.T. Liu, Y. Wang, S. Anderson, “Autonomous cyanobacterial harmful algal blooms monitoring using multicopter UAS”, *Int. J. Remote Sens.*, 38 (8), 1–26, 2017.
- [31] K. Wu, G.A. Rodriguez, M. Zajc, E. Jacquemin, M. Clément, A. De Coster, S. Lambot, “A new drone-borne GPR for soil moisture mapping”, *Remote Sens. Environ.*, 235, 111456, 2019.
- [32] H. Yao, R. Qin, X. Chen, “Unmanned aerial vehicle for remote sensing applications- A review”, *Remote Sens.*, 11 (12), 1443, 2019.
- [33] D. Wierzbicki, “Multi-camera imaging system for UAV photogrammetry”, *Sensors (Switzerland)*, 18 (8), 2433, 2018.
- [34] A. Tripolitsiotis, N. Prokas, S. Kyritsis, A. Dollas, I. Papaefstathiou, P. Partsinevelos, “Dronesourcing: a modular, expandable multi-sensor UAV platform for combined, real-time environmental monitoring”, *Int. J. Remote Sens.*, 38 (8), 2757–2770, 2017.
- [35] H. Shakhathreh, A.H. Sawalmeh, A. Al-Fuqaha, Z. Dou, E. Almaita, I. Khalil, N.S. Othman, A. Khreishah, M. Guizani, “Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges”, *IEEE Access.*, 7, 48572–48634, 2019.
- [36] B. Lillian, Infrared Cameras Inc., “<http://www.infraredcamerasinc.com/>” (accessed November 24, 2020).
- [37] A.M. Pérez Gordillo, J.S.V. Santos, O.D. Lopez Mejia, L.J.S. Collazos, J.A. Escobar, “Numerical and experimental estimation of the efficiency of a quadcopter rotor operating at hover”, *Energies*, 12 (2), 261, 2019.
- [38] E. Kuantama, I. Tarca, S. Dzitac, I. Dzitac, R. Tarca, “Flight stability analysis of a symmetrically-structured quadcopter based on thrust data logger information”, *Symmetry (Basel)*, 10 (7), 291, 2018.
- [39] M.K. Joyo, Y. Raza, S.F. Ahmed, M.M. Billah, K. Kadir, K. Naidu, A. Ali, Z.M. Yusof, “Optimized proportional-integral-derivative controller for upper limb rehabilitation robot”, *Electron.*, 8 (8), 826, 2019.
- [40] V. Gomez, N. Gomez, J. Rodas, E. Paiva, M. Saad, R. Gregor, “Pareto optimal PID tuning for P4-based unmanned aerial vehicles by using a multi-objective particle swarm optimization algorithm”, *Aerospace*, 7 (6), 71, 2020.
- [41] M.T. Özdemir, D. Öztürk, “Comparative performance analysis of optimal PID parameters tuning based on the optics inspired optimization methods for automatic generation control”, *Energies*, 10 (12), 2134, 2017.

- [42] S. Mirjalili, S.M. Mirjalili, A. Lewis, “Grey Wolf Optimizer”, *Adv. Eng. Softw.*, 69, 46–61, 2014.
- [43] J. Oliveira, P.M. Oliveira, J. Boaventura-Cunha, T. Pinho, “Evaluation of hunting-based optimizers for a quadrotor sliding mode flight controller”, *Robotics*, 9 (2), 1–20, 2020.
- [44] Şen MA, Bakırcıoğlu V, Kalyoncu M. “Three Degree of Freedom Leg Design for Quadruped Robots and Fractional Order PID (PiλDμ) Based Control”, *Konya J Eng Sci*, 8(2), 37–47, 2020.
- [45] Qu C, Gai W, Zhang J, Zhong M. “A novel hybrid grey wolf optimizer algorithm for unmanned aerial vehicle (UAV) path planning”, *Knowl. Base Syst.*, 194 (2), 105530, 2020.

Numerical Investigation of Effusion Cooling in Gas Turbine Combustor Liner

Seyhun DURMUŞ* 

*Balıkesir University, Edremit School of Civil Aviation, Balıkesir, Turkey

Abstract

In this study, a numerical analysis was performed to find the aerothermal characteristics of the effusion cooled gas turbine combustor liner. The analyzed geometric model is a scale model of an actual combustor liner. The study aims to investigate the effect of different blowing ratios by validating an experimental test setup. In experimental studies on effusion cooling, the sidewall effect is a serious problem that can distort the results. Numerical analyses provide advantages in visualizing temperature and velocity contours in different sections of physical model. The counter rotating vortex pairs, the horseshoe vortex and the recirculation zone are the main flow features of the jet mixture. At a blowing ratio of 3.35, numerical analyses gave the highest value of cooling effectiveness. Although the blowing ratio slightly changes the cooling effectiveness in experimental data, it has been found that the effect of blowing ratio is more pronounced on the numerical results, especially at high blowing ratios.

Keywords: Effusion Cooling, Gas Turbine Combustor Liner, Blowing Ratio, Heat Transfer, Computational Fluid Dynamics.

1. Introduction

Film and effusion cooling are used to maintain the turbine blade and combustor liner temperature distribution of a jet engine. Relatively large and annular slots are used in film cooling, while many small-diameter holes are drilled on the plate for effusion cooling. In general, the factors affecting film cooling are the cooling and mainstream flow conditions, cooling hole geometry and other factors [1]. The cooling and mainstream flow conditions are

the blowing ratio, density ratio, momentum flux ratio, turbulence level and approach boundary layer thickness. The cooling hole geometry are the shape of the hole, injection angle, effect of composition angle, hole pitch, hole span, streamwise length / hole diameter (L/D), the number of hole arrays and total number of holes (porosity). The other factors include hole Reynolds numbers, surface curvature, surface roughness etc. Mcghee [2] worked on an

Corresponding Author: Seyhun Durmuş drmsyhn@gmail.com

Citation: Durmuş S. (2021). Numerical Investigation of Effusion Cooling in Gas Turbine Combustor Liner J. Aviat. 5 (2), 82-89.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1409-7355>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.973603>

Received: 21 July 2021 **Accepted:** 22 October 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

effusion cooling plate with an inclination of 30 and 90 degrees, with a distance of L/D 6 in the direction of flow to the hole diameter, with a Reynolds number of holes of 8200, with a blowing ratio of 0.85-1.2, with a density ratio of 0.8, with a coolant temperature of 305 K and a main current temperature of 380 K. In that study, temperature measurements were made by infrared thermography and thermocouples. Gustafsson [3] studied on an effusion plate with 15, 20 and 30-degree inclined cooling holes, a L/D of 8, a hole Reynolds Number of 3900-5800, a blowing ratio of 14, a density ratio of 2, a coolant temperature of 298 K and mainstream temperature of 523 K. That study reported that the turbulence levels increased by around 25% at the exit of the jet near the wall and that the lateral velocity ratios increased when the Reynolds stresses increased. Grierson [4] made measurements by infrared thermography on a plate with 18 and 25-degree inclined cooling holes, a L/D of 8.6, a blowing ratio of 0.5-4, a density ratio of 1.2, a coolant temperature of 300 K and a mainstream temperature of 360 K. It has been found that an increase in the hole diameter increases the efficiency, but an increase in the hole diameter reduces the cooling efficiency as the cooling jet velocity decreases and accordingly the mainstream mixing ratio decreases. Scrittore [5] studied on a plate with cooling holes inclined by 30-degree, a L/D of 8.9, a Reynolds Number of 8600, blowing ratio of 3.2-5, a density ratio of 1, a coolant temperature of 300 K and a mainstream temperature of 330 K. Axial (x/D) and lateral (z/D) velocity profile flow characteristics were extracted from velocity measurements by Laser Doppler Velocimetry (LDV). Zhong [6] performed a numerical analysis on a ceramic plate with 23 and 90-degree inclined effusion cooling holes, a L/D of 8.6, a blowing ratios of 0.2-1, a density ratio of 1, a coolant temperature of 160 K and a mainstream temperature of 320 K. Arcangeli et al. [7] studied on a plate with 30 and 90-degree inclined effusion cooling holes, a L/D of 10-43, a hole Reynolds Number of 6000, a blowing ratio of 0.3, a density ratio of 1, a coolant temperature of 300 K and a mainstream temperature of 325 K. That study is aimed to investigate how does L/D affect the cooling efficiency, keeping other factors constant. Cho et al. [8] conducted a study on a plate with 90-degree inclined cooling holes, a density ratio of 1.5,

a Reynolds Number of 3200-14000, a coolant temperature of 300 K and a mainstream temperature of 350 K. The heat transfer coefficients were investigated in terms of staggered, shifted, and inline arrays and it was suggested that the staggered arrays outweighed the others. Facchini et al. [9] worked on effusion plate with cooling holes inclined at 17 degrees, a L/D of 16, a hole Reynolds Number of 1200-20000, a blowing ratio of 5, 7 and 9, density ratio of 1, a coolant temperature of 306 K and a mainstream temperature of 322 K. It was found in the study that the elliptical holes give better adiabatic cooling efficiency values than cylindrical holes in all cases except for low Reynolds Numbers. Adreini et al. [10] numerically studied on a model plate with 30 degrees inclined effusion cooling holes, a L/D of 5.5, a density ratio of 1, a coolant temperature of 500 K and a mainstream temperature of 1200 K. Ligrani et al. [11] carried out a study on an effusion plate with 20-degree inclined effusion cooling holes, a L/D of 8.35, a blowing ratio of 2-5-10, a density ratio of 1.15-1.25, a coolant temperature of 300 K and a mainstream temperature of 380 K. In that study, the cooling efficiency values were calculated for the area/mainstream area. Wurm et al. [12] studied on an effusion plate with 30 and 45-degree inclined holes, Reynolds Number of holes for values between 1400 and 6600. It has been concluded that 30-degree inclined holes without swirl effect provide better cooling efficiency than 45-degree holes, but 45-degree inclined holes with swirl effect provide better cooling efficiency. Andrei et al. [13] numerically investigated an effusion plate with 30 and 45-degree inclined cooling holes, a L/D of 6, a blowing ratio of 1-3, a density ratio of 1-1.5, a coolant temperature of 290 K and a mainstream temperature of 330 K. It has been reported that the film plate protection in the first series provides better protection due to the jet take-off effect at low blowing ratios, while due to superposition effect in the continuing series (14th array) protection drops to a degree that will almost disappear at high blowing ratios. Adreini et al. [14] studied on an effusion plate with 30-degree inclined effusion cooling holes, a L/D of 6, a blowing ratio of 0.5-5, a density ratio of 1-1.5, a mainstream turbulence level of 1.5%-17%, the coolant temperature of 290 K and a mainstream temperature of 330 K. It was concluded in that study that the film protection against high turbulence levels increased

along the lateral axis and the L/D value was an effective parameter in effusion cooling. Da Soghe et al. [15] worked on an effusion plate with 30-degree inclined cooling hole, a L/D of 6, a hole Reynolds Number of 8600, density ratio of 1, a mainstream turbulence level of 16%-32%, a coolant temperature of 300 K and a mainstream temperature of 1000 K. In that study, it was aimed to find an empirical relationship between cooling holes and heat transfer increase over Reynolds Number, effusion porosity coefficient and pressure ratio. Oguntade [16] found that the hole sequence number flow vectors develop in a certain sequence, then becomes uniform after a certain sequence, and under the influence of boundary layer superposition in the forward axial direction. The study reported that the total hole area/plate area (porosity) ratio is also an important parameter in effusion cooling. Hasan and Puthukkudi [17] claimed that the two zones configuration provides very similar cooling efficiency compared to continuous hole arrays and significantly reducing cold air consumption. Jingzhou et al. [18] worked on an effusion plate with a spacing of 3.0, 4.0, and 5.0 by a blowing ratio of 0.5-1.5. The study reported that wall cooling efficiency rises as the center-to-center spacing of neighbor holes gets smaller or the blowing ratios rises. Walton and Yang [19] argued that in the isothermal case, the Reynolds Stress Transport model can reasonably well predict the penetration, injection, downstream disruption, and lateral interactions of jets. Murray et al. [20] experimentally investigated flat effusion plate effectiveness with two holes spacings 3.0D and 5.75D by pressure sensitive paint technique. The main finding of the study was that the superposition method provided good results in larger pitches, while a high level of jet mixing reduced the performance of the method in smaller pitches. In addition, some studies have been conducted in the literature on the combined effect of slot, effusion, and dilution holes. Ceccherini et al. [21] took the study of Scrittore [5] a step further, by studying the effects of slot, effusion, and dilution together. The study has been reported that the adiabatic efficiency coefficient reaches its maximum value after the 14th array (the array with the dilution hole) in the 29-array plate. Tarchi et al. [22] conducted a net heat flux drop (NHFR) based cooling study by Thermochromic Liquid Crystals (TLC) technique,

which together considered the effects of slot, effusion, and dilution. Inanli et al. [23] experimentally examined 2 effusion plates with hole angles of 30° and 75° with horizontal at 3 different blowing ratios. The analyzes performed in the current study were carried out by visualizing the temperature and velocity contours in different sections of the physical model. Study contributes to the literature by calculating the effects of blowing speeds on cooling efficiency by numerically validating the experimental study of Inanli et al. [23].

2. Material and Method

In this study, ANSYS 19.0 Fluent package was used for numerical solution and CFD-Post package was used for visualization of analysis results. Computed aided design (CAD) model was created by scale of a real combustor liner. The continuity equation, conservation momentum, and energy are the main governing equations in computational fluid dynamics. Continuity, momentum in the x-direction, and energy equations are given in Eq.1-Eq.3.

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \nabla \cdot \vec{V} = 0 \quad (1)$$

$$\rho \frac{Du}{Dt} = \rho g_x + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} \quad (2)$$

$$\rho c_v \frac{DT}{Dt} = \nabla \cdot k \nabla T - p \nabla \cdot \vec{V} + \mu \Phi \quad (3)$$

The blowing ratio (BR) is an important parameter that affects the heat transfer coefficients and effusion cooling efficiency. BR given in Eq. 4 is found by multiplying the ratio of the coolant density by the coolant velocity and the mainstream density multiplied by mainstream velocity.

$$BR = \frac{U_c \rho_c}{U_\infty \rho_\infty} \quad (4)$$

The calculation of the whole film cooling efficiency (η) is given in Eq. 5. Since the wall temperature is directly measured at the whole film cooling efficiency ratio, the whole film cooling efficiency ratio is preferable than the adiabatic

efficiency ratio, where the temperature is calculated from the adiabatic wall assumption.

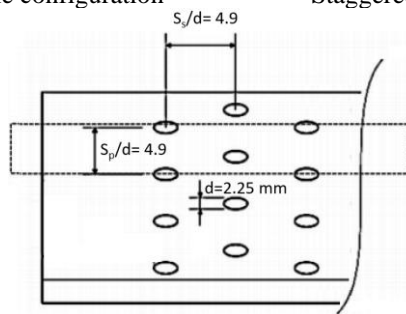
$$\eta = \frac{T_{\infty} - T_w}{T_{\infty} - T_c} \quad (5)$$

The periodicity of the flow, which is ensured by placing enough holes in a row for the reliability and accuracy of measurements. The geometric features of effusion plate are given In Table 1.

Table 1. Geometric features of effusion plate

Property	Value
α	30 deg
t	10
d	2.25
t/d	4.44
S_s	11
S_p	11
S_s/d	4.9
S_p/d	4.9

Hole configuration Staggered

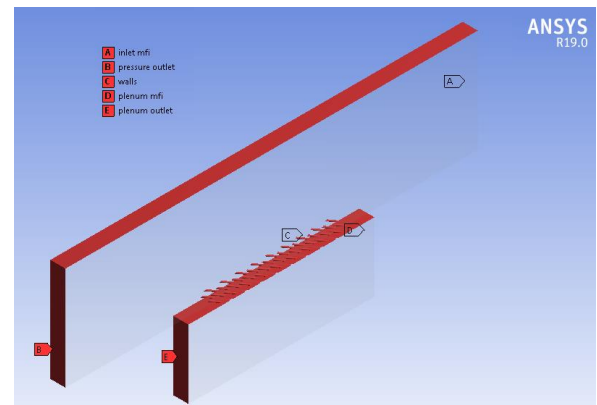


The coolant and mainstream parameters with blowing ratios are given in Table 2. The mainstream temperatures are set to 338 K and the coolant temperature are adjusted to 298 K for all cases. The mainstream velocity is kept constant at 3.7 m/s for all three cases, while the coolant air velocity as taken as 7.5, 11.0 and 13.0 m/s.

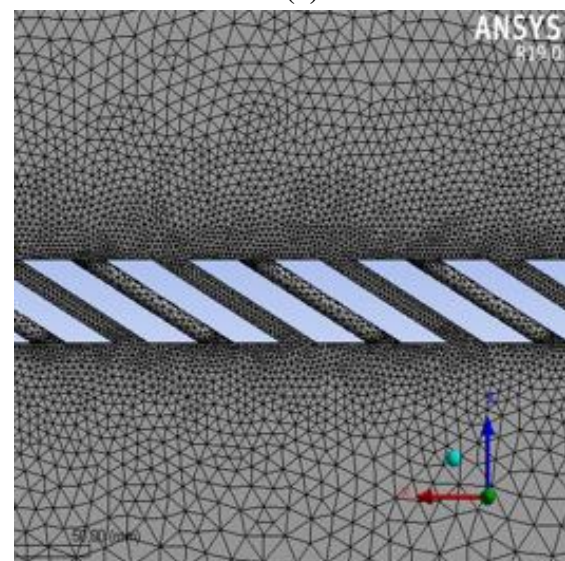
Table 2. Coolant and mainstream features with blowing ratios

BR	T_{∞} (K)	T_c (K)	ρ_{∞} (kg/m ³)	ρ_c (kg/m ³)	U_{∞} (m/s)	U_c (m/s)
2.30	338	298	1.043	1.184	3.7	7.5
3.35	338	298	1.043	1.184	3.7	11.0
4.00	338	298	1.043	1.184	3.7	13.0

Fig. 1 (a) shows the CAD model and the named selections used for boundary conditions. Mass flow inlet boundary condition was chosen for both hot mainstream and cooling plenum. A no-slip condition was chosen for all walls and a symmetry boundary condition has been defined for side walls. The grid dependency process was carried out for BR=2.3 experimental study case of Inanli et al. [23]. Coarse (node number, 600X600), medium (node number, 900X900), and fine (node number, 1200X1200) mesh sizes were applied to the CAD models. Considering the average values of the normalized heat transfer, the fine grid gave more consistent results with a 0.5% margin of error than the other grids. Therefore, approximately 1.5 million node numbers were applied to all physical models. The near-wall mesh consideration- y^+ the first cell next to a wall was kept under 3. Fig. 1 (b) shows that the near wall treatment adjacent to the cooling holes and plate surface.



(a)



(b)

Figure 1. Boundary conditions and the generated mesh.

The thermophysical property data entry of the plexiglass used as the material in the experimental study was carried out in the Ansys Fluent. Since the thermal conductivity of plexiglass is low, it is suitable for use in jet mixture studies. The Reynolds Stress Transport model, which has proven its success in numerical analyses performed in the literature, has been selected for use in turbulence modeling. Second order schemes were utilized for analysis. SIMPLE algorithm, widely studied in the literature, was utilized for pressure-velocity coupling analyzes [24]. The convergence standard for dependent variables is taken as 10^{-5} .

3. Results

The sidewall effect is a serious problem in experimental studies of effusion cooling, which will seriously affect the results. Comparing the experimental results with numerical studies has the potential to provide a solution for understanding the sidewall effect. In this paper, a numerical study was performed on the effusion cooling plate for the cases of 3 different blowing ratios, i.e., BR of 2.3, 3.35, and 4.0. The surface temperature contours of the effusion plate for different blowing ratio are shown in Fig. 2. As can be seen from the temperature contours, there was a small difference between the contours of blowing ratio of 3.35 and 4.0, while BR=2.3 case performed worse.

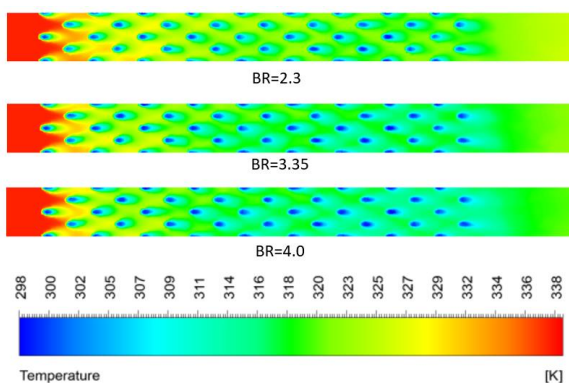


Figure 2. Surface temperature contours of the effusion plate for different blowing ratio

In order to understand the aerothermal properties of the effusion cooling plate, a symmetry plane was defined. The results of the temperature contour distribution in plane of symmetry are given in Fig. 3. At the blowing ratio of 3.35 and 4.00; it is clearly

seen that the 30-degrees inclined jets form a potential film core between two effusion holes.

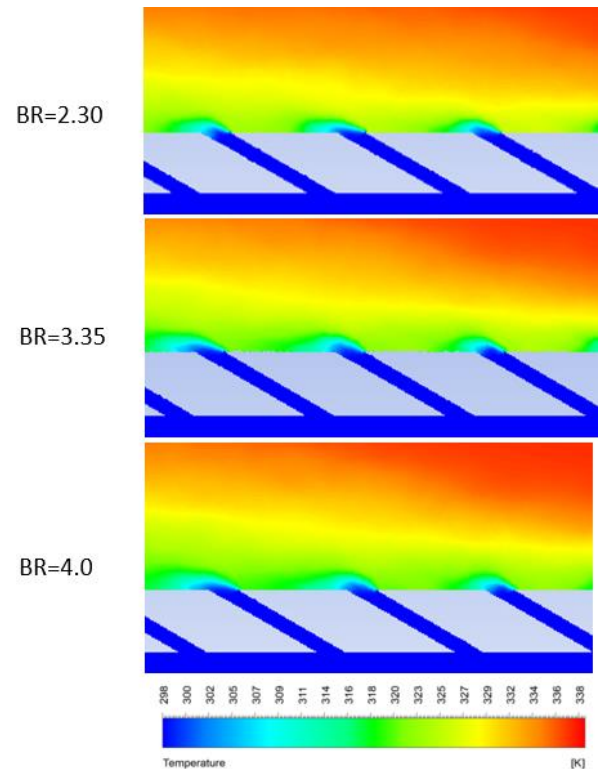


Figure 3. Temperature contours on plane of symmetry for different blowing ratio

Due to the jet crossflow effect, counter-rotating kidney vortices were formed to the right and left of the jets. Horseshoe vortices were observed in the lower region due to the crossflow structure. due to the crossflow structure, a recirculation bubble formed in the area following the jet holes Fig. 4(a) shows the velocity contours and flow properties on the orifice. In the plane taken from the mid-section of the effusion plate, jets emerging from the staggered array holes are seen in Fig. 4(b). At the orifice, the uniform velocity vectors are seen in the plenum, while in the cross flow. counter-rotating vortex pairs (CRVP) are seen in the jet mixture. CRVPs are normally created when the cooling hole jet run across through the mainstream; however, in the staggered array, recirculation zones are created due to interaction with neighboring jets.

Fig. 5 shows a comparison of the laterally averaged cooling effectiveness values at different blowing ratios calculated for the L/D ratio of between 40-140 in the streamwise direction. At a blowing ratio 3.35, the CFD gave the highest value of cooling effectiveness.

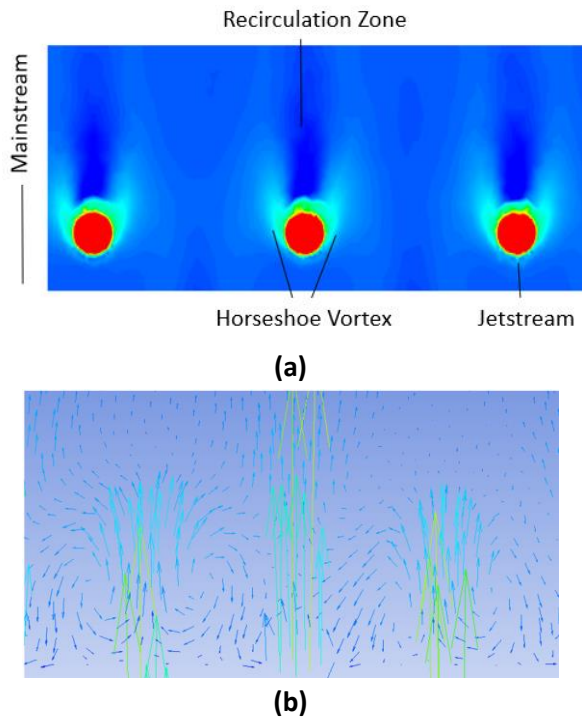


Figure 4. (a) Velocity contours on the hole surface including horseshoe vortex and recirculation zone (b) Counter Rotating Vortex Pairs (CRVP) in the upstream regions of jet

There was a more pronounced cooling effectiveness between the blowing ratio of 2.3 case and other cases. Further interaction between the mainstream flow and effusion plate surface causes a drop in the cooling effectiveness, this is the reason why 3.35 blowing ratio outperforms the 4.00.

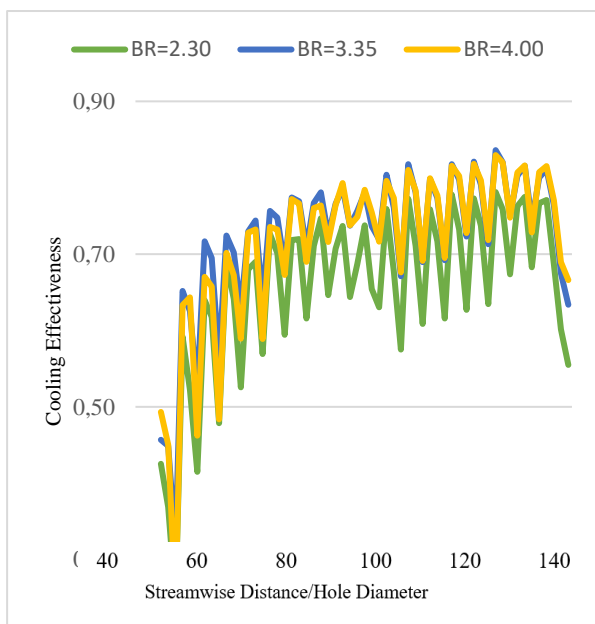


Figure 5. Laterally averaged cooling effectiveness values for different blowing ratios according to L/D ratio of between 40-140

Fig. 6 shows a comparison of experimental data with the numerical results on the average cooling efficiency. As research finding, although the blowing rate changes the average cooling efficiency very little in the experimental study, the effect of the blowing rate on the effusion cooling efficiency becomes more obvious, especially at high blowing ratios.

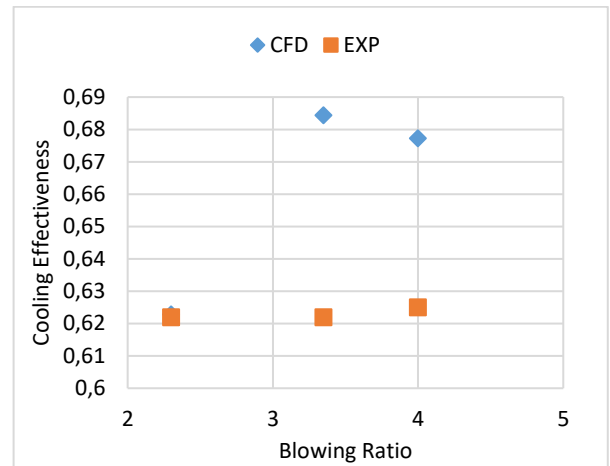


Figure 6. Comparison of numerical results (CFD) with experimental data (EXP) in terms of laterally averaged cooling effectiveness

4. Conclusion

In this study a numerical study was carried out on validation of an experimental case for 3 different 2.3, 3.35, 4.0-blowing ratios and to find out the aerothermal characteristics of effusion cooled gas turbine combustor liner.

Numerical studies provide a validation method for parameters that will affect results such as measurement errors and side wall effects in experimental studies. Numerical analyses provide advantages in observing the effects of flow on temperature in terms of providing both surface temperature contours and visualization of temperature contours on the axis of symmetry. In particular, the distribution of temperature contours effusion holes on the axis of symmetry gives the characteristic of the flow in the jet mixture region. In the experimental study, the highest cooling efficiency value was obtained at the ratio of 4.0 blowing, while the highest cooling efficiency value was obtained at the ratio of 3.35 blowing in numerical analyses. Further interaction between the mainstream flow and the effusion plate surface can lead to a decrease in cooling efficiency, which can

be explained as the possible reason that the blowing ratio of 3.35 outperforms that of 4.00. In experimental data, it was found that the blowing rate changes the cooling efficiency less. In numerical analyses, the effect of the blowing ratio gave a more significant change in cooling efficiency coefficient, especially at high blowing rates. When the ratio of streamwise distance/hole diameter (L/D ratio) increases, the laterally averaged cooling effectiveness values increase. In experimental data, the cooling effect value was about 0.62 at high blowing rates, while in numerical analyses this value was 0.68.

Nomenclature

t	[mm]	Plate thickness
D	[mm]	Hole diameter
L	[mm]	Streamwise distance
S	[mm]	Inter-hole distance
T	[K]	Temperature
U	[m/s]	Velocity

Greek Symbols

α	[°]	Effusion hole angle
η	[-]	Cooling effectiveness
ρ	[kg/m ³]	Density

Subscripts

∞	[-]	Mainstream
c	[-]	Coolant
f	[-]	Film
p	[-]	Span
s	[-]	Pitch
w	[-]	Wall

Ethical Approval

Not applicable

References

[1] S. Durmus, “Investigation of film cooling flow characteristics in gas turbines by PIV method” Doctoral Dissertations, Anadolu University, 2017.

[2] S. K. McGhee, “Evaluation of an Uncooled Focal Plane Array Thermal Imaging Camera for Effusion Cooling Research” National Library of Canada, 2000.

[3] K. B. Gustafsson, “Experimental studies of effusion cooling” Chalmers University of Technology, 2001.

[4] M. Grierson, “Non-adiabatic Effusion Cooling Performance of Laser Drilled Test Plates Using Infrared Thermography”, 2004

[5] J. J. Scrittore, K. A. Thole, S. W. Burd, “Investigation of velocity profiles for effusion cooling of a combustor liner” *Journal of Turbomachinery*,129(3), 518-526, 2007

[6] F. Zhong, G. L. Brown, “A 3-dimensional, coupled, DNS, heat transfer model and solution for multi-hole cooling” *International journal of heat and mass transfer*, 50(7-8), 1328-1343, 2007.

[7] L. Arcangeli, B. Facchini, M. Surace, & L. Tarchi, “Correlative analysis of effusion cooling systems” *Journal of Turbomachinery*, 130(1), 011016, 2008.

[8] H. H. Cho, D. H. Rhee, & R. J. Goldstein, “Effects of hole arrangements on local heat/mass transfer for impingement/effusion cooling with small hole spacing” *Journal of Turbomachinery*, 130(4), 041003, 2008

[9] B. Facchini, L. Tarchi, L. Toni, G. Cinque, S. Colantuoni, “Investigation of Circular and Shaped Effusion Cooling Arrays for Combustor Liner Application—Part 1: Experimental Analysis” In *ASME Turbo Expo 2009: Power for Land, Sea, and Air* (pp. 1409-1418), 2009.

[10] A. Andreini, B. Facchini, A. Picchi, L. Tarchi, F. Turrini, “Experimental and theoretical investigation of thermal effectiveness in multiperforated plates for combustor liner effusion cooling” *Journal of Turbomachinery*, 136(9), 091003, 2014.

[11] P. Ligrani, M. Goodro, M. Fox, H. K. Moon, “Full-Coverage Film Cooling: Film Effectiveness and Heat Transfer Coefficients for Dense and Sparse Hole Arrays at Different Blowing Ratios” *Journal of Turbomachinery*,134(6), 061039, 2012.

[12] B. Wurm, A. Schulz, H.J. Bauer, & M. Gerendas, “Impact of swirl flow on the cooling performance of an effusion cooled combustor liner” *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 134(12), 121503, 2012.

[13] L. Andrei, A. Andreini, C. Bianchini, G. Caciolli, B. Facchini, B., L. Mazzei, & F. Turrini, “Effusion cooling plates for combustor liners: Experimental and numerical investigations on the effect of density ratio” *Energy Procedia*,45, 1402-1411, 2014.

[14] A. Andreini, G. Caciolli, B. Facchini, A. Picchi, & F. Turrini, “Experimental investigation of the flow field and the heat

- transfer on a scaled cooled combustor liner with realistic swirling flow generated by a lean-burn injection system” *Journal of Turbomachinery*, 137(3), 031012, 2015.
- [15] R. Da Soghe, A. Andreini, B. Facchini, & L. Mazzei, “Heat transfer enhancement due to coolant extraction on the cold side of effusion cooling plates” *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 137(12), 2015.
- [16] H. I. Oguntade, G. E. Andrews, A. Burns, D. B. Ingham, & M. Pourkashanian, “The Influence the Number of Holes on Effusion Cooling Effectiveness for an X/D of 4.7” In *ASME Turbo Expo 2015: Turbine Technical Conference and Exposition* (pp. V05AT10A002-V05AT10A002). American Society of Mechanical Engineers, 2015.
- [17] R. Hasan, & A. Puthukkudi, “Numerical study of effusion cooling on an adiabatic flat plate” *Propulsion and Power Research*, 2(4), 269-275, 2013.
- [18] Z. Jingzhou, X. Hao, & Y. Chengfeng, “Numerical study of flow and heat transfer characteristics of impingement/effusion cooling” *Chinese Journal of Aeronautics*, 22(4), 343-348, 2009.
- [19] M. Walton, and Y. Zhiyin "Numerical study of effusion cooling flow and heat transfer" 2014.
- [20] A. V. Murray, P. T Ireland., T. H. Wong, S. W. Tang, & A. J. Rawlinson, “High Resolution Experimental and Computational Methods for Modelling Multiple Row Effusion Cooling Performance” *International Journal of Turbomachinery, Propulsion and Power*, 3(1), 4, 2018.
- [21] A. Ceccherini, B. Facchini, L. Tarchi, L. Toni, & D. Coutandin, “Combined effect of slot injection, effusion array and dilution hole on the cooling performance of a real combustor liner” In *ASME Turbo Expo 2009: Power for Land, Sea, and Air* (pp. 1431-1440). American Society of Mechanical Engineers, 2009.
- [22] L. Tarchi, B. Facchini, F. Maiuolo, & D. Coutandin, “Experimental investigation on the effects of a large recirculating area on the performance of an effusion cooled combustor liner” *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 134(4), 041505, 2012.
- [23] S. Inanli, T. Yasa, & A. Ulas, “Experimental investigation of effusion and film cooling for gas turbine combustor”, 2016.
- [24] R. Ekiciler, M. S. A. Çetinkaya, & K. Arslan, “Effect of shape of nanoparticle on heat transfer and entropy generation of nanofluid-jet impingement cooling” *International Journal of Green Energy*, 17(10), 555-567, 2020.

Analysis of Range Extension Process for Outdated Ballistic Munitions Ejected from an Accelerator Launcher Concept

Ceyhun TOLA^{1*} , Pınar BEYAZPINAR² , Deniz AKIN² 

¹ Aselsan Inc, Microelectronics, Guidance & Electro-Optics Division, Ankara, Turkey

² University of Turkish Aeronautical Association, Department of Astronautical Engineering, Ankara, Turkey

Abstract

In this study, the feasibility of a new launcher concept that provides range extension for outdated ballistic munitions by speeding up them before their ignition is examined in detail. To analyze the efficiency of the new concept, multi-variable and single-variable optimization processes are conducted using the Multi-Objective Genetic Algorithm Method in the ModeFrontier environment. Launch angle, ejection velocity of the munition from the launcher, and ignition delay of the rocket motor after the ejection process are determined as design variables. An in-house MATLAB script is prepared and validated to perform numerical solutions of the munition's two-dimensional trajectory. As a result of the optimization processes, graphical results are prepared to examine the effects of each design variable on munition's range and to make a comparison between the flight trajectories of the munitions which are launched from classical and accelerator launchers. It is concluded that usage of the accelerator launcher concept provides approximately 20% range extension for the generic munition examined in this research when compared to the classical launcher. Since this new concept can easily be adapted to different types of outdated ballistic munitions and the cost of the accelerator launcher development process will probably less than the cost required to develop new munitions, it will be reasonable to develop accelerator launchers such as electromagnetic accelerators or catapult launchers in near future.

Keywords: Range Optimization, Accelerator Launcher Concept, 2-D Trajectory Solver, ModeFrontier

1. Introduction

Today, advanced military systems such as fighters, unmanned aerial vehicles, and rockets/missiles have been developed by many countries to ensure their security. Such systems are used for both defensive and offensive purposes. During military operations, the range of a munition

has crucial importance since long-range systems provide an opportunity to attack under less amount of risk when compared with short-range systems. Therefore, different improvement and optimization studies on range improvement have been conducted so far. While some studies focused on trajectory

Corresponding Author: Ceyhun Tola ceyhuntola@gmail.com

Citation: Tola C., Beyazpinar P., Akin D. (2021). Analysis of Range Extension Process for Outdated Ballistic Munitions Ejected from an Accelerator Launcher Concept J. Aviat. 5 (2), 90-100.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0001-9056-0543>; ² <https://orcid.org/0000-0003-0495-9393>; ³ <https://orcid.org/0000-0001-9264-7060>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.974811>

Received: 27 July 2021 **Accepted:** 17 November 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

optimization, some of them focused on aerodynamic shape optimization and propulsion system concept optimization.

Yang et al. optimized the range of a canard-controlled missile by optimizing its aerodynamic shape benefiting from the genetic algorithm method [1]. Tanrikulu and Ercan offered an optimal external configuration design method to optimize the range, stability, and warhead performance of missiles [2]. Li et al. performed a multiphase trajectory optimization process to optimize the downrange of a boost-glide missile [3]. Dilan, preferred the Genetic Algorithm Method in order to optimize trajectory optimization of a tactical missile [4]. Vasile et al. conducted an aerodynamic design optimization of control surfaces for a long-range projectile using the particle swarm optimization method [5]. Pue et al. performed a multidisciplinary concept optimization of a ballistic missile [6]. Şumnu et al. used the Multi-objective Genetic Algorithm to optimize the aerodynamic shape of a missile in order to determine the optimum lift and drag coefficients [7].

Technological improvements in defense systems push designers to improve the capability of the munitions in use since the improvement of already developed systems is generally much cheaper than the development of new munitions. For example, it is possible to improve the hitting accuracy of the air to ground classical munitions by modifying them with laser-guided kits such technology has been used to modify the classical MK-82 bombs in Turkey. Similarly, with the technological improvements, it will be possible to extend the range of outdated ballistic munitions with the assistance of special launcher concepts such as catapult systems or electromagnetic launchers in near future. Those launchers will provide an initial ejection velocity to the munitions during launch to further extend their range. For instance, it will be possible to provide a range extension for classical ballistic munitions such as TR-107 or TR-122 rockets which are widely used by the Turkish Army.

In literature, different studies on electromagnetic guns have been conducted so far. The majority of them focus on the development or optimization of a coilgun concept to accelerate a bullet or a projectile using electromagnetic rails [8-10]. Some studies focus on the aerodynamic analysis of hypersonic projectile geometries launched from

electromagnetic launchers [11]. Neither of the studies in literature aims to extend the range of the classical ballistic munitions benefiting from electromagnetic launchers. This research will be the first one that analyzes the feasibility of accelerator concept on range maximization of ballistic munitions. To analyze the feasibility of this new concept, multivariable and single variable optimization processes are conducted.

During the range improvement, it is quite significant to determine the sensitivity of launch parameters on munition's range. After the munition is ejected from the launcher, it will be ignited in a very short time. Therefore, besides the launch angle (θ), two more parameters those are ejection velocity of the munition from the launcher (V_0) and ignition delay after the ejection from the launcher (t_{fire}) will gain importance during the development of new generation launcher systems and during the range optimization of the munitions.

Within the content of this work, range optimization of a generic ballistic munition that is ejected from an accelerator launcher is performed. Launch angle (θ), ejection velocity of the munition from the launcher (V_0), and ignition delay after the ejection from the launcher (t_{fire}) are selected as design variables (optimization parameters) to maximize the munition's range. Results of the multivariable optimization process are used to make a comparison between the results of the classical munition launch process. Additionally, independent single variable optimization processes are conducted and graphical results are prepared in order to examine the effects of each design variable on munition's optimum range. Numerical solution of the problem is performed using an in-house MATLAB script. Optimization processes are prepared and conducted in ModeFrontier software.

2. Methodology

This part aims to summarize the basic mathematical model to solve the 2-D trajectory motion of the ignited generic munition just after it is ejected from the accelerator launcher. The solution of the trajectory can be divided into three different phases:

- Phase 1: Coasting (Before Ignition)
- Phase 2: Powered Flight
- Phase 3: Coasting (After Burnout)

In the first phase, the munition is ejected from the launcher with an initial V_0 velocity and it performs short coasting until the munition's solid rocket motor is ignited. With the ignition of the solid rocket motor, the second phase of the flight (powered flight) is started and this phase ends up whenever the solid rocket motor burns out. Then, a second coasting phase which corresponds to "Phase 3" starts and lasts until the munition hits the ground. All of the flight phases are illustrated in Figure 1.

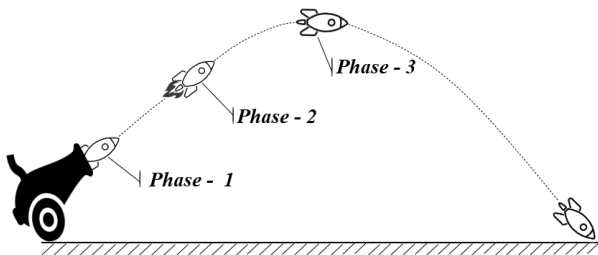


Figure 1. Flight phases of the munition ejected from accelerator launcher concept

The two-dimensional, flight trajectory of the munition can be calculated by applying Newton's second law to each of the flight phases for both of the x and y directions. Throughout the solutions, it is assumed that the aerodynamic lift force generated by the munition is negligible.

2.1. Phase-1: Costing Before Ignition

During Phase-1, since the munition is not ignited, the mass of the system is constant and equal to the total mass of the munition. There is not any thrust or lift force, but gravitational and aerodynamic drag forces are present as shown in Figure 2. Using Figure 2 and applying Newton's Second Law in x and y directions, Equations 1 and 2 can be written sequentially.

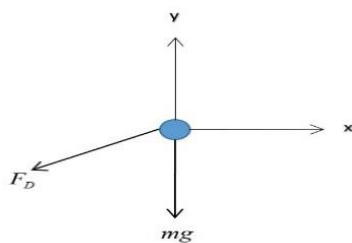


Figure 2. Free body diagram of munition for Phase-1 and Phase-3

$$-F_D \cos(\theta) = m\ddot{x} \tag{1}$$

$$-mg - F_D \sin(\theta) = m\ddot{y} \tag{2}$$

where θ represents the launch angle, g corresponds to gravitational acceleration, m represents the instant mass of the munition, and F_D corresponds to the instant drag force. x and y symbolize accelerations corresponding to x and y axes.

The drag force depends on the velocity of the munition (v), the density of air (ρ_{air}), drag coefficient (C_D), and reference area (A_f) of the munition. It can be calculated using Equation 3.

$$F_D = C_D A_f \rho_{air} \frac{v^2}{2} \tag{3}$$

Since the altitude of the munition is variable with time, the density of the air is also variable. Using the altitude information, the density of the air is calculated with Equation 4.

$$\rho_{air} = \rho_0 \cdot e^{-h/h_{scale}} \tag{4}$$

where ρ_0 defines sea-level density of the air (1.225 kg/m³), h and h_{scale} correspond to the altitude and density scale height (7500 m) sequentially.

The drag coefficient is another variable in Equation 3. It varies with the velocity of the munition and it depends on the shape of the munition. In some studies, the drag coefficient is assumed as constant; but, within the content of this work it is taken as variable, and variation of the drag coefficient with Mach number is illustrated in Figure 3.

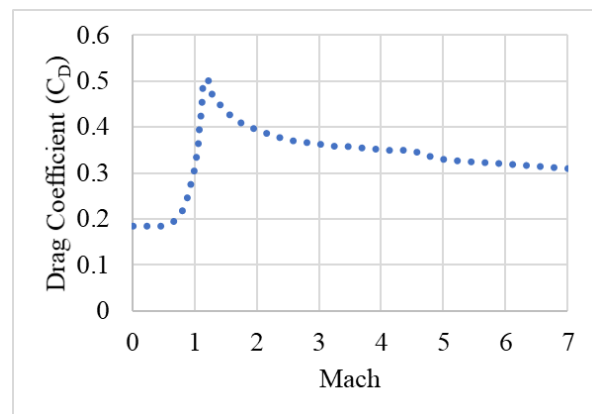


Figure 3. Variation of drag coefficient with Mach

Similar to the air density, gravitational acceleration also varies with altitude. Using the altitude information, it can be calculated as in Equation 5.

$$g = \frac{g_0}{1 + (h/R_e)^2} \tag{5}$$

where g_0 defines gravitational constant at sea level (9.8066 m/s²), R_e represents the radius of the Earth (6378 km), and h is the altitude.

The munition velocity (v) can be calculated using Equation 6.

$$v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad (6)$$

where \dot{x} and \dot{y} define velocities in x and y directions. They can also be stated in Equations 7 and 8.

$$\dot{x} = v \cos(\theta) \quad (7)$$

$$\dot{y} = v \sin(\theta) \quad (8)$$

Thus, Equations 9 and 10 can be derived.

$$\cos(\theta) = \frac{\dot{x}}{v} = \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \quad (9)$$

$$\sin(\theta) = \frac{\dot{y}}{v} = \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \quad (10)$$

Finally, using Equations 1, 2, 3, 9, and 10; Equations 11, 12, 13, and 14 can be derived.

$$\ddot{x} = -\frac{C_D A_f \rho_{air} v^2}{2m} \cos(\theta) \quad (11)$$

$$\ddot{x} = -\frac{C_D A_f \rho_{air}}{2m} \dot{x} \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad (12)$$

$$\ddot{y} = \frac{-mg - F_D \sin(\theta)}{m} \quad (13)$$

$$\ddot{y} = -g - \frac{C_D A_f \rho_{air}}{2m} \dot{y} \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad (14)$$

where m corresponds to total mass of the munition that is equal to m_0 .

Numerical solution of Equations 12 and 14 with respect to time is accomplished using a Runge-Kutta solver prepared in MATLAB environment. Thus, the trajectory solution of the first phase is completed.

2.2. Phase-2: Powered Flight

During Phase-2, since there is an ignition process, the thrust force is also added to the free body diagram as shown in Figure 4. On the other hand, the mass of the munition is decreasing with time due to the propellant burning process. Using Figure 4 and applying Newton's Second Law in x

and y directions, Equations 1, and 2 are updated as Equations 15, and 16.

$$(F_T - F_D) \cos(\theta) = m\ddot{x} \quad (15)$$

$$(F_T - F_D) \sin(\theta) - mg = m\ddot{y} \quad (16)$$

where F_T defines the thrust force.

Within the content of this study, it is assumed that the munition's solid rocket motor produces a constant (7500 N) trust during the powered flight phase.

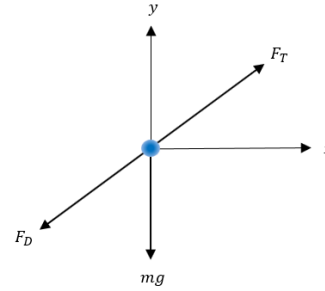


Figure 4. Free body diagram of munition for Phase-2

On the other hand, the mass of the munition is decreasing during the powered flight and it can be calculated using Equation 17.

$$m(t) = m_0 - \dot{m} \cdot t \quad (17)$$

where t defines time and \dot{m} defines propellant mass flow rate.

Assuming that the propellant mass flow rate is constant, the mass flow rate can be calculated using Equation 18.

$$\dot{m} = \frac{F_T}{I_{sp} \cdot g_0} \quad (18)$$

where I_{sp} represents the specific impulse of the solid rocket motor, and g_0 corresponds to the gravitational constant at sea level.

Applying a similar solution procedure with Phase-1 and using Equations 3, 9, 10, 15, and 16; Equations 19, 20, 21, and 22 are derived.

$$\ddot{x} = \frac{1}{m} \left(F_t - \frac{C_D A_f \rho_{air} v^2}{2} \right) \cos(\theta) \quad (19)$$

$$\ddot{x} = \frac{\dot{x}}{m \cdot \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \cdot \left(F_t - \frac{C_D A_f \rho_{air} v^2}{2} \right) \quad (20)$$

$$\ddot{y} = \frac{(F_T - \frac{C_D A_f \rho_{air} v^2}{2}) \sin(\theta)}{m} - g \quad (21)$$

$$\ddot{y} = \frac{\dot{x} \cdot (F_T - \frac{C_D A_f \rho_{air} v^2}{2})}{m \cdot \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} - g \quad (22)$$

The numerical solution of Equations 20 and 22 with respect to time is accomplished using the Runge-Kutta solver.

2.3. Phase-3: Coasting After Burnout

During Phase-3, since the propellant is burned out, there is not any thrust force exerted on the system. Additionally, the mass of the munition is constant and equal to the final mass (final mass = total mass – propellant mass). The free-body diagram of this last phase is identical with Phase 1 and it was illustrated in Figure 2. The only difference between Phase 1 and Phase 3 is the mass of the munition. Thus, after placing the final mass (m_f) into Equations 12, and 14; then solving it with the Runge-Kutta solver, the trajectory solution of the last phase is finalized.

3. Validation

An in-house MATLAB script is prepared to perform the numerical solution expressed in the previous section.

Since the accelerator-type launcher concept is quite new, it is not possible to find out an experimental result covering a real rocket launch process from a catapult or from an electromagnetic launcher. Therefore, in order to validate the numerical solution procedure, experimental results presented in Nathan’s study are used [12]. In that research, the trajectory of a spinning and non-spinning baseball is examined by conducting experiments [12]. Spinning baseball produces lift force due to Magnus Effect [12]. Since the munition’s aerodynamic lift force is neglected in this study, experimental results belonging to the non-spinning baseball trajectory of Nathan’s research are used to validate our numerical model. Properties of the baseball used for validation are listed in Table 1.

The drag coefficient of the ball varies with respect to velocity and this property is taken from Adair’s book [13]. Figure 5 illustrates the variation of baseball’s drag coefficient with velocity.

After the data is digitized and a suitable unit conversion process is accomplished, the in-house MATLAB script developed within the content of

this research is updated in accordance with the experimental inputs in Nathan’s study [12].

Table 1. Properties of baseball [12]

Property	Value	Unit
Mass	0.145	kg
Diameter	0.0728	m
Initial velocity	44.704	m/s
Launch angle	30	deg
Initial vertical location	0.875405	m

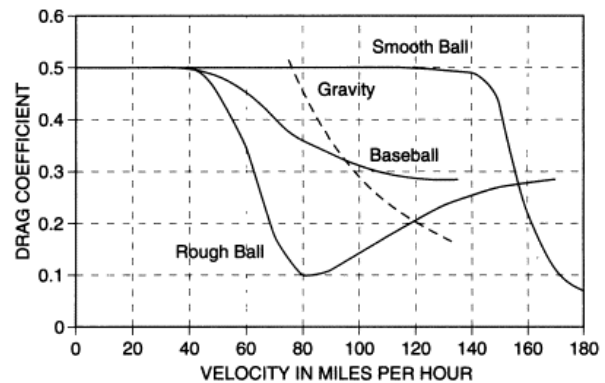


Figure 5. Variation of the drag coefficient [13]

Figure 6 shows the comparison of numerical results belonging to this study with Nathan’s experimental results [12].

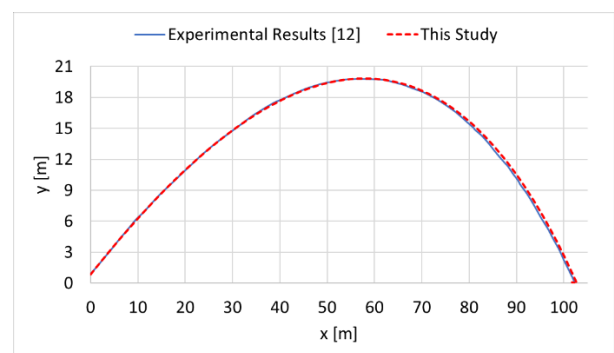


Figure 6. Validation of the numerical solution procedure [12]

As it can be seen from Figure 6, there is a good agreement between the experimental and numerical results. This validation process shows that the developed in-house MATLAB script performs accurate calculations for the first and final phases of the real problem. However, it is unnecessary to perform further validation process for Phase 2 since

only the mass of the munition is varying with time and there is an additional constant positive thrust force component in the numerical solution process unlike the other flight phases, and adding or subtracting a force to the equation or solving the equation using variable mass does not change the numerical solution procedure. Thus, the developed in-house MATLAB script can be used for the range optimization process.

4. Range Optimization

This section aims to maximize the range of a generic munition by launching it from the accelerator launcher concept and determining the effects of design parameters on the range. Properties of the munition are listed in Table 2.

Table 2. Properties of the generic munition

Property	Value	Unit
Total Mass	75	kg
Final Mass	35	kg
Diameter	0.122	m
Specific Impulse	250	s
Drag Coefficient	Figure 3	-

The drag coefficient of the munition varies with respect to velocity and its behavior was illustrated in Figure 3. Before the optimization process, the maximum range of the munition and the launch properties providing the maximum range are listed in Table 3.

Table 3. Before the optimization process maximum range of the munition

Property	Value	Unit
Launch Angle	75.35	deg
Range	145.314	km
Flight Time	224.05	s

The optimization process is divided into two different parts. In the first part, launch angle (θ), ejection velocity of the munition from the accelerator launcher (V_0), and ignition delay after

the ejection (t_{fire}) are determined as design variables. Using MOGA-II (MultiObjective Genetic Algorithm II) solver of the ModeFrontier, munition’s range is maximized. In the second part, the effects of each design variable on munition’s range are examined separately by taking two of them as constant and one of them as a variable.

The Multiobjective Genetic Algorithm Method is an efficient optimization method that can find out the global maximum or minimum point of the problem with high accuracy since it searches diverse regions of the solution space. The method is based on mimicking the biological evolution principle. An initial population is generated and subsequent generations are constructed following the genetic algorithm operators such as the probability of directional cross-over, probability of selection, probability of mutation, and DNA string mutation ratio. Iterative generation of new populations provides conversion of the optimization problem to its optimum point.

The reason behind the selection of MOGA-II solver is due to its success in finding out the global maximum value (solver’s robustness) and its accuracy.

4.1. Multi-variable Optimization

This section presents range maximization of the munition by changing three design variables listed in Table 4. The only objective of the optimization process is summarized in Equation 23.

$$\min_{s \in S} \frac{1}{Range(s)} \tag{23}$$

The upper and the lower limits of the design variables are given in Equation 24 and listed in Table 4.

$$S = \{s \in \mathbb{R} \mid s_L \leq s \leq s_U\} \tag{24}$$

$$s = \{\theta, V_0, t_{fire}\}$$

Table 4. Design variables and limits

Design Variable	s_L	s_U	Step	Unit
Launch Angle	35	75	0.1	deg
Ejection Velocity	60	120	0.2	m/s
Ignition Delay	0	1	0.01	s

The ejection velocity limits may seem to be high but usage of electromagnetic launchers or new generation catapult systems will provide those ejection velocities depending on both the size and mass of the munitions. Step size defines the increment or decrement step of the variable during the optimization process. For example, the launch angle can be taken as 42.8° ; but it cannot be taken as 42.78° since the step size is determined as 0.1° .

Workflow of the optimization process modeled in ModeFrontier environment is illustrated in Figure 7.

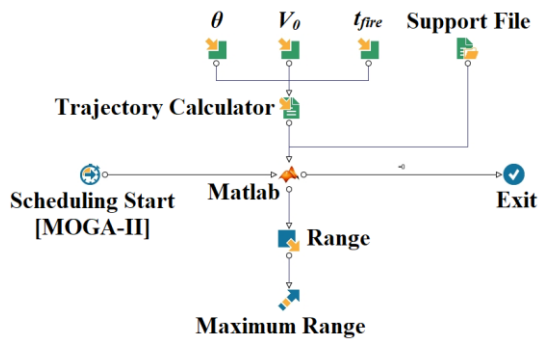


Figure 7. Multi-variable optimization workflow

As can be seen from the figure, MOGA-II scheduling node manages the optimization process. Three design variables are defined at the top and numerical solver (in house MATLAB script) is defined as “Trajectory Calculator”. Runge-Kutta solver is stored as a function; therefore, it is given to the MATLAB node as “Support File”. MATLAB node performs a solution for each design and gives the “Range” output. Then as an objective, the range is maximized.

After performing 562 runs, the optimization process is accomplished. Results of the multi-variable optimization process are illustrated in Figure 8 and 9. The graphs shown in the figure are three-dimensional. While x and y axes correspond to launch angle (θ), and range; colored legends correspond to ejection velocity (V_0) and ignition delay (t_{fire}) for Figure 8, and 9 sequentially. In the legend, blue means lower, and red means higher values for ejection velocity and ignition delay parameters.

Table 5 summarizes the optimum values of the design variables for the maximum range.

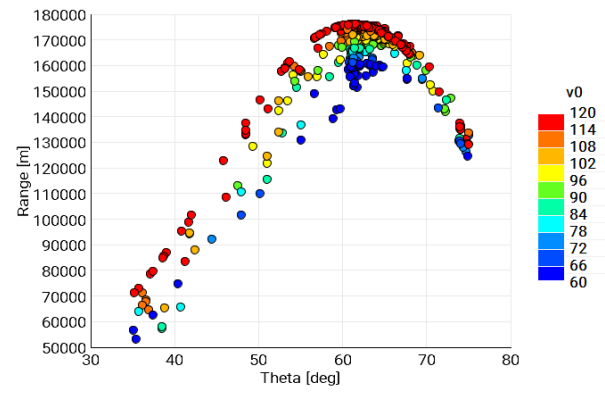


Figure 8. Variation of range with launch angle and ejection velocity

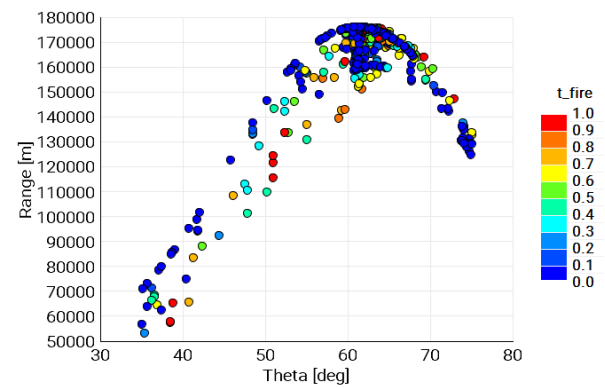


Figure 9. Variation of range with launch angle and ignition delay

Table 5. Multi-variable optimization results

Property	Value	Unit
Launch Angle	61.3	Deg
Ejection Velocity	120	m/s
Ignition Delay	0	s
Range	176.048	km
Flight Time	242.94	s

According to the optimization results, higher ejection velocity extends the range. In order to reach the farthest range, the ignition delay is set to 0 s (which means that the munition has to be immediately ignited) and the launch angle has to be set at 61.3° . Usage of accelerator launcher provides 21.15% range extension. The optimum launch angle that provides maximum range is decreased from 70.35° to 61.3° (12.86% decrement). On the other hand, there is 8.43% total flight time increment is

calculated with the usage of the accelerator launcher concept.

The classical (traditional) launcher is a conventional missile/rocket launcher it can store the munition inside it and arrange its launch angle. On the other hand, the accelerator (new generation) launcher also provides initial ejection velocity to the munition during the launch process in addition to the properties of the classical launcher. The accelerator launcher concept benefits from the electromagnetic rails or catapult systems to speed up the munition.

Figure 10 to 14 illustrate the comparison of trajectory simulation results belonging to both the classical and accelerator launchers.

Figure 10 presents the variation of horizontal position with vertical position (altitude) of the munition. Figure 11, and Figure 12 show the variation of horizontal and vertical positions of the munition with time sequentially. Finally, variations of horizontal and vertical velocities of the munition with time are plotted in Figure 13, and Figure 14 sequentially.

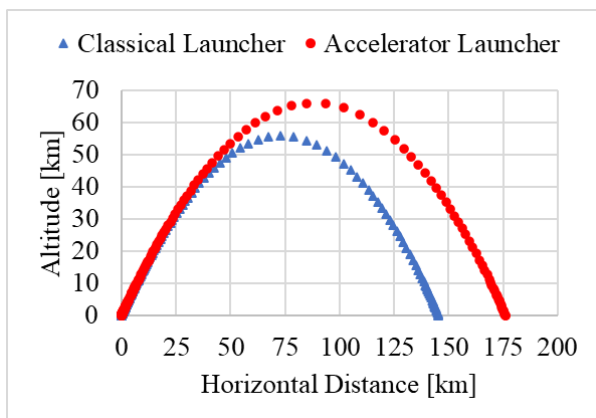


Figure 10. Horizontal position - Altitude

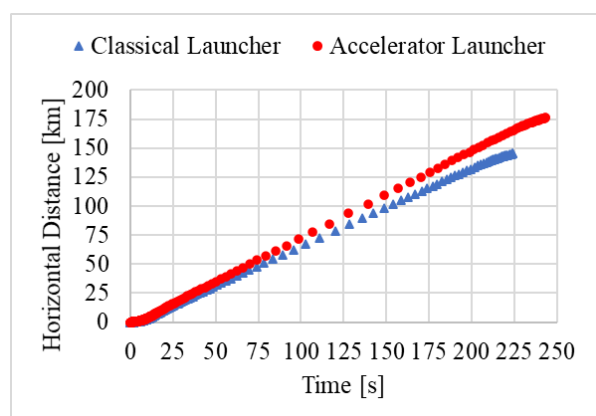


Figure 11. Horizontal position - Time

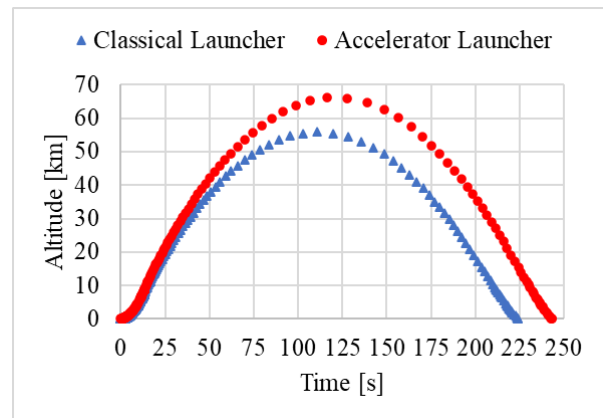


Figure 12. Altitude - Time

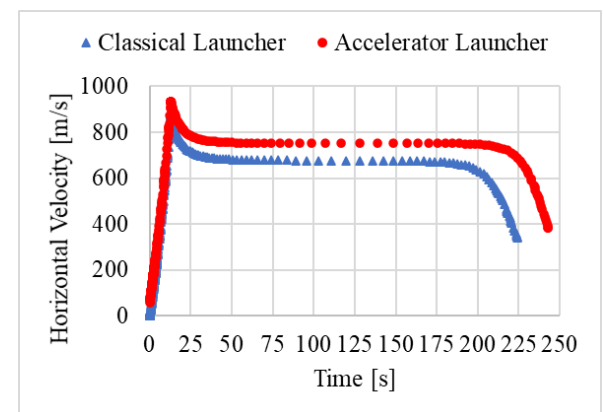


Figure 13. Horizontal velocity - Time

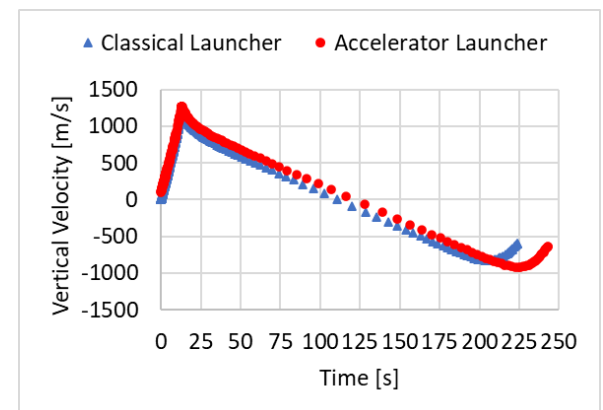


Figure 14. Vertical velocity - Time

According to the simulation results, after the ignition, there is a sudden increment in both vertical and horizontal velocity components. After the burnout, there is a sharp decrement in both of the velocity components at the vicinity of 13.08 s for both of the launch cases. The reasons for this situation are of course the drag and the gravitational forces. For the accelerated launch case at $t=116.4$ s, the munition reaches its highest altitude that is 66040 m while for the classical launch case at $t=110.9$ s the munition reaches its highest altitude that is 55860 m. Finally, for the accelerated launch

case, the munition hits the ground at the end of 242.94 s flight time with a vertical velocity of 640 m/s and a horizontal velocity of 383.4 m/s while for the classical launch case those values are 224.05 s, 342.3 m/s, and 595.8 m/s respectively. The range is calculated as 176.048 km for the accelerated launch case while the classical launcher provides 145.314 km range.

4.2. Single Variable Optimization

In order to examine the effects of each design variable on munition’s range separately; single variable optimization processes are accomplished by taking two of them as constant and one of them as a variable. By changing constant values and repeating the optimization processes; graphical results are produced to compare the effects of differing the values of launch angle (θ), ejection velocity (V_0) and, ignition delay (t_{fire}) on optimum results.

In order to examine the effect of ignition delay on optimum launch angle results, constant ejection velocity is taken as 90 m/s, and ignition delay is changed from 0 s to 1 s with 0.25 s intervals. Figure 15 shows how the optimum launch angle is changing depending on different ignition delay parameters.

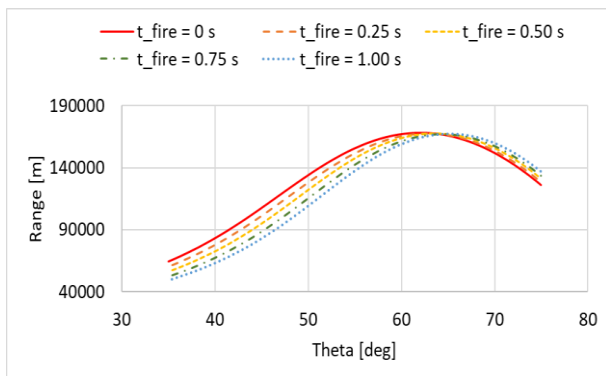


Figure 15. Variation of optimum Launch Angle with different Ignition Delay values

According to the results, the optimum launch angle decreases with the decrement of constant ignition delay. This can be understood from the slight shift of the curves from right to left with the decrement of the ignition delay.

In order to make a detailed result evaluation, the left and right sides of the optimum launch angle can be examined separately. In Figure 15, the left side of the optimum launch angle illustrates that the decrement of the ignition delay increases the range.

On the other hand, the right side of the optimum launch angle shows that increment of the ignition delay up to a certain threshold increases the range. If the munition is launched with low launch angles (such as 40°) without any thrust force, its nose immediately turns downward direction in less amount of time. This leads to less flight time and a shorter range. However, if the munition is launched with high launch angles (such as 70°) it takes a higher amount of time to turn down its nose in the downward direction. Thus, it is possible to extend its range by making a late ignition and so increasing its flight time. Although the horizontal velocity vector is small if the flight time is enough, the munition’s range can be further.

Similarly, in order to examine the effect of ignition delay on ejection velocity results, constant launch angle is taken as 55° and ignition delay is changed from 0 s to 1 s with 0.25 s intervals. Figure 16 shows how range is changing depending on different ignition delay and ejection velocity parameters.

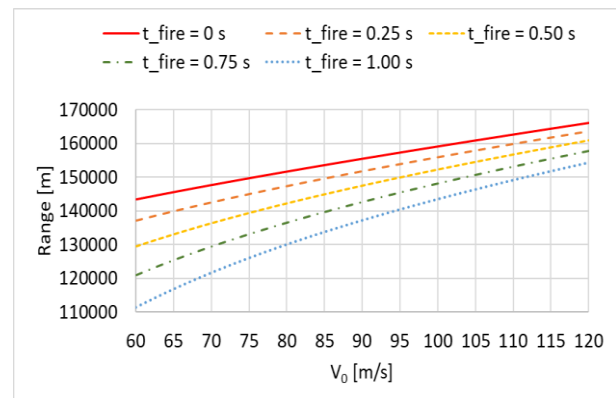


Figure 16. Variation of optimum Ejection Velocity with different Ignition Delay values

According to the results, the range increases with the decrement of ignition delay. Ignition delay is much more effective for the lower ejection velocities since late ignition leads to the decrement of the munition velocity too much and this requires more time to speed up the munition in higher gravitational force. Therefore, ejection velocity increment is much more effective on munition’s range for higher ignition delay.

Finally, to examine the effect of ejection velocity on optimum launch angle results, the constant ignition delay is taken as 0.5 s and ejection velocity is changed from 60 m/s to 90 m/s with 15 m/s intervals. Figure 17 shows how the optimum launch

angle is changing depending on different ejection velocity values.

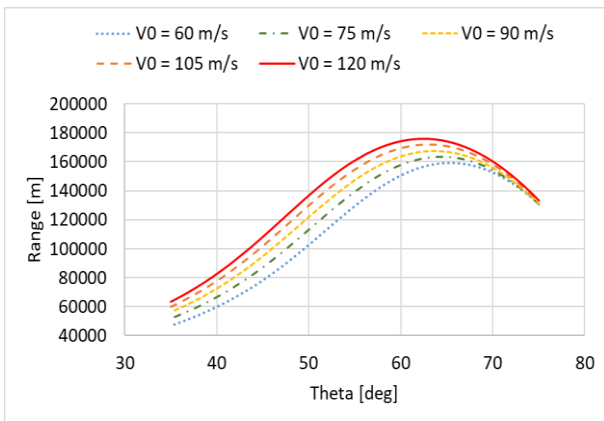


Figure 17. Variation of optimum Launch Angle with different Ejection Velocity values

According to the results, optimum launch angle decreases with the increment of constant ejection velocity. Since it is possible to reach higher altitudes in less amount of time with higher ejection velocities, it is possible to extend the range of the munition with less amount of launch angle. On the other hand, if the launch angle is too high (such as 75°) increment of the ejection velocity has a very small effect on the horizontal velocity component of the munition. Therefore, the distance between the ranges for higher and lower ejection velocities is quite small for very high launch angles.

5. Conclusion

Trajectory analysis and range optimization of a generic ballistic munition launched from an accelerator launcher concept are accomplished to analyze the feasibility of the accelerator launcher concept within the content of this work. Electromagnetic accelerator launchers and new generation catapult accelerators are examples of this concept. To simulate the trajectory, an in-house MATLAB script is prepared and validated. The optimization process is modeled in the ModeFrontier environment and during the optimization process, the Multi-Objective Genetic Algorithm II (MOGA-II) scheduler is used since it provides both robustness and accuracy. Range maximization is the only objective of the optimization process. To find out the optimum range, 3 design variables which are launch angle, ejection velocity, and ignition delay are changed in between certain intervals. Maximum range is achieved by minimizing the ignition delay,

maximizing the ejection velocity, and setting the launch angle as 61.3°.

21.15% range extension is provided with the usage of accelerator launcher concept instead of classical launcher for the generic ballistic munition examined within the context of current research. Flight time is increased by 8.43%. The optimum launch angle providing the maximum range is decreased from 70.35° to 61.3° with the usage of the accelerator launcher instead of the classical one.

To make further examination on effects of each design variable on munition’s range separately; single variable optimization processes are performed. Graphical results of this process represent several results. Decrement of the ignition delay decreases the optimum launch angle. For launch angles that are smaller than the optimum value, the range can be extended by decreasing the ignition delay. For launch angles that are higher than the optimum value, the range can be extended by increasing the ignition delay. Ignition delay is more effective on munition’s range for lower ejection velocities since late ignition leads to the decrement of the munition velocity too much and more time is needed to speed up the munition in higher gravitational force. Ejection velocity increment is much more effective up to moderate launch angles (such as 60°) when compared with higher values (such as 75°) since its increment has negligible changes in horizontal velocity components of the munition for very high launch angles. Results of this research also show that the development of accelerator launchers provides a considerable amount of range extension for classical ballistic munitions as long as their launch angle is not too high.

In conclusion, the development of accelerator launchers will make significant contributions to the range extension process of outdated ballistic munitions with low cost in near future. Results of this work give an idea about how much amount of range extension may be provided for some Turkish ballistic munitions. Considering approximately 20% range extension will be provided by the accelerator launcher concept, the range of a T-122 Sakarya rocket can be extended from 40 km to 48 km. With the technological improvements, the range extension to cost ratio will further decrease gradually.

6. Symbols

θ : Launch angle
 ρ_0 : Sea level density of air
 ρ_{air} : Density of air
 A_f : Reference area
 C_D : Drag coefficient
 F_D : Instant drag force
 F_T : Thrust force
 g : Gravitational acceleration
 g_0 : Gravitational acceleration at sea level
 h : Altitude
 h_{scale} : Density scale height
 I_{sp} : Specific impulse
 m : Instant mass of the munition
 m_f : Final mass of the munition
 m_0 : Total mass of the munition
 \dot{m} : Propellant mass flow rate
 R_e : Radius of the Earth
 s_L : Lower limit of the design variables
 s_U : Upper limit of the design variables
 t : Time
 t_{fire} : Ignition delay
 v : Velocity of the munition
 V_0 : Ejection velocity
 \dot{x} : Velocity in x direction
 \ddot{x} : Acceleration in x axis
 \dot{y} : Velocity in y direction
 \ddot{y} : Acceleration in y axis




Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] Y. R. Yang, S. K. Jung, T. H. Cho, and R. S. Myong, "Aerodynamic shape optimization system of a canard-controlled missile using trajectory-dependent aerodynamic coefficients," *Journal of Spacecraft and Rockets*, 49, 243–249, 2012.
- [2] O. Tanrikulu, and V. Ercan, "Optimal external configuration design of unguided missiles," *Journal of Spacecraft and Rockets*, 35, 312–316, 1998.
- [3] Y. Li, N. Cui, and S. Rong, "Trajectory optimization for hypersonic boost-glide missile considering aeroheating," *Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal*, 81, 3–13, 2009.
- [4] B. D. Özdil, "Trajectory Optimization of a Tactical Missile by using Genetic Algorithm," Middle East Technical University Graduate School of Natural and Applied Sciences, M.Sc. Thesis, 2018.
- [5] J. D. Vasile, J. T. Bryson, and F. E. Fresconi, Aerodynamic Design Optimization of Long Range Projectiles using Missile DATCOM: AIAA SciTech 2020 Forum, January 06-10, 2020, Orlando, ABD.
- [6] A. J. Pue, R. J. Hildebrand, D. E. Clemens, J. R. Gottlieb, J. M. Bielefeld, and T. C. Miller, "Missile concept optimization for ballistic missile defense," *Johns Hopkins Apl. Technical Digest*, 32, 774–786, 2014.
- [7] A. Sumnu, I. H. Guzelbey, and O. Ogucu, "Aerodynamic shape optimization of a missile using a multiobjective genetic algorithm," *International Journal of Aerospace Engineering*, 2020, 1–17, 2020.
- [8] J. Zhou, and T. Liu, "Physical analysis and optimization of electromagnetic coilgun launch systems," *American Journal of Physics*, 87, 894–900, 2019.
- [9] S. J. Lee, L. Kulinsky, B. Park, S. H. Lee, and J. H. Kim, "Design optimization of coil gun to improve muzzle velocity," *Journal of Vibroengineering*, 17, 554–561, 2015.
- [10] S. J. Lee, J. H. Kim, B. S. Song, and J. H. Kim, "Coil gun electromagnetic launcher (EML) system with multi-stage electromagnetic coils," *Journal of Magnetism*, 18, 481–486, 2013.
- [11] J. Shen, S. Fan, Y. Ji, Q. Zu, and J. Duan, "Aerodynamics analysis of a hypersonic electromagnetic gun launched projectile," *Defence Technology*, 16, 753–761, 2020.
- [12] A. M. Nathan, "The effect of spin on the flight of a baseball," *American Journal of Physics*, 76, 119–124, 2008.
- [13] R. K. Adair, *The Physics of Baseball*. New York, ABD: Perennial, 2002.

Usage of Airport Operation Simulations in Aviation Training

Ezgi FİLAZOĞLU¹ , Savaş Selahattin ATEŞ² , Haşim KAFALI^{3*} 

¹ Nişantaşı University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Istanbul, Turkey

² Eskişehir Technic University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Eskişehir, Turkey

^{3*} Muğla Sıtkı Koçman University, Dalaman School of Civil Aviation, Muğla, Turkey

Abstract

Nowadays, Industry 4.0 applications have brought unprecedented technological innovations in the transportation logistics value chain. The reflection of these developments in academia and their use in universities is very significant for education. The air transport sector is one of the leading sectors in the use of new technologies. Better results can be obtained by supporting theoretical air transportation education with visual elements and simulations in aviation management education. Students of aviation management departments receive theoretical training. In aviation management departments, students are getting trainings to work different departments of aviation companies. These departments can be supported by hands-on courses such as simulations or laboratories that show how to use information in real life. Within the scope of the research, a trial version of 19 different airport management simulations that can be used for airport management in aviation management departments. It has been evaluated in which simulation the theoretical knowledge of the research airport management course can best be put into practice and contribute to professional development. It is shown which simulations of different scenarios involve airport management strategies.

Keywords: Aviation, airport management, game simulations, educational software, computer-based education

1. Introduction

The attitudes and motivations of educators directly affect the quality of education. The higher the motivation of individuals can be kept, the better the results will be in education. It is difficult to achieve this in the classical classroom environment and the classical education process with crowded groups. So, providing this motivation is one of the most important challenges that educators face today. Educational scientists are working hard to

solve these problems and provide more positive teaching environments and processes to individuals by using today's opportunities. Computer-based education takes into account the personal characteristics and preferences of students. Studies such as simulations, experiments, case studies show students the practical value of theoretical knowledge. These studies enable students to be more willing and learn with passion [1].

Corresponding Author: Haşim Kafalı hasimkafali@mu.edu.tr

Citation/Alıntı: Filazoğlu E., Ateş S.S., Kafalı H. (2021). Usage of Airport Operation Simulations in Aviation Training, J. Aviat. 5 (2), 101-110.

This study was presented orally at CEO Congress 2020

ORCID: ¹<https://orcid.org/0000-0001-9572-7074>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2462-0039>; ³<https://orcid.org/0000-0002-7740-202X>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1010798>

Received: 16 October 2021 **Accepted:** 1 December 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

Education and technology can be thought of as two concepts that support each other. Because when technology begins to develop in the light of the information that emerges after a disciplined working order, service to education and many different fields is a phenomenon. In order to keep up with the times, technological applications should be integrated into the education system [2].

Technological developments enable different media to be used together in learning-teaching environments. The use of interactive teaching materials such as textbooks as well as interactive audiovisual learning materials can be very useful for students with different learning styles and needs [3].

Educational games and simulations provide powerful systems for training. Within the broad category of educational gaming, there are several types of games such as Serious Educational Games (SEG), Educational Simulations (ES), and Serious Games (SG) [4].

Early examples of training simulations are the software and hardware used in training fighter pilots in the 1940s [5]. The first educational game, created in 1973, Lemonade Stand, was an example of an initial foray into computer game use in a class. However, Lemonade Stand was significantly limited in its ability to assess outcomes and more broadly simulate actual tasks in the real world [4].

Simulation games are guided by the participants within certain rules and limits. The game reflects a representation or model of reality. Users interact with this reality and make relevant decisions. Simulation games include business games, urban simulations, etc. [6].

Many research suggests that computer-aided applications are effective in reinforcing behaviors and structuring the learners' knowledge in the teaching process [7-10].

More is now expected from education and trainers. It is discussed that trainers should be more active in the lesson, apply different strategies and methods, how students can reach deep learning and increase their cognitive level [11]. For instance, The Next Generation Science Standard (NGSS) is an educational standard used in the United States. Next Generation Science Standards (NGSS) are developed based on students worldwide, who are undergoing very rapid changes. To meet this standard, trainers must plan learning that helps

students to be ready to pursue further education [12] also career [13].

The main purpose of this research is to search simulation games for airport management. There are many simulation applications in pilot and technician training but aviation management training has only theoretical education. This is our main motivation to study on this research.

2. Literature Review

2.1. Computer-Based Education

Alessi and Trollip (2001) mentioned in their study that they discussed their educational philosophy and approaches to the use of computers, multimedia, and the internet in education. The existence of a wide variety of software is suitable and useful for use in different fields of education. Their study presents extensive research on the design of educational software. Developing some educational software (tutorial and drill) is simple while developing some educational software (simulations and open-ended learning environments) is more difficult and complex [14].

With the developments in the field of information technologies, computer-based structures have started to be used in the field of education. Sometimes, without even the need for an educator, teaching activities were started with direct human-computer interaction [15].

Cognitive multimedia learning theory forms the basis of multimedia learning. This theory explains how people learn with words and pictures in multimedia environments. The cognitive multimedia learning theory is shown in Figure 1.

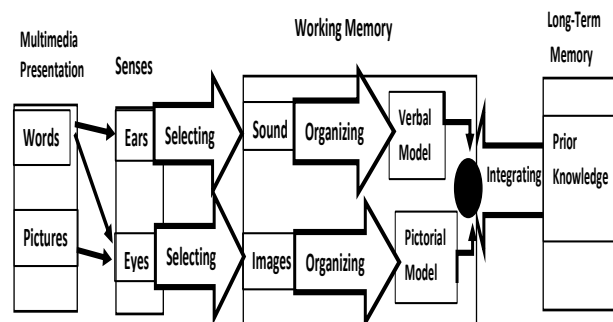


Figure 1. Cognitive theory of multimedia learning.

In computer-based education, the computer is used as an environment where learning occurs. CBE is a teaching method that strengthens the teaching process and student motivation, that the student can benefit according to his learning speed and is a

combination of self-learning principles with computer technology. In other words, CBE is the transfer of educational content or activities via computer. The use of new technologies in education facilitates educational activities because of the interaction of more sensory organs compared to the traditional method [16].

With the widespread use of educational technologies, cooperative learning, which is increasingly important both in daily life and in educational environments, is constantly developing and enriched with different methods and techniques. One of these techniques is the realization of cooperative learning using computers, which is used to facilitate learning among learners. How computer-supported cooperative learning can strengthen interaction and work between individuals within a group has received a lot of attention lately [17].

2.2. Simulation

One of the commonly used formats of computer-based education is a simulation [18]. When people use more senses to learn something new, information becomes more permanent and easier to learn. With artificial environments created in simulation technologies, people can use more senses and facilitate comprehension [19]. With the usage of simulations, it was seen that there was a great decrease in the misconceptions of the students. In addition, it is reported that simulations designed by considering students' prior knowledge can help to create conceptual change in students [20].

In addition, simulations allow you to experience the closest realistic results in a risk-free virtual environment. Many different simulation and training applications in operational and management areas are used in university's educational programs. Simulation and game software enterprises also produce various simulations and games that can serve to acquire the necessary knowledge and skills in today's competitive environment [18].

Students, who use computer simulations reveal the properties of the system in the simulation through experiments (Figure 2). Simulations are very suitable systems for exploratory learning. Computer simulations can be used to learn a system or process. Types of computer simulations are conceptual models and operational models.

Conceptual models include principles, concepts, and facts. Operational models include cognitive and non-cognitive process sequences. It can be used in areas such as economy, physics, radar control, etc. [21].

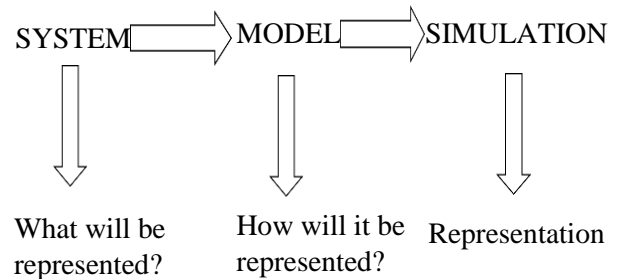


Figure 2. Simulation, Model and System Relation

Simulations are used for intelligent and complex operations and designs in production. In addition, it provides optimum decision-making by making exploration and planning models. Moreover, companies provide convenience in transition to industry 4.0 by making cost, risk, procedure, and performance evaluations [22].

2.3. Simulation Applications in Aviation

Working in the aviation industry requires communication, teamwork, problem-solving. Due to the differences between what students learn in the classroom and real life, the risk of accidents or incidents increases. With the rapid development of computer technology, simulation technology has emerged to solve these problems in aviation [23].

Flight simulators are one of the most widely used simulators in aviation. Engineers use the latest technologies to simulate a real airplane. Over the years, experts have come up with more complex and advanced simulations. Simulations are now expected to not only perform pilot duties but also understand complex human responses. As a result, the human-centered approach in simulations has become increasingly common [24]. One of the advantages of flight simulators is that they create the reality that a pilot is sitting on an airplane. There is a real cockpit layout from simulation and real control mechanisms of aircraft. Another advantage is that simulation training is less costly than real aircraft training. It also increases safety as it allows many flight and emergency attempts [25].

Apart from training simulators, there are also simulations used for research and development.

These R&D simulations have to adapt to ever-changing environmental conditions. These simulations are mostly used for controlling airports and air traffic. Airports are complex systems with many stakeholders such as operators, ATC providers, airlines, ground handling services. To optimize the usability and performance of these systems, examine the interaction of operators with their work environment, for development, testing, and validation purposes an experimental environment is needed [26].

Donohue, et al. 2002, explained many new simulation technologies are used to decrease congestion and increase safety and capacity in air transport. Some of those: [27].

- SIMMOD- FAA's airport and airspace simulation model
- TAAM- Total Airspace and Airport Modeler are used to simulate aircraft at and in the airspace around the airport.
- RAMS- European Reorganised ATC Mathematical Simulator

Total AirportSim is a computer software that can model both air and land sides. The model has been developed gradually and implemented over the years together by LeTech and the International Air Transport Association (IATA). The system consists of 3 main modules [28].

- Airport/Runway
- Gate
- Passenger Terminal

Morlang, 2006, stated in his research that increasing demand increases the capacity. For capacity increases to be made without sacrificing safety, it is necessary to simulate before the actual operation. The research focuses on the following realtime Human – in – the – Loop (HIL) simulation facilities: [29]

- Air Traffic Management and Operations Simulator (ATMOS)
- Apron and Tower Simulator (ATS)
- Airport and Control Centre Simulator (ACCES)
- Generic Cockpit Simulator (GECO)

3. Theoretical Method

Secondary sources were used in the literature part. In this study, a literature search was carried out. Priority was given to master and doctorate theses and research, articles, and books were utilized. In addition, current airport management simulations were examined and compared using an educational software evaluation scale which is Ateş (2011) Educational Software Evaluation Scale. This research covers airport management simulations reviewed in 2018. The most downloaded 30 airport simulation mobile and pc games were reviewed by researchers. 30 of these simulation games were examined by 4 doctoral students. Within the scope of the sample selection, the main titles of the airport operation games, and visual videos were watched. Educational training is the closest to the real airport operation scenarios created on Queue Management, Crowd Management, Slot Management, Baggage System. It includes methodological techniques for research purposes.

The educational software evaluation scale includes 6 dimensions and 41 items that are educational software features, visual design features, multimedia features, content, orientation and help, installation and usage features. 19 simulation games were selected which have free trial versions among 30 simulation games.

The research was carried out for the purpose of determining the situation of one semester (fall semester 15 weeks) in the 2018-2019 academic year in Eskişehir Technical University and Muğla Sıtkı Koçman University.

Data were collected within the scope of the airport final assignment with Aviation Management students. For simulation evaluation, homework was assigned to 40 Eskişehir Technical University students and 40 Muğla Sıtkı Koçman University students. Each game was distributed into groups of 4 people to evaluate them. Final assignment was completed by 76 students from 80 students.

The students were asked to play the games in this context in Queue Management, Crowd Management, Slot Management, Baggage System scenarios. The scenarios were applied on every games and each game was evaluated by a group. In the comparison, Educational Software Evaluation Scale was used [5].

Educational Software Evaluation Scale dimensions were evaluated with the weighted average and the ranking was made in accordance with the formula below, in the research.

$$C\bar{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i VD_i M_i C_i OH_i U_i}{\sum_{i=1}^n SI_i}$$

- E=Educational Features
- VD=Visual Design Features
- M=Multimedia Features
- C=Content Features
- OH=Orientation and Help
- IU=Installation and Usage
- SI=Scale Total Item

The following hypotheses about the first three software, which came out as a result of the weighted average ranking, were analyzed with the SPSS program Analysis Program.

H0 hypothesis: There is no difference between the educational features evaluation scores of the games among the first 3 games with the highest weighted average.

H1 hypothesis: There is a difference between the educational features evaluation scores of the games among the first 3 games with the highest weighted average.

4. Analysis and Findings

Sample scenarios covering research can be grouped as follows:

Scenario 1: Queue Management

Incorrectly placed check-in counters: The students participating in the research were asked to determine the number of check-in desks, boarding desks, and security checkpoints. Because we have to put up with the operating costs as well as the cost of purchasing these factors, and we have to hire personnel for each one. It has become very difficult to create a queue because check-in and boarding counters are located on a small area. Waiting times have increased. The flights at the same time do not arrive on time because check-in starts at the same time.

Display of the queue labyrinth: First of all, it is necessary to create labyrinths in order to enter the proper sequence. This prevents the formation of turmoil in the queues. In addition, the baggage bands need to be linked to all check-in counters so the necessity of putting them side by side is a

constraint for us. It is necessary to put the check-in desks side by side and at certain intervals so we cannot put them in very different places.

Crowded security points: Another point that forms the queue is the security checkpoints. The same labyrinths have to be created here as well. Also, another problem is that staff also have to pass through safety points and wait in queues with passengers. The solution to this problem is to allocate different safety points for passengers and personnel.

Example of a flight plan: Lastly, planning flights with one or two hours of shifts without taking the departures of the aircraft at the same time, could be another step in the solution.

Scenario 2: Crowd Management

Entrance crowd: The greatest cause of crowd formation in airports is the inadequacy of the guiding signs and advisory banks. People are having difficulty finding places to go and causing a big crowd. Trying to find something on their own is causing passengers to get angry, bored, and sometimes unable to reach their flights.

Crowd at bus stops: Crowded places are bus stops and passengers dropping and picking points. Bus stops must be in sufficient number and in suitable places.

Crowd in baggage pickup points: Baggage pickup points are always the most crowded places and waiting times are long here. First of all, enough seats should be placed for passengers to sit. There must be enough baggage points and staff to avoid any delays. The number of baggage handling areas should be increased according to the number of aircraft landing at the airport.

Scenario 3. Slot Management

Draft Flight Plan: There are a few things that restrict us when we sign slot agreements with airlines. Which are; operating hours of the airport, if a flight is delayed this reflected on all flights, at least 3 hours before the flight time, the flight must be set in the schedule, and airport and parking position capacity of the airport.

An Example Contract: The first step for slot management is to sign agreements with airline companies. As you can see, the contracts include the conditions of the companies and the amounts they will pay for the airport. We, as the airport manager, read these contracts and sign or decline according to whether our airport is suitable for these flights and

whether there is a profitable agreement. Successful flights are transformed into green. Delayed flights are shown in red.

Scheduled flight plan: If a flight is delayed, it is necessary to decide whether the flight should be delayed or not. If we do not allow it to be delayed, some passengers may be out. But if you let it delay, other flights may be delayed. Here, the manager should make the most appropriate decision. The suitability of parking positions at the airport is also of great importance when planning a slot. Large planes cannot park in small positions, so when signing a contract, it is necessary to pay attention to which aircraft will be operated.

Scenario 4. Baggage System

Display of the baggage bands: It is very difficult to set up a baggage system at the airport. A given baggage needs to be reached as soon as possible. However, the luggage band is a very long way to go at a certain speed. This band must first be connected to check-in counters. As mentioned in the queue problem section, check-in counters have to be side-by-side for this reason.

Baggage bands from underground and over ground: Some of the luggage straps should go from the top to the bottom of the straps. Building from under the ground after the check-in counters finishes will be the right decision in terms of space savings. Baggage moving in the bands is gathered at the baggage collecting places that are more visible and loaded onto baggage cars and taken to the plane. Incoming flights are left here again by baggage.

Baggage collecting area: Lastly, they are sent to baggage claim areas to pick up passengers' luggage. We must determine the number of baggage reception areas according to the density of the airport.

Reviewed Airport Simulation Games and Features

The following codes were used when entering the airport simulations that can be used in airport trainings into the SPSS analysis program. In the analysis section, the software will be mentioned through coding.

1. Airport Clash 3D
2. Airport Inc
3. Airport Master
4. Skyrama
5. Airport Tycoon Deluxe

6. Airport Simulator
7. Sim Airport
8. Airport Ceo
9. Airport Simulation 1-2 2018
10. Airport Parking
11. Airport Control
12. City Airport Super Flights 3D
13. Airport Terminal On Stream
14. Airport Rush
15. Airport Guy: Airport Manager
16. City Island Airport
17. Airport City: Airport Tycoon
18. Prg Live
19. Airport Dme

The Reliability Statistics of the Educational Software Evaluation Scale, which includes 41 items of the survey in the research, are given Table 1.

Table 1. Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,914	41

Figure 3 was prepared by visualizing the weighted averages of the answers given by the software to the Educational Features Dimension Scale Items with the formula. Code number 6 is Airport Simulation, 7 is SIM Airport and 8 is Airport CEO. Educational Features, which take motivation and education within the scope of the research, will be examined in more detail in later analyses.

$$C\bar{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n EDI_i}$$

E= Educational Features

EDI= Educational Features Scale Dimension Items

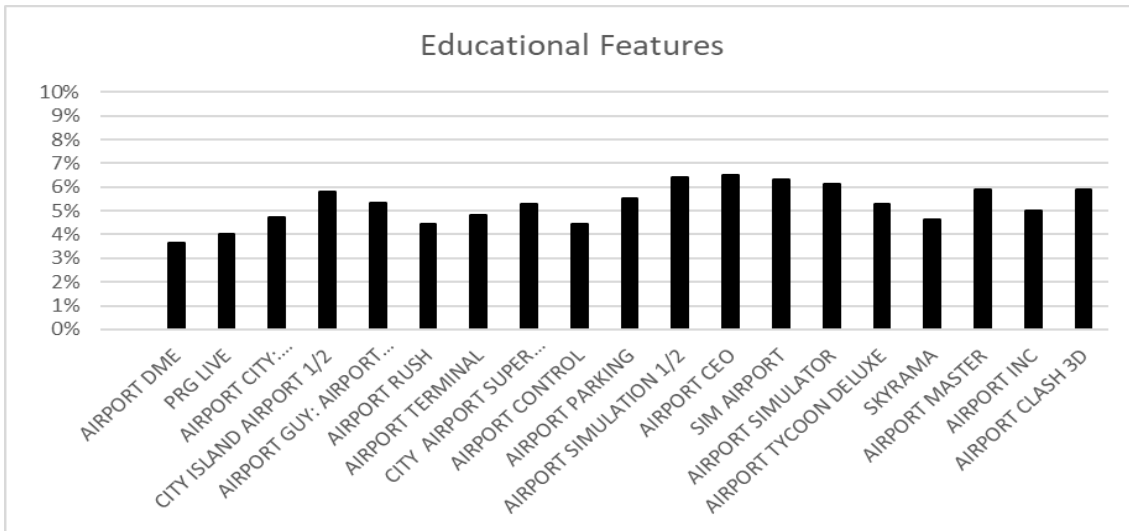


Figure 3. Educational Features of Reviewed Airport Simulation Games

Visual Design Features are parts that students consider graphic design on the simulation side. With the developing technology, depending on the graphics cards, very realistic 3d graphics are used in games. Even if it is not directly related to education, it is accepted as a criterion in determining the quality of the tool used. In the research, Airport Tycoon Deluxe with code number 5, SIM Airport with number 7 and Airport CEO with number 8, Airport clash 3d with number 1 are the programs

with the highest visual design ranking. Visual Design weighted averages of other programs are shown in Figure 4.

$$C\bar{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^n VD_i}{\sum_{i=1}^n VDI_i}$$

VD= Visual Design Features

VDI= Educational Features Dimension Scale Total Items

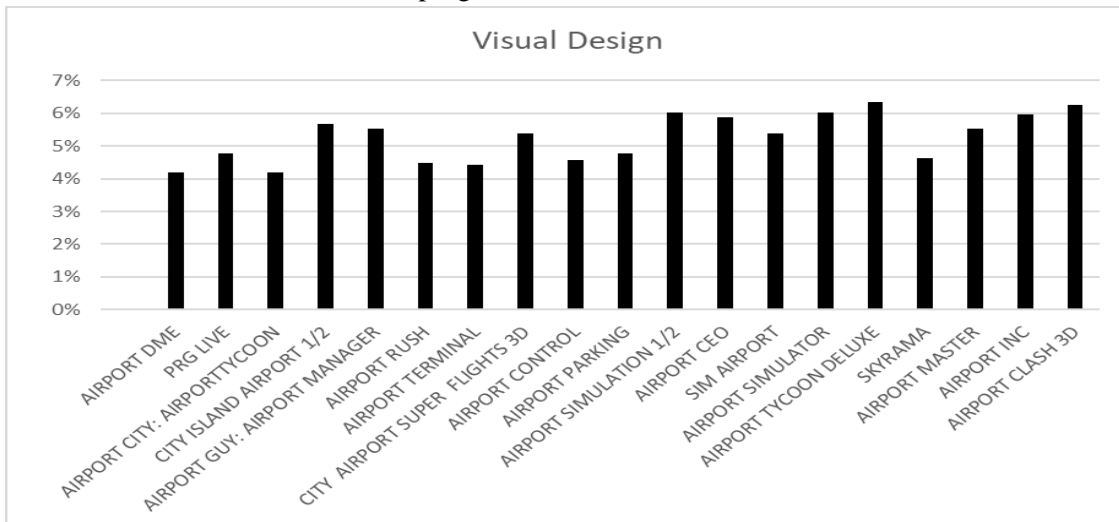


Figure 4. Visual Design Features of Reviewed Airport Simulation Games

Designs such as sound and simultaneous connection are auxiliary elements in educational software. These items were evaluated in the Multimedia Dimension Scale with the formula above. Figure 5 was prepared based on the results obtained. Airport Master with code number 3, SIM Airport with number 7 and Airport CEO with number 8 have higher average scores on this dimension of the scale.

$$C\bar{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\sum_{i=1}^n MDI_i}$$

M= Multimedia Features

MDI= Multimedia Features Dimension Scale Total Items

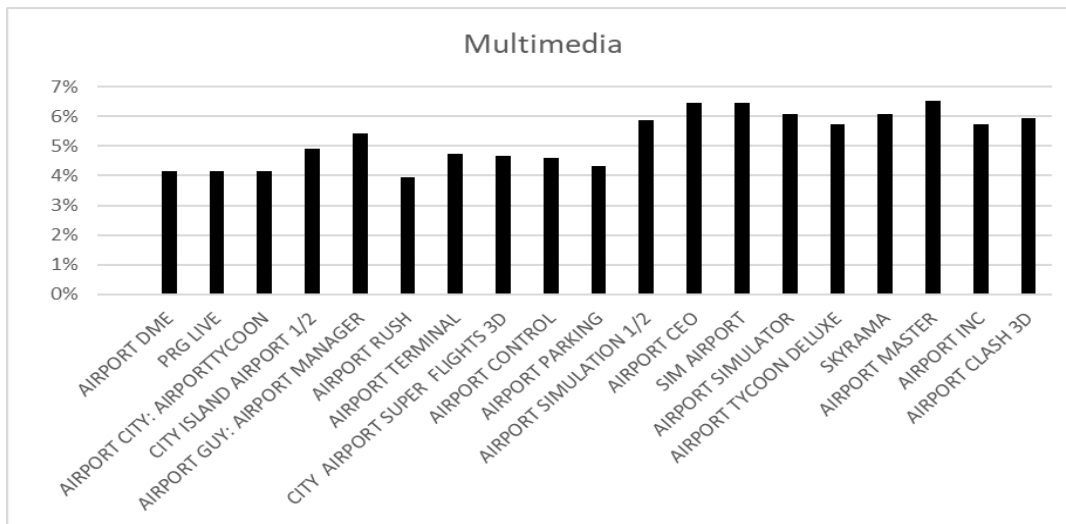


Figure 5. Multimedia Features of Reviewed Airport Simulation Games

Another important issue in the evaluation of software used in education is their content. Content Features data are given in figure 6. Sim Airport, Airport Tycoon Deluxe and Airport simulator software are in the top three in the ranking.

$$C\bar{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\sum_{i=1}^n MDI_i}$$

C= Content Features

CDI= Multimedia Features Dimension Scale Total Items

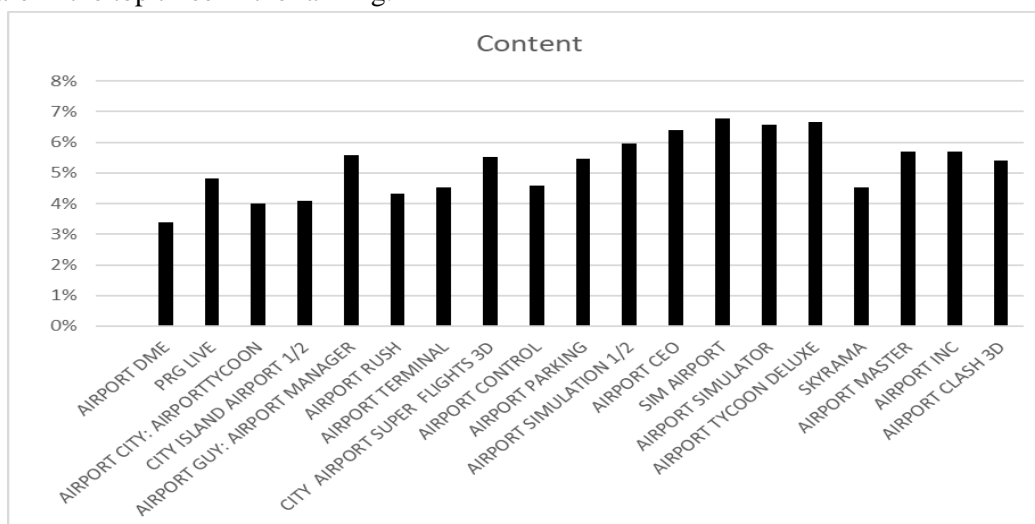


Figure 6. Content Features of Reviewed Airport Simulation Games

The arithmetic mean and standard deviation of the scores of the Educational Software Evaluation Scale and one of the sub-dimensions Educational Features of the software that can be used for education were calculated. They are ranked from highest to lowest average. Accordingly, hypothesis tests were conducted regarding user comments on Airport Simulation 1-2, Airport CEO and Sim Airport.

- H0 hypothesis: There is no difference between the educational features evaluation scores of the games among the first 3 games with the highest weighted average.

- H1 hypothesis: There is a difference between the educational features evaluation scores of the games among the first 3 games with the highest weighted average.

In order to determine whether the attitude scores of the first 3 weighted average software included in the study differ significantly according to Educational Features, the independent groups chi-square test was conducted. However, since the variances did not show a homogeneous distribution according to the Levene F Test results, the Kruskal-Wallis Test was used for independent measurements. The difference between the mean rankings of the Kruskal Wallis-H software groups, which was made

to determine whether the mean of the rankings of the Educational Features scale differs significantly according to the variable of “Compliance with The Learning Needs of the Target Audience”, was not found statistically significant (Table 2, Table 3, Table 4).

Table 2. Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Compliance with the learning needs of the target audience	76	2,54	,840
Game Name	76	10,00	5,514

Table 3. Ranks

	Game Name	N	Mean Rank
Compliance with the learning needs of the target audience	AIRPORT SIMULATION 1/2	4	6,88
	AIRPORT CEO	4	8,25
	SIM AIRPORT	4	4,38
	Total	12	

Table 4. Test Statistics(b)

Compliance with the learning needs of the target audience	
N	12
Median	3,00
Chi-Square	2,667(a)
df	2
Asymp. Sig.	,264

(a) 6 cells (100,0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 1,0.
 (b) Grouping Variable: Game Name

The difference between the mean rankings of the Kruskal Wallis-H software groups, which was made to determine whether the mean of the rankings of the Educational Features scale differs significantly according to the variable of “Compliance with The Learning Needs Of The Target Audience”, was not found statistically significant. H1 hypothesis was rejected.

5. Conclusion

As a result of the educational software evaluation scale, analyzes were made on the game which got the highest scores. In mobile simulations, the highest score is Airport simulator 1-2. In computer simulations, Airport CEO got the highest score. Considering all the simulations, the Airport

CEO is the most successful, so it is emphasized how airport management strategies are implemented in an Airport CEO simulation. When compared to 19 airport management simulations, it was observed that the airport management strategies could be implemented as simulated as Airport CEO. A simulation that allows for different strategies to be applied both on the air and on the landside needs to benefit from the information taught in aviation management courses and not to think like an executive. Simulation with this aspect allows an aviation management department student to develop their professional orientation before start to work in the sector.

The use of simulation in distance education will provide great benefits to students. Simulations can be used in the COVID-19 interactive lecture environment.

In addition, airport simulations, which we expect to become more widespread in the future, can make airports more effective and efficient. For example, it can reduce long waiting times, solve vehicle parking and capacity problems. Airports can be easier to manage with better planned airports.

The future research scope can be expanded in later studies and compared with control and experimental groups.

Ethical Approval

Not applicable

References

[1] M. N. Ural, “Eğitsel Bilgisayar Oyunlarının Eğlendirici ve Motive Edici Özelliklerinin Akademik Başarıya ve Motivasyona Etkisi,” Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir, 2009.

[2] T. Aras, “Çalgı (Gitar) Eğitiminde Oyunlaştırma Yöntemine Yönelik Eğitsel Yazılım Geliştirme Çalışması,” Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı Müzik Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora Tezi, 2020.

[3] D. Mutiara, A. Zuhairi ve S. Kurniati, “Designing, Developing, Producing and Assuring the Quality of Multi-Media Learning Materials for Distance Learners:,” Learnt from Indonesia's Universitas Terbuka., 2007.

[4] R. L. Lamb, L. Annetta, J. Firestone ve E. Etopio, “A meta-analysis with examination of

- moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations,” *Computers in Human Behavior*, pp. 158-167, 2018.
- [5] A. Ateş, “Eğitsel yazılım değerlendirme ölçeği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması,” *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 2(1), cilt 2, no. 1, pp. 12-22, 2011.
- [6] A. Piu, *Simulation and Gaming for Mathematical Education: Epistemology and Teaching Strategies*, Information Science reference, 2011.
- [7] Y. Akpınar, *Bilgisayar destekli eğitim ve uygulamalar*, İstanbul: Anı Yayıncılık, 1999.
- [8] M. Arı ve P. Bayhan, *Okul Öncesi Dönemde Bilgisayar Destekli Eğitim*, İstanbul: Epsilon Yayıncılık, 1999.
- [9] A. Baki, *Bilgisayar Destekli Matematik*, İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım., 2002.
- [10] N. Yiğit, “Fizikte Bilgisayar Destekli Kullanım Dersine Yönelik Bir Rehber Materyal Geliştirme Çalışması: Öğretmen Eğitimi-II,” %1 içinde V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, ODTU-Ankara, 2002.
- [11] A. Demir, “Endüstri 4.0'dan Eğitim 4.0'a Değişen Eğitim-Öğretim Paradigmaları,” %1 içinde *Electronic Turkish Studies*, Ankara, 2018.
- [12] E. Rachmawati, A. K. Prodjosantoso ve I. Wilujeng, “Next Generation Science Standard in Science Learning to Improve Student's Practice Skill,” *International Journal of Instruction*, pp. 299-310, 2019.
- [13] G. Şen, “Üniversitede Havacılık Bölümlerinde Okuyan Öğrenciler Meslek Seçiminde Etkili Olan Faktörlerin İncelenmesi,” *Journal of Aviation*, cilt 3, no. 2, pp. 122-131, 2019.
- [14] S. Alessi ve S. Trollip, *Multimedia for learning: Methods and development*, Allyn & Bacon, 2001.
- [15] Y. Budak ve E. Çoban Budak, “Öğrencilerin Bilgisayar Destekli Eğitim Hakkındaki Yargıları ve BDE ile Temel Bilgisayar Bilgisi Öğretiminin Etkinliği,” *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, cilt 1, no. 3, pp. 123-129, 2012.
- [16] T. Yanpar, *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı*, İstanbul: Anı Yayıncılık, 2006.
- [17] E. Baysan, E. Bayra ve Ö. Demirkan, “Teknoloji Destekli İşbirliğine Dayalı Eğitim Ortamları Araştırmalarına İlişkin İçerik Analizi (2010-2015),” *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, cilt 35, pp. 1-22, 2018.
- [18] T. Gümüş Çam, “Weblog (Web Tabanlı Simülasyon) oyunu aşamalarının kullanılarak yalın üretim sisteminin hizmet sektöründe uygulanması,” *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2011.
- [19] E. Sünger, *Profesyonel Güvenlik Eğitimi*, Ankara: Adalet Yayınevi, 2015.
- [20] B. Pekdağ, “Kimya Öğreniminde Alternatif Yollar: Animasyon, Simülasyon, Video ve Multimedya ile Öğrenme,” *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, cilt 7, no. 2, pp. 79-110, 2010.
- [21] T. De Jong ve W. R. Van Joolingen, “Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains,” *Review of Educational Research*, cilt 68, no. 2, p. 179–201., 1998.
- [22] P. W. Ferreira, F. Armellini ve L. A. S. Eulalia, “Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review,” *Computers & Industrial Engineering* Volume 149, 2020.
- [23] E. Lester, A. Georgiou, M. Hein, . G. Littlepage, R. Moffett ve P. Craig, “Improving aviation students' teamwork, problem solving, coordination, and communications skills during a high-fidelity simulation,” *19th International Symposium on Aviation Psychology*, 2017.
- [24] A. T. Lee, *Flight simulation: virtual environments in aviation*, Routledge, 2017.
- [25] J. Boril, M. Jirgl ve R. Jalovecky, “Using Aviation Simulation Technologies for Pilot Modelling and Flight Training Assessment,” *Advances in Military Technology*, Vol. 12, No. 1, pp. 147-161, 2017.
- [26] S. Kaltenhauser, “Tower and airport simulation: flexibility as a premise for successful research,” *Simulation Modelling Practice and Theory* 11, p. 187–196, 2003.
- [27] G. L. Donohue, R. Holland, M. Luo ve C.-H. Chen, “Modeling the Performance of the National Airspace System,” %1 içinde *Transportation Research Circular*, 2002.
- [28] T. X. Le, “Total AirportSim A New Generation Airport Simulation Model,” %1 içinde *Transportation Research Circular*, 2002.
- [29] F. Morlang, “Validation Facilities in the Area of ATM Bottleneck Investigation,” *25th Digital Avionics Systems Conference*, IEEE/AIAA, 2006.

The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Aviation Industry

Iryna HEIETS^{1*} , Yibing XIE¹ 

¹RMIT University, Melbourne Australia

Abstract

The impact of the pandemic is far from over, with most countries still grappling with whether and how to lift lockdowns and travel bans. The aim of this paper is to provide insights into the how the COVID-19 pandemic has impacted on international aviation. First, a brief review of the literature regarding previous crises that affected the aviation industry in recent decades is provided. Next, utilising PEST (Political, Economic, Socio-Cultural, and Technological factors) analysis, the influence of the pandemic on the aviation industry is investigated. The findings indicate that the aviation industry will enter a new round of the adjustment cycle, with the possibility of a large number of airlines going bankrupt, whilst others will need to reorganise, or be subject to merger with, or acquisition by, larger players in the sector. It would appear that the recovery of the aviation industry will be a long and slow process. Moreover, existing aviation business models may well need to be replaced by new ones, with airlines having to develop in the direction of unmanned and contactless service provision. The article is concluded with short-term and long-term recommendations for airlines regarding recovery of the demand for air travel.

Keywords: airline, aviation, business, PEST analysis, COVID-19.

1. Introduction

The outbreak of COVID-19 has brought substantial losses to many industries worldwide. The pandemic has led to higher economic loss and social turmoil than initially expected by the experts, with the impact on the aviation and the tourism industries has been particularly severe. As of early April 2020, global air traffic had fallen by 80% compared to the year before, according to the International Air Transportation Association

(IATA). Global quarantine measures have severed connections between different regions and caused a collapse in demand for air travel, leading to a crisis far more severe than earlier ones. In this paper, the current pandemic situation and relevant data from various industries are investigated via PEST (Political, Economic, Sociological and Technological) analysis. Probable changes and challenges regarding the post-epidemic era are

Corresponding Author: Iryna HEIETS iryna.heiets@rmit.edu.au

Citation: Heiets I., Xie Y. (2021). The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Aviation Industry J. Aviat. 5 (2), 111-126.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0001-8994-0645>; ¹ <https://orcid.org/0000-0002-7980-1323>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.933296>

Received: 5 May 2021 **Accepted:** 9 September 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

discussed, while possible countermeasures are evaluated as well.

This paper is aimed at reviewing past events as well as the current situation in order to predict the near future of the airline industry and to produce appropriate recommendations. The significance of this study is that it considers the impact of the COVID-19 outbreak, which has been far deeper than expected at the beginning of 2020, with almost all industries affected worldwide. Patterns, operations, and even the development prospects and directions of the aviation industry are expected to inevitably change even after the pandemic has run its course. Preparing for and responding to these changes is vital to avoid associated risks and to ensure a continued presence in the airline market in the post-pandemic era.

Initially, only the Asia-Pacific region was affected by what was thought to be a domestic epidemic, with the number of flights only slightly decreasing before 29th January 2020 [1]. By mid-March, the number of global flights began to decrease sharply, and by early April this figure had dropped to 20% of its pre-pandemic level as of the beginning of the year – an indicator of the paralysis of global air travel. IATA's forecast in March was relatively optimistic, estimating a 38% drop in global RPK (Revenue Passenger Kilometres) in 2020 and a passenger revenue loss of US\$ 252 billion compared to 2019. The actual decline, however, was far worse than what was forecast. Compared to March 2019, global passenger traffic decreased by 52.9%, and ASK (Available Seat Kilometres) decreased by 36.2%. Moreover, passenger demand in the international transport market shrank by 55.8% in March, while for the domestic markets it fell by 47.8% [2]. Brian Pearce [3], the chief economist of IATA, has anticipated that domestic flights all over the world can be resumed in about six months, whilst he expects only 50% of global international flights to be restored this year, which will amount to a worldwide loss of US \$ 314 billion in revenue.

Due to the sharp drop in revenue and cash inflows global airlines are facing immense pressure. Virgin Australia, the second-largest airline in Australia, was the first airline to fail, having recently entered a state of voluntary administration [4]. Following the bankruptcy of Virgin Australia, Mauritius Airlines also entered the escrow process

voluntarily [5]. Four of Norwegian Airline's subsidiaries in Sweden and Denmark have also filed for bankruptcy. According to Reuters [6], Avianca Holdings, the second-largest airline in Latin America, filed for bankruptcy on 10th May due to its failure to meet its bond payment deadline.

Travel restrictions due to the COVID-19 outbreak have drastically reduced the demand for crude oil, thus leading to price fluctuations. For the first time in US history, weak demand owing to the pandemic and the exhaustion of existing storage capacity has led to negative producer prices of oil. On 20th April 2020, the price of WTI (West Texas Intermediate) crude oil closed at -37.63 US dollars per barrel [7]. Brent crude oil, as the global crude oil benchmark, on the other hand, whilst not reaching a ground breaking negative value, has fallen by 70% compared to the beginning of 2020, closing at 19.33 US dollars per barrel [8].

At present, aviation stocks in various countries are experiencing a cliff-like plunge. Compared with the stock price at the beginning of 2020, the share price of Southwest Airlines, for example, has fallen by 50%, while that of Delta Air Lines is only one-third of what it was at the beginning of 2020. The price of the shares of Qantas fell as well, from a peak of 6.83, to a minimum of 2.03, in just one month. Back in early April, Berkshire Hathaway's subsidiary sold 13 million shares of Delta Air Lines and 2.3 million shares of Southwest Airlines, with a total transaction volume of US\$ 400 million. Warren Buffett made it clear at Berkshire Hathaway's annual shareholders meeting that his company and its subsidiaries have now given up all of their shares in the airline [9].

Not only the recent the pandemic, but other factors, such as terrorist attacks and rising crude oil prices, have pushed the aviation industry into a precarious situation in the 21st century. Faced with such crises, airlines will need to respond quickly and decisively to deal with the pressures of restructuring, integration, and segmentation of the market in order to gain a competitive advantage [10].

The 9/11 event was the first in this century to have a profound impact on the aviation industry. In November of the same year, the United States passed the Aviation and Transportation Security Act and established the Transportation Security Administration. Congress conveyed upon the TSA important task as coordination of law enforcement

agencies at all levels to prepare for large-scale security actions [11].

Few, if any, events in modern history are comparable with the 9/11 terrorist attacks in terms of the impact on the economy of the United States and the world at large, in particular in relation to the aviation industry [12]. Many US trading partners, especially nearby Canada and Mexico as well as banks, insurance companies, pension funds, and other financial institutions were affected as well [13]. It was found that tightened airport security measures after 9/11 reduced the number of passengers on all flights by approximately 6%, while the number of passengers on flights departing from the 50 busiest airports in the United States decreased by approximately 9%. As a result, it is estimated that the aviation industry lost approximately US\$ 1.1 billion [14].

Regarding the stock market, even though the average weekly earnings of airline stocks did not change significantly after the events of 9/11, regardless of the size of the company, the related systemic risk and the total risk increased significantly. Under such circumstances, airlines started to reduce their operating leverage by cutting salary expenses and hedging fuel price fluctuations. A lower operating leverage ratio can help airlines improve their inventory performance in terms of returns and risks [15].

For passengers, 9/11 resulted in psychological and emotional pressure on air travellers. Even the most experienced traveller was affected by a range of factors, such as the fear of separation from loved ones, anxiety and other safety-related fears [16]. The broad economic impact of every health-related emergency can be significant [17]. The first global infectious disease in the 21st century was SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) that began in February 2003, which is an airborne virus that can be transmitted through saliva in a manner similar to colds and flu (WHO). According to WHO [18] (World Health Organization), as of July 2003, SARS had spread to more than 30 countries, with widespread outbreaks in 6 countries. When the number of infected people is only 8439, the number of deaths directly or indirectly caused by SARS reaches 812, and the death rate is as high as 9.6%. In April of that year, global RPKs (Revenue Passenger Kilometres) dropped by 18.5% compared to 2002, while the Asia-Pacific region, which was

severely hit by SARS, dropped by 44.8%. It is worth mentioning that when the epidemic was severe, global FTKs (Freight Tonne Kilometres) increased by 7.7%, and even in the Asia-Pacific region, it rose by 10.6% [19].

The outbreak of SARS strongly proved the possibility of the rapid international spread of emerging pathogens. The lack of sharing and assistance mechanisms makes it extremely difficult to control because spread on a large scale has often already occurred before detected and reported [20]. Therefore, the World Health Assembly passed the amendment in 2005 and formally implemented the IHR (International Health Regulations) in 2007. At the same time, the decision-making criteria of PHEIC (Public Health Emergencies of International Concern) are clearly defined.

At the H1N1 influenza pandemic in 2009, global passenger demand fell by 9.3% compared to the same period last year, while freight demand fell by 17.4%. In Mexico, its airline traffic dropped by nearly 40% in May [21]. Due to the rapid response of WHO and the rapid development of specific drugs and vaccines. Although 216 countries were infected in the end, the global H1N1 mortality rate was only 0.001%-0.007% [22]. As media reports on the H1N1 flu decrease, the impact on passenger confidence has also eased. Except for the Middle East, demand conditions in all regions improved in August. Although profitability has not recovered, the impact of H1N1 has begun to decrease [23]. Aviation is one of the most important pillars of the global economy, not only connecting people, but also, providing millions of jobs worldwide and making a significant contribution to the economy. According to Dobruszkes and Hammer [24] GDP change is the main driver of air services dynamics and the crisis of air services has much more affected the USA, Europe and Japan than the rest of the world. When the financial crisis of 2008 occurred, the aviation industry, despite being one of the fastest-growing industries, faced negative growth and huge losses.

After comparing the data published by 41 international airlines in four regions (Europe and Russia; North America; China and the Asia Pacific; and Africa and the Middle East) in 2005, the research results showed that low-cost airlines are generally more efficient than full-service airlines and that large airlines have the advantage of

economies of scale [25]. Despite airlines quickly responding to the 2008 economic crisis by adjusting their capacity and cost base after absorbing the lessons of the 2001 crisis, many airlines' profits have been slow to recover. The deep recession of 2008 widened the gap between the successful and unsuccessful business methods further, gradually eliminating the latter [26].

Driven by economic, technological, demographic, social, and political factors, globalisation has interwoven the economies of many countries, creating interdependent networks of global markets, global production, global competition, and global exchanges. Globalisation, as a process of international integration, not only depends on the air transport industry but, in turn, also facilitates the development of the aviation industry further [27].

However, globalisation also entails many risks as well as growth opportunities. Many developed countries have increasingly gone down the road to deindustrialisation, such that the share of the economy of tertiary industry is approaching 80% in many European countries, Australia, and the United States. This, what has been termed 'premature deindustrialisation' [28] has lowered the income level in some countries, while also decreasing employment opportunities for their low-skilled labour force.

Research has shown that fluctuations in various crude oil prices or changes in the oil price system have no significant effect on the aviation stock prices. However, the impact of the combination of crude oil prices, in terms of their fluctuation and the unreliability of the crude oil production system has

been more acutely felt by particular airlines. In other words, airline inventory risk is extremely sensitive to crude oil volatility and oil systems determined by major global events [29].

2. Methodology

The research of this study is qualitative, for which the strategic planning aspect of the airline industry, the PEST (Political, Economic, Sociological, and Technological Aspects) (Fig. 1.) model is adopted as an appropriate research tool (Fig. 2.).

PEST analysis is a framework for analyzing macro-environmental factors, which aims to promote more effective strategic planning through inspection, evaluation and analysis of areas that may have an impact on the aviation industry, which divided into four aspects.

The data used in the research comes from multiple databases and related websites. Specifically, the main sources of data collection are the reports of IATA [30], The World Bank [31], and International Labour Organization, working documents and actual conditions as well as online versions of business journals and magazines, such as the Aljazeera and BBC NEWS. The data used in the research comes from multiple databases and related websites. Specifically, the main sources of data collection are the reports of IATA, The World Bank, and International Labour Organization, working documents and actual conditions as well as online versions of business journals and magazines, such as the Aljazeera and BBC NEWS

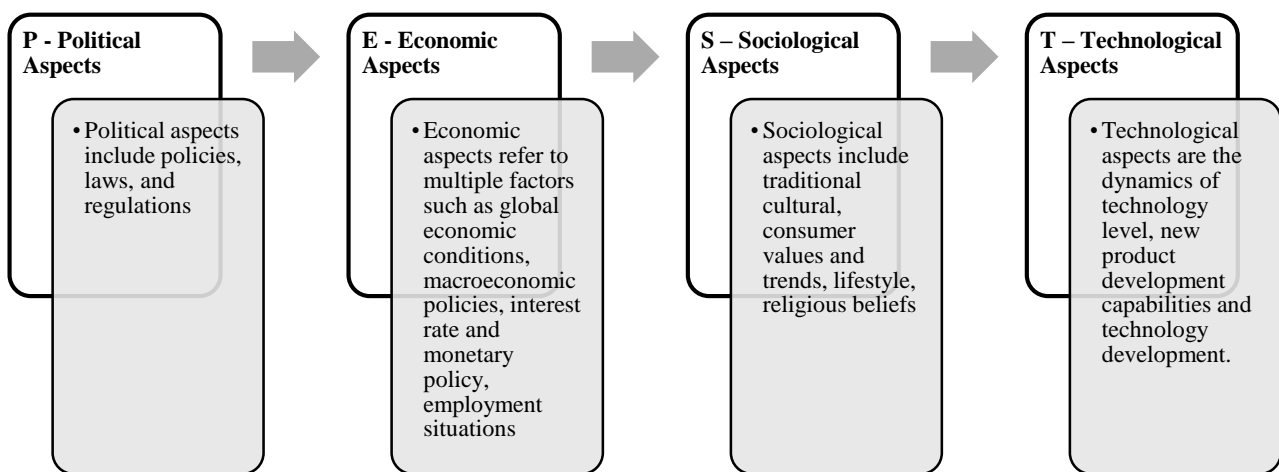


Figure 1. Elements of PEST analysis

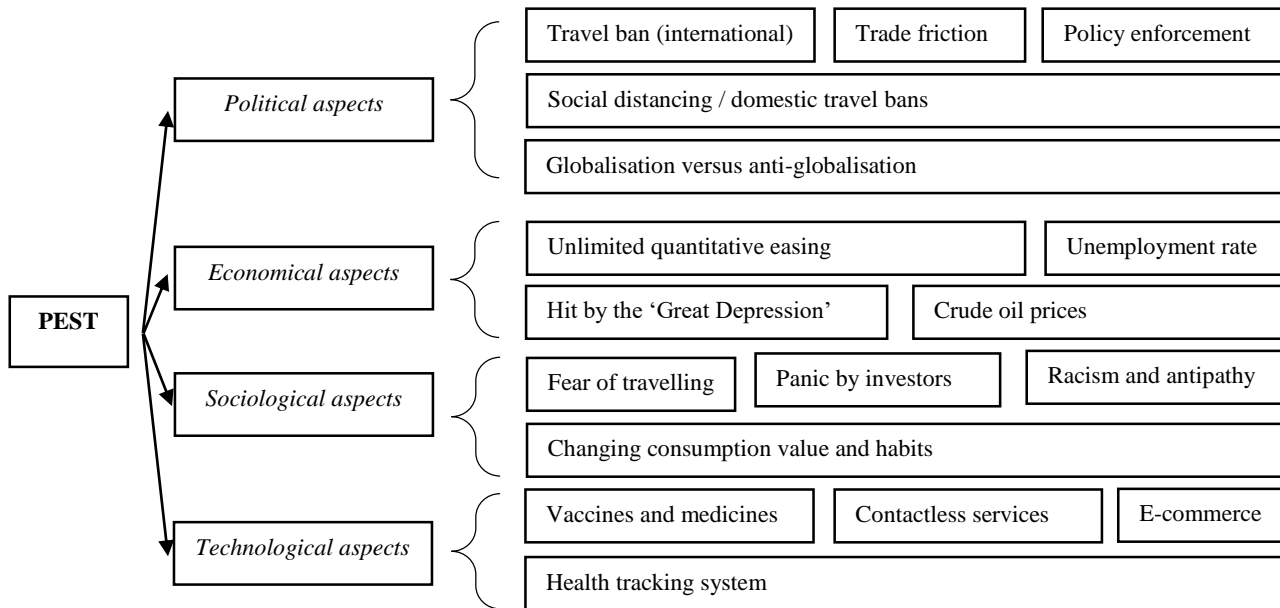


Figure 2. Adopted model of PEST analysis

3. Results and Discussion

3.1. Political aspects

Travel ban (international). At the end of January 2020, several countries began to issue travel bans on China, with the aim of avoiding the spread of the Covid-19 outbreak. However, the virus continued to spread globally, with the practice of lockdowns and travel bans gradually spreading from China then to Iran, Italy, South Korea, Spain, the United States, and finally, to most other countries around the globe. On 13th May 2020, the travel ban in the United States and Canada was extended to 21st June 2020 [31]. The disruption of travel bans on the transnational business of airline travel is clear. IATA (2020), in its statistical report of March 2020, pointed out that global international RPK dropped by 10.3% in February, reaching 55.8% by May. In the Asia-Pacific region, it was even measured as high as 65.5% – the largest decline ever recorded. The decision-makers who issued travel bans did not take into account the impact on the aviation industry, or they largely ignored them. The cancellation of thousands of flights heavily curbed the cash flow of all aviation companies. At this stage, whether or not an airline will face bankruptcy or voluntary administration depends on how long it can maintain its cash reserves.

Social distancing / domestic travel bans. While travel bans brought international air travel to a halt, the practice of social distancing further deteriorated the industry. There have been heated debates on

whether to continue to isolate entire societies. Medical advisers to the British government have made it very clear that the only safe long-term route is vaccines and appropriate combinations of drugs [32]. Policy makers are concerned that premature lifting of the control measures could lead to a resurgence of the outbreak. On the other hand, continuing lockdowns depress the economy, which could lead to social unrest. The suspension of most international air travel has interrupted both the cash flows of airline companies and the physical flows of individuals across countries. In other words, the demand for airline travel by passengers as well as the supply of flights by airlines have been drastically reduced.

Globalisation versus anti-globalisation. For decades, the processes of globalisation have been steadily advancing, appearing to be almost unstoppable. However, anti-globalisation movements emerged as well, especially after the 2008 financial crisis, leading to populist political waves. According to OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) data, global trade volume and foreign direct flows shrank by 20% in the first half of 2019, i.e. even before the current pandemic [33]. Now, under COVID-19, the globalisation patterns established in the past few decades are being redrawn. Globalisation is essentially a worldwide division of labour in the industrial supply and demand chain, which has the side effect that most countries have become heavily

reliant on global supply chains for many basic necessities. For instance, when Chinese factories were closed due to the COVID-19 outbreak, Apple started to delay the deliveries of iPhones, an action that opened the eyes of people to the inherent risks of dependence under such circumstances. Further, globalisation not only entails financial and economic integration, for it has also laid bare the possibility of the rapid spread of a contagious disease on a global level. Since 2003, several global pandemics have erupted, such as SARS, MERS, H1N1, Swine flu, Ebola virus, and the Zika virus, spreading across continents via ‘convenient’ and ‘efficient’ transportation channels [34]. Hence, it can be argued that the modern aviation industry is a spreader of epidemics as well.

Trade friction. Since 2018, the US-China trade war has weighed heavily on global air transportation, especially on the cargo industry. Airfreight volumes fell by around 3.9% globally, with freight tonne kilometres (FTKs) decreasing 5% in the Asia Pacific region, which has a 35.4% share of the world airfreight market. IATA has further noted that the demand for air cargo fell for ten consecutive months, a development that started well before the current travel restrictions. In addition to economic and trade factors, political ones have also been playing a significant role in the current trade friction between China and the US. The current US president appears to be using China as a scapegoat for the pandemic and its effects on the US. On this pretext, it is possible for Trump to tear up the agreement reached in January and announce new protectionist measures, in particular, given his forthcoming attempt at being re-elected [35]. Hence, a further escalation of the current trade friction can be expected.

Policy enforcement. Implementation of policies requires the acceptance and participation of the populace as even a perfect policy cannot be correctly and effectively implemented, if it is not embraced by those who have to adhere to it. After the onset of the pandemic, a large number of lockdown policies could not be effectively implemented due to their rejection by people. For instance, in Australia, a large number of tourists ignored public health warnings and visited Bondi Beach, which caused the federal government immediately to close the beach [36]. Regarding air travel, the CEO of Ryanair, Michael O’Leary,

proclaimed that if he was forced to comply with the “stupid policy” of in-flight social distancing rules, his company’s flights would not take off [37]. Similarly, Delta Airlines largely ignored social distancing. The lack of policy enforcement could lead to the prolonging of the epidemic cycle, thus slowing the speed at which society can return to normal.

3.2. Economic aspects

Unlimited quantitative easing (QE). The circuit breaker of US stocks was triggered four times within 9th to 18th March 2020. In order to stabilise the stock market, the Fed implemented a series of financial and monetary policies. Some analysts argue that infinite quantitative easing is a stimulant similar to epinephrine [38], whereby a large amount of US dollars has flowed into the capital market so that the US dollar can depreciate. This has meant that the operating costs of enterprises have increased due to the features of monetary policy. At present, commodity trading and financial settlement under global trade largely rely on the US dollar. Quantitative easing, as a method of ‘printing money’, can hide inflation and pass it on to all countries except for the United States. The global QE and negative interest rates after the 2008 financial crisis caused significant lasting effects. For instance, an increase in the gap between the rich and the poor along with the rise in populism have been major consequences. It has been reported that the UK government’s fiscal austerity policy has damaged the standard of living and led to the government having insufficient policy leeway and currency bullets to cope with a crisis [39]. Today’s unlimited QE has not only led to inflation, for it has also resulted in increases in the expenditures of airlines.

Hit by the ‘Great Depression’. Demand for air travel has always been highly cyclical, whereby years of growth and decline in air passenger traffic have alternated. On average, the annual passenger traffic growth rate fluctuates between 7 to 9%. The first negative growth in the global aviation industry followed the 2008 financial crisis when all airlines felt the impact of the rapid global economic downturn. Before that, the last Great Depression had occurred in 1929, when after the collapse of the US stock market, a large number of Americans fell into debt. Due to global adherence to the ‘gold

standard', the Great Depression gradually spread to the entire globe [40]. The current pandemic has also triggered economic shocks across the globe. That is, the global economy has once again declined rapidly, and the number of unemployed in the United States reached a record 20.5 million in April 2020. Moreover, a large number of offline retail stores went bankrupt, accompanied by a rise in online e-commerce. This structural adjustment of the economy means that a large number of retail jobs will not return, but the numbers of jobs that e-commerce can provide are far lower than the offline retail industry [41]. The continued spread of the virus itself may prevent any meaningful rapid recovery and hence, the world could fall into a state of long-term economic depression.

3.3 Crude oil prices. Storage location and capacity is one of the most critical reasons for the difference between the two benchmarks of global oil prices. Brent crude oil is priced in the central North Sea, where tankers have sufficient reserves and are easily

available, whilst the WTI oil reserves in the United States are limited and landlocked. Another reason for the price difference is that WTI must be physically delivered and traders must remove crude oil from the warehouse before contracts expire. Other benchmark crude oils of the same grade do not have this requirement, such as Brent crude oil [42]. However, just as the stock market cannot always be rising, the price of crude oil cannot fall endlessly. As various economies have been gradually relaxing the lockdown, or are planning to do so, the market has already anticipated recovery in oil demand. Moreover, Russia and OPEC have reached an agreement to reduce production. Under the double stimulus of increased demand and reduced supply, the price of Brent crude oil once again rose to US\$ 30.97 per barrel [43]. The current price of Brent crude oil as of March 2020 significantly decreased as shown in fig. 3. With the relief of the root cause of the oil crisis, crude oil prices are expected to increase further.



Figure 3. Brent Crude Oil Prices, \$ per barrel (sources: Trading economics)

Unemployment rate. As of the end of April 2020, the unemployment rate based on US Department of Labour statistics had jumped to 14.7%, while in March it was measured at only 4.4%. The total number of unemployed in the US reached 23.1 million, with a rising trend as shown in fig. 4. The US Department of Labour's Chief Economist, Betsey Stevenson, held that the actual unemployment rate in April 2020 may have been close to 20% due to inaccurate classification and biased statistics [44]. This kind of rocketing unemployment rate has not occurred in other major economies. Those of the United Kingdom,

Germany, Japan, and Australia have only increased by 0.1%, whilst for South Korea, France, and Spain this registered about 0.5%. In fact, in the two countries where the epidemic first broke out, China and Italy, unemployment rates even began to decrease. The pandemic is far from over, with governments facing a dilemma: lifting the blockade and social distancing may lead to a new COVID-19 break-out, while prolonged restrictions could cause unemployment and bankruptcy of businesses. Not even a larger scale of QE policy can solve the fundamental problem that recession will occur if consumers cannot consume.

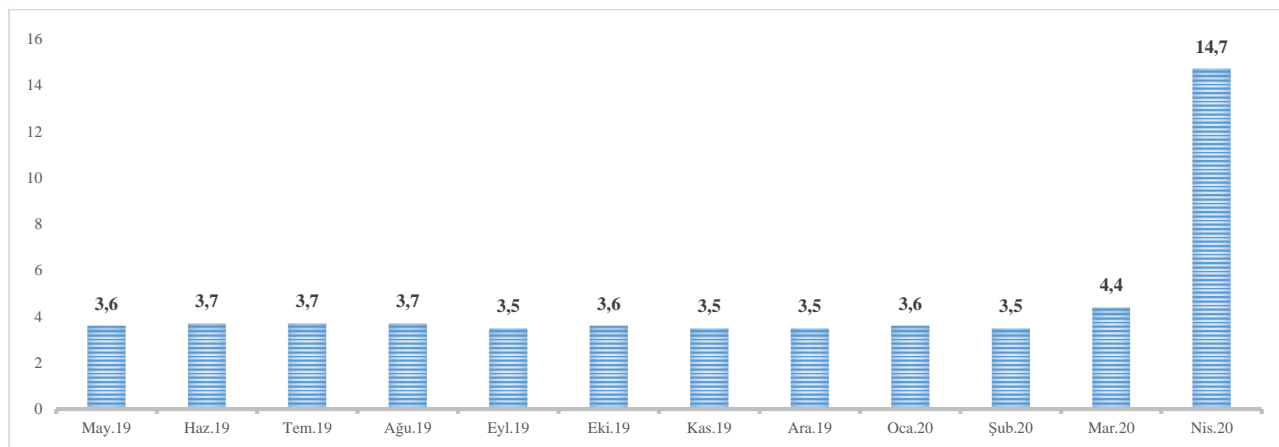


Figure 4. Unemployment rate (sources: The US Department of Labour’s Chief Economist)

3.4. Sociological aspects

Fear of travelling. Public panic about the virus outbreak is difficult to eliminate in the short term. Primarily due to the spread of false information, in many places both locals and tourists exhibit fear of travelling or engaging in contact with travellers. In India, it was reported that in some tourist hotspots, people were finding it difficult to obtain accommodation, because panicked hotel managers were shutting them out. At the same time, restaurants and taxis refused to provide services [45]. Some travellers have cancelled their original itinerary because of these unresolved factors.

Panic by investors. Warren Buffett is just one of many investors. However, investors’ panic has reached extreme levels. Just as with a panic bank run, a panic sell-off can happen whenever there is bad news. The impact of the pandemic on tourism and the aviation industry is obvious to every investor. Despite monetary policy (such as unlimited QE) or government bailout policies helping airlines to avoid bankruptcy and to maintain minimum operations, whilst investors’ fears are not allayed, the share prices of airlines in various countries are not expected to rise back to 2019 levels.

Changing consumption value and habits. Customers’ consumption value and consumption habits may have changed forever. Under global quarantine, they have been trying to deal with uncertainty. The risk of unemployment caused by the current crisis has made consumers’ purchasing behaviour unstable, with many having reduced their expenditure on non-essential products and services so as to ensure coverage of necessities. Also, due to changes in living habits, consumer behaviour has

changed. According to one survey, consumers in almost all countries and regions covered have increased spending on home entertainment [46]. This suggests that consumers’ consumption value and consumption habits have probably changed for good.

Racism and antipathy. The current epidemic has sadly revealed racist attitudes, especially the resentment and hatred of Asians, initially thought to be associated with the epidemic, having reached a peak in the United States. In the past two months, just one council in Los Angeles has received more than 1,100 reports of discrimination against Asian-Americans due to COVID-19. The US government’s extensive use of inappropriate vocabulary and the utilisation of China as a scapegoat to cover up the failure of its own crisis management during the epidemic have further exacerbated anti-Chinese and anti-Asian sentiments [47]. This is not the first time for such attitudes coming to the fore. In the 1980s, when the Japanese economy was booming, and the automobile manufacturing industry surpassed that of the United States, Japan became a similar target of hatred [48]. Discriminatory attitudes are extremely detrimental to the aviation industry. If they continue to spread on a large scale, this will inevitably hinder exchange and integration between regions, thus resulting in a negative impact on global trade. Hence, both the aviation manufacturing industry and the air transportation industry are bound to be affected.

3.5. Technological aspects

Vaccines and medicines. Countries and companies are competing to develop antiviral drugs and vaccines at a fast pace. The US goal is to provide hundreds of millions of vaccines by the end

of 2020. The University of Oxford in the UK has been collaborating with AstraZeneca, a pharmaceutical company, with the aim of providing millions of vaccines by the autumn. To this end, in May 2020, more than 1,000 patients participated in a preliminary experiment. China has also published research in Science Magazine relating to a vaccine it has developed that can protect rhesus monkeys from infection, which has been tested on 144 people [49]. Theoretically, it will take 12-14 months from vaccine development to mass production at the very earliest. Given large-scale trials in the Northern Hemisphere can be expected this summer, a vaccine could be ready in early or late 2021. However, the above expectations are optimistic estimates as these reflect a timetable based on the successful completion of each and every step. It is possible that no effective vaccine may come out at all from these endeavours.

Health tracking system. Some countries and regions are currently using health tracking systems to help prevent the spread of the coronavirus, such as Australia’s COVID-Safe and China’s Health QR code. The Public Health Agency of Canada is using an existing system for tracking influenza to monitor the spread of COVID-19 [50]. Health detection and monitoring systems have been developed rapidly in recent years. In particular, intelligent systems have been proposed that focus on monitoring various physical indicators, such as the blood pressure, heart rate, and body temperature of patients combined with GSM and GPS technology, to achieve 24/7 health and safety tracking and monitoring systems [51].

Contactless services. Consumers under the pandemic do not want to touch anything except their mobile phones. However, when delivering the goods, customers can also require that the deliverer put the goods outside the external door to avoid face-to-face contact. The current contactless service is still based on the procedures of the mobile terminal of the mobile phone. Naturally, the next step is to use robots to achieve true contactless delivery and relevant technologies in this regard have entered an experimental operation stage. In China, some hotels are almost entirely serviced by robots [52]. Even if the pandemic comes under control, these new consumption habits are likely to be retained.

E-commerce. The pandemic has changed customers’ shopping preferences. Many individuals have started to rely on online purchasing for their daily needs, whilst businesses are factoring these into their strategic models. Accordingly, the demand for e-commerce has been rapidly increasing at around 25-30% [53]. IATA’s (2020) air freight statistics show that the demand for air cargo in March had decreased by 15% compared with the previous year, whilst the supply capacity had dropped by 23%. At present, there is not enough transportation capacity to meet the demand for air freight, as the number of passenger aircraft commonly used for air mail transportation has decreased significantly by about 95% during the pandemic. The industry-wide cargo load factor reached a record-high for September (up 10.6ppts vs. a year ago) (fig. 5).

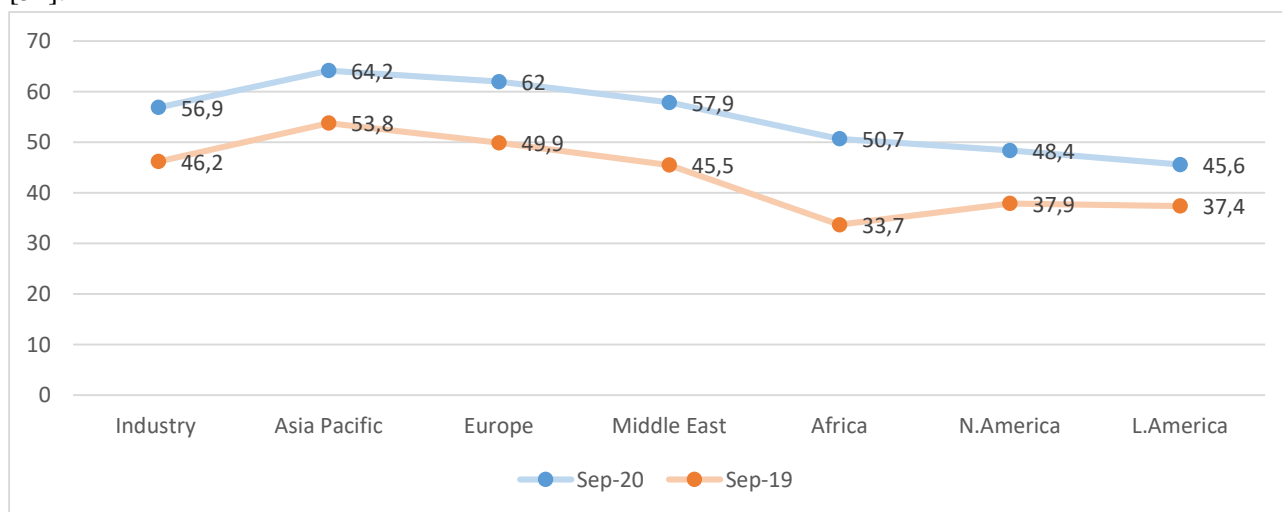


Figure 5. Industry-wide cargo load factors by region (sources: IATA, 2019)

4. Challenges in the post-pandemic era

The challenges relating to the operational environment of airlines are affected by macroeconomic as well as political factors. The drivers of change are complex and interconnected in multiple ways, but there are still some certain factors that will impact on the future of the aviation industry. Based on the analysis of the existing situation of the industry, the current policies and the state of the macro-economy, whilst keeping in mind the changes in light of past events, airlines are going to have to face many challenges in the post-epidemic era.

The development of hygiene safety standards. The COVID-19 outbreak is an exogenous disaster. As aforementioned, similar incidents that occurred in recent decades have been the Ebola and Zika viruses. The attacks on the Twin Towers on 9/11 nearly twenty years ago also affected the aviation industry significantly. After 9/11, the United States quickly passed the 'Aviation and Transportation Security Act', leading to airports and airlines across various countries strengthening their security checks. Most members of the public actively or passively accepted more stringent security regulations. In the face of the rampant Ebola outbreak, the World Health Organisation and other agencies suggested that countries cooperate in carrying out screening for passengers before leaving or entering relevant countries [54]. In order to deal with any possible pandemic in the future so as to prevent a rapid spread, relevant hygiene laws and regulations need to be promulgated, such as the 'Aviation and Virus Quarantine Safety Act', thus enforcing biological security procedures.

Anticipating negative growth. Retraction of global connections as well as economic depression caused by the recent epidemic are expected to have a huge impact on the global aviation industry. Economic depression will cut the demand for global aviation, as situation that will be further exacerbated the likely increasing trade friction and anti-globalisation movements. Hence, the global aviation industry may enter a cycle of negative growth, and various airlines could face the situation of a 'stock massacre'.

Extended recovery. Under the combined effect of various factors, the aviation industry is expected to

enter a long-term 'L-shaped' crisis, where demand will be the key to recovery. The recent outbreak has caused a huge collapse in demand, while growing unemployment has not only hit the demand for business travel, but also lowered private consumption. Furthermore, at present, airlines are in a state of hibernation, with almost all international routes having been suspended, and a large number of aircraft grounded as of June 2020. When lockdowns are lifted due to economic and policy improvements, airlines will need to reintroduce flight capacity at extremely high costs, which will also exacerbate their operational risks and slow the recovery speed. Also, industry and private consumers need more time to rebuild confidence. As a comparison, the demand for air travel fell immediately after the 9/11 incident due to fears regarding safety. Similarly, the SARS outbreak caused the RPK to fall, with demand not recovering to previous levels until well into 2004. In sum, the lack of consumer confidence is bound to slow down the recovery of the aviation industry [55]. Moreover, the measures taken and prevention policies implemented in various countries are still at different stages of development. Before 'herd immunity' is acquired globally, or specific drugs and vaccines are successfully developed, such a differentiated pandemic prevention measures will inevitably prevent countries from fully lifting travel bans. The recent IATA conference pointed out that the implementation of quarantine measures needs to take into consideration their likely impact on the aviation industry [56]. If demand cannot be restored, the recovery cycle of the global aviation industry will take longer.

The rise of transnational e-commerce and air freight. The pandemic has seen most air passenger traffic shut down; however, air freight traffic has continued to operate to a certain degree. Due to the connectivity and interdependency established over the past few decades, global industries have become highly dependent and complementary. The pursuit of maximisation of profits has led to unprofitable industries at unprofitable locations disappearing. A large number of materials needs to be produced in different regions; thus, air freight is utilised to ensure that necessary materials can reach production areas safely and swiftly.

Trade wars and anti-globalisation forces are not expected to damage the existing industrial connectivity overnight. Even if the business of air passenger transportation enters a decay cycle in the post-pandemic era, global supply chains are expected to stay dependent on each other for a long time, thereby ensuring continuing demand for passenger travel and freight delivery. In fact, IATA expects air freight to enter a period of slow but sustained development in the not too distant future. Market volatility caused by airline bankruptcies, and reorganisation and integration efforts. Whether it is bankruptcy or voluntary administration, both procedures entail complicated and painful outcomes for all stakeholders involved. In times of normal business operations, a company is expected to produce a continuous cash flow. The recent outbreak and the subsequent lockdowns have interrupted the regular cash flow of airline companies. Whilst demand has disappeared, fixed costs and any debts have remained. Thus, for some airlines, bankruptcy has become inevitable. At present, airlines applying for bankruptcy have three main characteristics: low yields, exhausted cash reserves, and the absence of a bailout. More airlines might follow, if global travel bans are not lifted. Virgin Australia, which fell first, had cash reserves to maintain operations for one month, and the current median cash reserves of most airlines can only to meet the demand for two months. By the end of May 2020, the number of bankrupt and custodial airlines due to cash flow disruption further increased. Faced with this fact, IATA [57] has proposed a variety of relief plans, including:

- Provision of direct financial support to passenger and freight companies to compensate for the decline in revenue and liquidity;
- Provision of loans by governments or central banks, loan guarantees, and support for the corporate bond market;
- Provision of tax relief, and/or temporary exemption of ticket taxes and other taxes levied by governments.

It doubtful whether these recommendations will be applied to the full extent and hence, airlines that once exhibited healthy development may end up bankrupt, in particular, if their operations and their resulting cash flow do not return to 'normal' levels.

Changes in the business model of airline services. The aftermath of previous crises witnessed the development of LLCs (low-cost carriers). In the post-pandemic era, the business model of airlines may face further changes. One possibility is that in the context of global economic contraction, the demand for high-end business aviation might be greatly reduced, with LLCs becoming the preferred choice for customers due to economic considerations. Hence, reducing operating costs can be expected to become the main theme of airlines. Through the application of artificial intelligence and digital management, unmanned and contactless operations could be realised in some aspects, thereby reducing company personnel and related expenses. With further technological development, the first unmanned contactless airline may well appear in the near future.

5. Conclusion

Due to the events triggered by the recent pandemic and the lockdown measures taken in response, combined with the aviation laws that resulted from the previous crises, the following conclusions can be drawn via the undertaken PEST analysis: In the post-pandemic era, countries will be expected to implement 'aviation safety' legislation to deal with possible recurrences of the epidemic. It is anticipated that the aviation industry will enter a recession cycle, due to the economic recession as well as trade friction.

The pandemic has eroded the confidence of passengers in air travel, whilst rising unemployment and other adverse economic risk factors are expected to prolong the aviation industry's recovery cycle. During this new cycle, many airlines will face bankruptcy or mergers with and takeovers of, other companies. New business models that are more adaptable to the trend of the times may emerge, while firms insisting on existing business models might well suffer. Compared to the air passenger transport business that is expected to enter a recession cycle, cross-border e-commerce may lead to continuous and yet slow growth of the air freight transport business.

The recent crisis was caused by the outbreak of COVID-19. Even though the suffering has been severe, the pandemic will eventually end, and a new

wave of development and growth will ensue. However, individual airlines have to survive in the short term. At present, the primary goal of most airlines is to resume flights, that is, restoring the supply and demand in the market, in order to ensure a regular cash flow. Nevertheless, restoring flights means the lifting of lockdowns and travel bans,

which is down to the policies of various governments and the expectations and needs of different societies. Even if all flight routes are resumed, a resurgence in COVID-19 cases might see a mass cancellation of flights again.

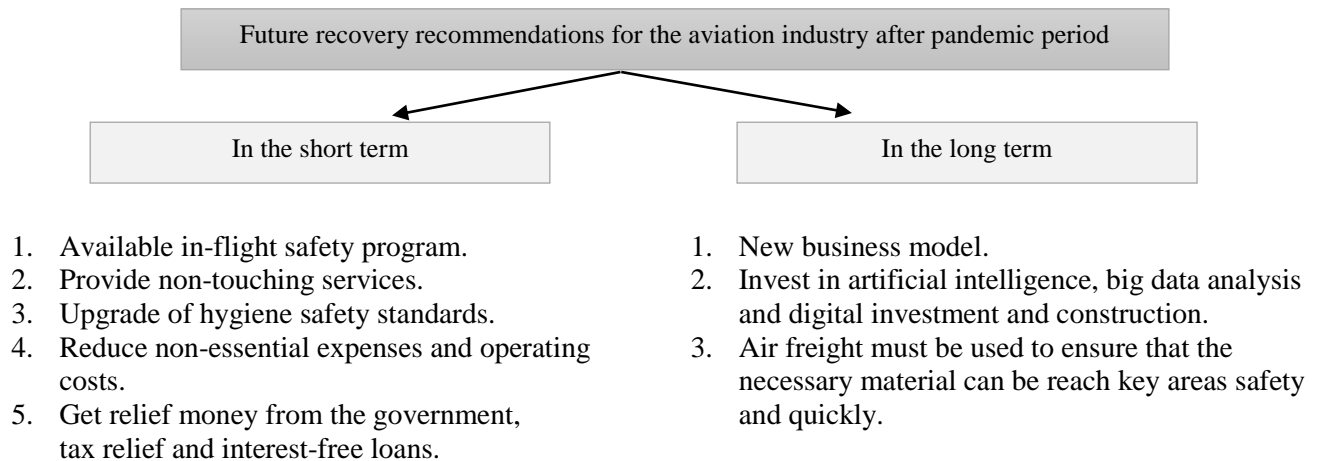


Figure 6. Recovery recommendation for aviation industry after COVID-pandemic

Recommendations in the short term:

Airlines should provide in-flight safety measures to reduce the probability of passengers being infected during the flight as much as possible as well as addressing people’s fear regarding health and safety. To reduce non-essential expenses and operating costs, layoffs will be necessary for most companies. However, in the current epidemic situation, countries are doing their utmost to control the unemployment rate, which will adversely affect the company’s brand image and might cause a negative social impact. As a mitigating measure, working hours of employees should be appropriately reduced, thus diminishing personnel expenditure effectively, but without resorting to laying off staff. Applying for and advocating of bailouts by governments, tax relief, or provision of new loans or loan extensions are essential for providing liquidity. It is also important to resist any possible bankruptcy by adopting measures aimed at keeping airline companies afloat after their original reserves have been exhausted, until regular flights, and normal operations can be fully resumed.

Recommendations in the long-term:

Airlines need to help governments in rebuilding confidence in air travel. Forces of globalisation should also be supported to curb isolationist tendencies so as to ensure a continued expansion of the demand for air travel.

Due to concerns relating to health, safety, employment and economic viability customer needs and preferences are expected to change. Hence, airlines need to explore new business models that are commensurate with these new needs and preferences. Old business models may no longer be suitable in the post-pandemic era. Companies that do not meet the new needs of their customers and that do not differentiate their products and services are likely to get squeezed out.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] IATA, “IATA / UPU Warn of Air Capacity Shortage”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-05-04-01/> [Accessed September 2, 2021].
- [2] IATA, “Air Passenger Market Analysis”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/iatarepository/publications/economic-reports/air-passenger-monthly-analysis--mar-2020/> [Accessed September 2, 2021].
- [3] IATA, “International Air Traffic Drops 18.5% in April”, International Air Transport Association. Available at: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2003-05-23-01/>> [Accessed September 2, 2021].
- [4] M. Cherney, “Bankrupt Virgin australia's foreign backers BECAME liability in search for bailout”, The Wall Street Journal. Available at: <https://www.wsj.com/articles/bankruptvirgin-australias-foreign-backers-became-liability-in-search-for-bailout-11587462987> [Accessed September 2, 2021].
- [5] T. Boon, “Air Mauritius placed into administration”, Simple Flying. Available at: <https://simpleflying.com/air-mauritius-administration/> [Accessed September 2, 2021].
- [6] M. Rochabrun, D. K. Kumar and N. Bocanegra, “World’s second-oldest airline, Avianca, driven to bankruptcy by coronavirus”, Finance. Available at: <https://finance.yahoo.com/news/colombias-avianca-airline-files-bankruptcy-174035790.html> [Accessed September 2, 2021].
- [7] EMA. “Media Briefing COVID-19”. EMA. Available at: https://www.iata.org/contentassets/50aef8da0fbd47298a3bb2aa52a9ec77/010720_ame-media-briefing.pdf [Accessed September 2, 2021].
- [8] B. Jones, “Power Line: The real reason crude oil went negative, top oil stock picks, and why the clean-energy transition endures”, Business Insider Australia. Available at: <https://www.businessinsider.com.au/power-line-why-oil-prices-went-negative-levels-of-detail-2020-4?r=US&IR=T> [Accessed September 2, 2021].
- [9] M. DeCambre, “Buffett says he Dumped entire stake in AIRLINE-SECTOR stocks: 'the world changed for AIRLINES' Amid coronavirus”, MarketWatch. Available at: <https://www.marketwatch.com/story/buffett-dumps-entire-airline-stake-saying-the-world-changed-for-airlines-2020-05-02> [Accessed September 2, 2021].
- [10] A. Cento, “The airline industry: challenges in the 21st century”, Springer Science & Business Media.
- [11] ANDERSON. Air travel in the Upstate affected by 9/11 attacks”. “GoUpstate. Available at: <https://www.goupstate.com/news/20091230/air-travel-in-the-upstate-affected-by-911-attacks> [Accessed September 2, 2021].
- [12] D. E. Clark, J. M. McGibany and A. Myers, “The effects of 9/11 on the airline travel industry. In The Impact of 9/11 on Business and Economics”, Palgrave Macmillan, New York. (pp. 75-86).
- [13] J. Price and J. Forrest, “Practical aviation security: predicting and preventing future threats”, Butterworth-Heinemann. s.n., pp. 1-43.
- [14] G. Blalock, V. Kadiyali and D. H. Simon, “The impact of post-9/11 airport security measures on the demand for air travel”, the Journal of Law and Economics, 50(4), 731-755.
- [15] H., Kim and Z. Gu, “Impact of the 9/11 terrorist attacks on the return and risk of airline stocks”, Tourism and Hospitality Research, 5(2), 150-163.
- [16] R. Bor, “Psychological factors in airline passenger and crew behaviour: a clinical overview”, Travel medicine and infectious disease, 5(4), 207-216.

- [17] D. Rassy and R. D. Smith, “The economic impact of H1N1 on Mexico's tourist and pork sectors”, *Health economics*, 22(7), 824-834.
- [18] World Health Organization, “SARS outbreak contained worldwide”. Available at: <https://www.who.int/news-room/detail/05-07-2003-sars-outbreak-contained-worldwide> [Accessed September 2, 2021].
- [19] IATA, “COVID-19 Puts Over Half of 2020 Passenger Revenues at Risk”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-04-14-01/> [Accessed September 2, 2021].
- [20] K. S. Kohl, R. R. Arthur, R. O'Connor and J. Fernandez, “Assessment of public health events through international health regulations”, *United States, 2007–2011. Emerging infectious diseases*, 18(7), 1047.
- [21] IATA, “Traffic Volumes Improve, but Costs Rising - Profitability Remains Distant”, International Air Transport Association. Available at: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2009-09-29-01/> [Accessed September 2, 2021].
- [22] M. Terry, “Compare: 2009 H1N1 Pandemic Versus the 2020 Coronavirus Pandemic, BioSpace”, BioSpace. Available at: <https://www.biospace.com/article/2009-h1n1-pandemic-versus-the-2020-coronavirus-pandemic/> [Accessed September 2, 2021].
- [23] IATA, “IATA Economics’ Chart of the Week Passenger confidence key to the post-COVID-19 recovery in air travel”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/passenger-confidence-key-to-the-post-covid-19-recovery-in-air-travel/> [Accessed September 2, 2021].
- [24] F. Dobruszkes and G. Van Hamme, “The impact of the current economic crisis on the geography of air traffic volumes: an empirical analysis”, *Journal of transport geography*, 19(6), 1387-1398.
- [25] C. Barbot, Á. Costa and E. Sochirca, “Airlines performance in the new market context: A comparative productivity and efficiency analysis”, *Journal of Air Transport Management*, 14(5), 270-274.
- [26] M. Franke and F. John, “What comes next after recession?—Airline industry scenarios and potential end games”, *Journal of Air Transport Management*, 17(1), 19-26.
- [27] L. Dwyer, “Globalization of tourism: Drivers and outcomes”, *Tourism Recreation Research*, 40(3), 326-339.
- [28] D. Rodrik, “Premature deindustrialization”, *Journal of economic growth*, 21(1), 1-33.
- [29] M. Nandha, R. Brooks and F. A. Robert, “Oil, oil volatility and airline stocks: a global analysis”, *Accounting and Management Information Systems*, 12(2), 302.
- [30] IATA, “IATA Economics’ Chart of the Week Passenger confidence key to the post-COVID-19 recovery in air travel”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/passenger-confidence-key-to-the-post-covid-19-recovery-in-air-travel/> [Accessed September 2, 2021].
- [31] Al Jazeera. Report: US, Canada to Extend travel ban through June 21 “Coronavirus pandemic” Al Jazeera. Available at: <https://www.aljazeera.com/news/2020/05/report-canada-extend-travel-ban-june-21-200513141155531.html> [Accessed September 2, 2021].
- [32] H. Pym, “Coronavirus: Social restrictions “to remain for rest of year.”, BBC News. Available at: <https://www.bbc.com/news/uk-politics-52389285> [Accessed September 2, 2021].
- [33] L. Ramsey, “The Anti-Globalization Pandemic”, Laurent Ramsey. Milken Institute. Available at: <https://milkeninstitute.org/power-of-ideas/anti-globalization-pandemic>
- [34] R. Fontaine, “Globalization will look very different after the coronavirus pandemic”, *Foreign Policy*, Available at: <https://foreignpolicy.com/2020/04/17/globali>

- zation-trade-war-after-coronavirus-pandemic/ [Accessed September 2, 2021].
- [35] R. Leering, “Trade war: Where is Trump heading? ”, ING. Available at: <https://think.ing.com/articles/trade-war-where-is-trump-heading/> [Accessed September 2, 2021].
- [36] D. Dumas, Bondi beach: “How the Australian icon became a coronavirus hotspot”, The Guardian, Available at: <https://www.theguardian.com/australia-news/2020/apr/05/bondi-beach-how-the-australian-icon-became-a-coronavirus-hotspot> [Accessed September 2, 2021].
- [37] R. Davies, “Ryanair boss says airline won't fly with 'idiotic' social distancing rules”, The Guardian, Available at: <https://www.theguardian.com/business/2020/apr/22/ryanair-boss-says-airline-wont-fly-with-idiotic-social-distancing-rules> [Accessed September 2, 2021].
- [38] J. Shieber and D. Crichton, “Stock markets halted for unprecedented third time due to coronavirus scare”, TC. Available at: <https://techcrunch.com/> [Accessed September 2, 2021].
- [39] R. J. Partington, “The verdict on 10 years of quantitative easing”, The Guardian. Available at: <https://www.theguardian.com/business/2019/mar/08/the-verdict-on-10-years-of-quantitative-easing> [Accessed September 2, 2021].
- [40] History.com Editors, “Great depression history”, History.com, Available at: <https://www.history.com/topics/great-depression/great-depression-history> [Accessed September 2, 2021].
- [41] J. D. Sachs, “We’re already in a Great Depression”, CNN. Available at: <https://edition.cnn.com/2020/05/18/opinions/coronavirus-recession-economy-public-health-trump-sachs/index.html> [Accessed September 2, 2021].
- [42] J. Lee, “Negative Oil Prices Were a Warning, Not an Anomaly”, Bloomberg. Available at: <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2020-04-26/negative-oil-prices-were-a-warning-not-an-anomaly-in-covid-19-era> [Accessed September 2, 2021].
- [43] C. Olisah, “Crude oil prices surge higher, Brent crude nears \$30 per barrel”. Nairametrics. Available at: <https://nairametrics.com/2020/05/05/crude-oil-prices-surge-higher-brent-crude-nears-30-per-barrel/> [Accessed September 2, 2021].
- [44] S. Ziv, “Don’t Be Fooled By Official Unemployment Rate Of 14.7%; The Real Figure Is Even Scarier”. Forbes. Available at: <https://www.forbes.com/sites/shaharziv/2020/05/10/dont-be-fooled-by-official-unemployment-rate-of-147-the-real-figure-is-even-scarier/#68282e4855d> [Accessed September 2, 2021].
- [45] K. Purohit and T. Mukherjee, “Foreign tourists face hostility in India amid coronavirus panic”, Aljazeera. Available at: <https://www.aljazeera.com/news/2020/03/foreign-tourists-face-hostility-india-coronavirus-panic-200324083648362.html> [Accessed September 2, 2021].
- [46] K. Jones, “How COVID-19 Consumer Spending is Impacting Industries”, Visual Capitalist. Available at: <https://www.visualcapitalist.com/consumer-spending-impacting-industries/> [Accessed September 2, 2021].
- [47] T. Lewis-Simó, “UCLA community responds to increased racism toward Asian Americans during pandemic”, Daily Bruin. Available at: <https://dailybruin.com/2020/05/13/ucla-community-responds-to-increased-racism-toward-asian-americans-during-pandemic> [Accessed September 2, 2021].
- [48] L. Jue, “Activists Warn Anti-Asian Racism Likely to Worsen After Lockdown Lifts”, San Francisco Public Press. Available at: <https://sfpublicpress.org/activists-warn-anti-asian-racism-likely-to-worsen-after-lockdown-lifts/> [Accessed September 2, 2021].
- [49] Johnson, C. Y. (2020). Moderna’s coronavirus vaccine shows encouraging early results. The Washington Post. Retrieved from

- <https://www.washingtonpost.com/health/2020/05/18/coronavirus-vaccine-first-results/>
- [50] B. Boshra, “Public health agency of Canada Using FLU tracking system to Monitor covid-19”, Montreal. Available at: <https://montreal.ctvnews.ca/public-health-agency-of-canada-using-flu-tracking-system-to-monitor-covid-19-1.4920401> [Accessed September 2, 2021].
- [51] K. Aziz, S. Tarapiah, S. H. Ismail, S. Atalla. “Smart real-time healthcare monitoring and tracking system using GSM/GPS technologies”. In 2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC) (pp. 1-7).
- [52] J. Bird, “Zero contact everything: Coronavirus causes the rapid rise of 'no touch' retail”, Forbes, Available at: <https://www.forbes.com/sites/jonbird1/2020/03/29/zero-contact-everything-coronavirus-causes-the-rapid-rise-of-no-touch-retail/#4abd738e38cf> [Accessed September 2, 2021].
- [53] IATA, “Immediate and Severe Air Cargo Capacity Crunch”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-04-28-01/> [Accessed September 2, 2021].
- [54] World Health Organization, “Coronavirus disease (COVID-19) pandemic”. Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> [Accessed September 2, 2021].
- [55] C. Y. Johnson, Moderna’s coronavirus vaccine shows encouraging early results”, The Washington Post. Available at: <https://www.washingtonpost.com/health/2020/05/18/coronavirus-vaccine-first-results/> [Accessed September 2, 2021].
- [56] IATA, “International Labour Organization. “Statistics and databases. Available at: <https://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang--en/index.htm> [Accessed September 2, 2021].
- [57] IATA, “IATA Economics’ Chart of the Week Passenger confidence key to the post-COVID-19 recovery in air travel”, IATA. Available at: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economicreports/passenger-confidence-key-to-the-post-covid-19-recovery-in-air-travel/> [Accessed September 2, 2021].

Covid-19 Aşılarının Lojistiğinde Havacılık Endüstrisinin Rolü

Gülaçtı ŞEN^{1*} 

¹ İstanbul Esenyurt Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi Havacılık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet

2020 yılında tüm dünyada pandemi ilan edilmesine sebep olan Covid-19 adlı virüs nerdeyse tüm dünyada uçuşların iptal edilmesine sebep olmuş, ancak bir taraftan da havacılık endüstrisinin önemini artırmıştır. Virüsün ortaya çıktığı ilk günden itibaren havacılık endüstrisinin durumu kötüye giderken, normalleşme sürecinde tüm dünyada aşılama çalışmalarının başlamasıyla, aşıların lojistiği tartışılmaya başlanmıştır. Aşıların taşınması ve dağıtımı için uygun koşulların sağlanması, soğuk zincir lojistiği ve havacılık endüstrisinin bu konudaki çalışmaları ön planda olmuştur. Bu çalışmada, Covid-19 aşılarının lojistik sürecinde havacılık endüstrisinin nasıl bir rol oynadığı araştırılmıştır. Ağırlıklı olarak ICAO, IATA ve EUROCONTROL'den elde edilen veriler ile havayolu ve hava kargo işletmelerinin aşıların lojistiği ile ilgili yaptığı çalışmalar incelenmiştir. Teknolojinin gelişimiyle birlikte havayolu taşımacılığında sıcaklık kontrollü konteynerler gibi özel ekipmanların kullanılması, önemli ölçüde bilgi ve uzmanlıkla işlerin yürütülmesi ve kalite yönetim sisteminin uygulanması vb. işlemler, Covid-19 aşılarının küresel dağıtımında havayolu endüstrisinin tercih edilmesinde etkili olmuştur. Buna ilaveten uluslararası havayolu ve hava kargo işletmelerinin pandeminin olumsuz etkilerinden kurtulmak amacıyla, aşı dağıtımında yer almak için ciddi çalışmalar yaptığı tespit edilmiştir. Çalışmada uluslararası kuruluşların ve havayolu şirketlerinin küresel aşı dağıtımına ilişkin çalışmaları ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aşı Lojistiği, Havacılık Endüstrisi, Havacılıkta Lojistik, Soğuk Zincir, Covid-19 Aşıları

Role of Aviation Industry in Logistics of Covid-19 Vaccines

Abstract

The virus called Covid-19, which caused a pandemic to be declared all over the world in 2020, caused flights to be canceled almost all over the world, but on the other hand, it increased the importance of the aviation industry. While the situation of the aviation industry has deteriorated since the first day of the virus, with the start of vaccination studies all over the world in the normalization process, the logistics of vaccines started to be discussed. Providing suitable conditions for the transportation and distribution of vaccines, cold chain logistics and the work of the aviation industry on this issue have been at the forefront. In this study, the role of the aviation industry in the logistics process of Covid-19 vaccines was investigated. The data obtained mainly from ICAO, IATA and EUROCONTROL and the studies of airline and air cargo companies on the logistics of vaccines were examined. With the development of technology, the use of special equipment such as temperature-controlled containers in air transport, the execution of works with significant knowledge and expertise, and the implementation of the quality management system, etc. The transactions have been instrumental in

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Gülaçtı Şen gulactisen@esenyurt.edu.tr

Citation/Alıntı: Şen G. (2021). Covid-19 Aşılarının Lojistiğinde Havacılık Endüstrisinin Rolü J. Aviat. 5 (2), 127-141.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0003-4168-0586>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.983597>

Gelis/Received: 16 Ağustos 2021 **Kabul/Accepted:** 12 Ekim 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

favoring the airline industry for the global distribution of Covid-19 vaccines. In addition, it has been determined that international airlines and air cargo companies are making serious efforts to take part in vaccine distribution in order to get rid of the negative effects of the pandemic. In the study, the studies of international organizations and airline companies on global vaccine distribution were revealed.

Keywords: Vaccine Logistics, Aviation Industry, Aviation Logistics, Cold Chain, Covid-19 Vaccines

1. Giriş

Havacılık endüstrisi, dünya genelinde turizm ve kargo talebindeki büyüme nedeniyle son on yılda istikrarlı bir büyümeye tanık olmaktadır. Sektörün değer zincirinde doğrudan ve dolaylı olarak milyonlarca vasıflı ve yarı vasıflı insan istihdam edilerek, sektör, sosyal kalkınmaya ve ekonomik büyümeye katkı sağlayan önemli bir kalkınma sektörü haline gelmiştir. 2019 yılının sonunda, ticari havayolu endüstrisinin katma değerli çıktısı 2,7 trilyon Amerikan Doları değerindeydi ve sektörün Covid-19 sebebiyle büyük zarara uğrayacağına dair işaret bulunmamaktaydı. Ancak salgın ortaya çıktığında havacılık endüstrisi hızlı ve sert bir şekilde düşüşe geçmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 11 Mart 2020'de pandemi ilanının ardından birçok havayolu işletmesi uçaklarını yere indirmek zorunda kalmıştır (Rimmer, 2020: 121). Pandeminin etkisiyle yolcu taşımacılığı durma noktasına gelirken, havacılık işletmelerinin krizin olası etkilerini azaltmak için faaliyetlerini minimum seviyede de olsa sürdürmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bu faaliyetlerin neticesinde hava kargo taşımacılığı artmıştır. Hava kargo taşımacılığı pandemiye karşı direnç göstermiştir. Yapılan araştırmalar, havacılık sektörünün pandemi krizinden kurtulması için orta vadeli bir çözüm olarak hava kargoya odaklanmaktadır. Sun vd. (2021) hava kargo taşımacılığının, sektör için yeni bir fırsat olarak görülebileceğini öngörmektedir. Özellikle pandemi sırasında artan online alışveriş teslimatlarının yapılması, yolcu uçaklarının kargo uçağına dönüştürülmesi, yolcu uçaklarında sosyal mesafe kuralı sebebiyle kabinde boş bazı bölümlerde ek kargo taşınabilmesi gibi durumlar, bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. Gelecekte de sektörde bu tür karma operasyonların artacağı düşünülmektedir (Sun vd., 2021: 10).

Pandeminin sektörün olumsuz etkilemesiyle uluslararası seyahatler, Covid-19 testleri, bazı ülkelerdeki aşı zorunlulukları, aşuların hızlı ve güvenli dağıtımı konuları tartışılmakta ve bu

konular havacılık endüstrisini yakından ilgilendirmektedir. Covid-19 aşularının geliştirilmesi çalışmalarıyla birlikte aşuların lojistiğinin güvenli dağıtımı sektör genelinde gündemdedir. Daha aşular bulunmamışken, krizden etkilenen havacılık işletmeleri süreçte yer almak için çalışmalara başlamıştır. Aşuların lojistiğine ilişkin soğuk zincir, aşuların taşıma şekilleri, işin hacmi, mevcut ekipmanlar, işgücü gibi aşı lojistiğine ilişkin konular da ön plana çıkmıştır. Bununla birlikte, bu aşuların küresel dağıtımı, nakliye ve lojistik endüstrisinin şimdiye kadar karşılaştığı en büyük lojistik zorluklardan biri olarak görülmektedir. Aşuların taşınmasında uygun sıcaklıkların ayarlanması, tüm dünyaya eşit dağıtımının ve erişiminin sağlanması, güvenli dağıtımın gerçekleştirilmesi vb. sebeplerle sürecin kolay olmayacağı bilinmektedir. Bu çalışmada Covid-19 aşularının lojistiğinde havacılık endüstrisinin rolü araştırılmaktadır. Uluslararası havacılık kuruluşlarının başta olmak üzere uluslararası havayolu ve hava kargo işletmelerinin çalışmaları incelenmektedir.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Aşı Lojistiği

Lojistiğin çok geniş bir uygulama sahası olduğu için kesin bir tanımı yapılamamaktadır. Genel olarak tedarik, malzeme yönetimi ve dağıtım bileşenleriyle formüle edilmektedir (Rushton vd. 2006: 4). Geçmişteki adı Lojistik Yönetim Konseyi (The Council of Logistics Management-CLM) olan Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri (Supply Chain Management Professionals-CSCMP), günümüzde kabul gören lojistik tanımını yapmışlardır. Buna göre lojistik; müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere ürünlerin üretildiği noktadan, son kullanımının bulunduğu tüketim noktasına kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkin ve verimli bir şekilde iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının, planlanması,

uygulanması ve kontrol edilmesidir (CSCMP, 2021). Malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin çıkış noktası ile tüketim noktası arasında verimli, etkili ileri ve geri akışını ve depolanmasını planlayan, uygulayan ve kontrol eden tedarik zinciri yönetiminin bir parçası olarak lojistik sistemini yönetmek uzmanlık gerektirmektedir. Buna ilaveten gıda ve ilaç sektöründeki ürünlerin lojistiği ise ürünlerin yapısı gereği farklı uygulamalar gerektirmektedir. Belirli ürün gruplarında başta taşımacılık olmak üzere lojistik süreçlerin tümünde ısının gerekli olan düzeylerde tutulması şarttır ve bu kavram genelde soğuk zincir lojistiği olarak ifade edilmektedir (Aung ve Chang, 2014: 198).

Aşı Lojistiğinde Soğuk Zincir

Soğuk zincir, çok çeşitli gıda, farmasötik ve kimyasal ürünleri bozulmadan; sıcaklığa, neme veya ışığa uygun şekilde hazırlayan, bir diğer ifadeyle donmuş, soğutulmuş ve taze halde tutmak için koruyan bozulabilir maddelerden oluşan bir tedarik zinciridir (Chaudhuri vd., 2018: 840). Soğuk zincir; kimyasal ürünler, gıda, balık ve sıcaklığa duyarlı her türlü çabuk bozulan malların taşınmasını kapsamaktadır. Soğuk zincir, ısı takibi gerektiren tıbbi ürünler için de oldukça önemlidir. Çabuk bozulabilir ürün olarak kabul edilen ilaçların, sadece taşınma süreçlerinde değil eczane veya ilaç depolarında bekletilirken de ortam sıcaklığının belirli düzeylerde olması gerekmektedir. Ayrıca yapımı devam eden araştırma safhasındaki ilaçların laboratuvarlar arasındaki hareketleri ve taşıma süreçleri daha hassas olarak takip edilmektedir (İpekçi ve Tanyaş, 2021: 47).

Aşı lojistiğinde soğuk zincir uygulamalarının, Covid-19 salgınıyla birlikte tekrar ön plana çıktığı görülmektedir. Ancak son 30 yıldır aşı ürünlerinin ve malzemelerinin taşınmasını koruma ve yönetmede aşı tedarik zincirlerinin rolü büyük ölçüde kabul görmüştür (Zaffran vd., 2013: 77). Aşıların depolanması ve nakliyesi sırasında ne

şekilde sabit sıcaklıkta tutulabileceği yıllardır sorun olarak görülmektedir. Örneğin, aşıların soğuk zincir boyunca yüksek veya düşük sıcaklığa maruz kalmamaları için sıcaklığın sürekli izlenmesi gerekmektedir (Gültekin ve Karadağ, 2021: 23). Soğuk zincir, aşıların ulusal düzeyden yerel düzeye kadar sağlık hizmetlerine uygun şekilde saklanmasını ve dağıtımını sağlayan bir dizi kural ve prosedürü içermektedir. Soğuk zincir, aşıların güçlerini korumak için önerilen sıcaklıklarda saklanmasına izin veren soğutma ekipmanı ile birbirine bağlıdır. Tedarik zinciri ise, her sağlık tesisinin aşılarını ve girdilerini doğru zamanda, doğru miktarda, doğru koşullarda ve sıcaklıklarda almasını sağlamak için oluşturulmuş bir sevkiyat çizelgesini takip eden aşıların ve diğer bağışıklama programı girdilerinin dağıtımını ifade etmektedir (www.poho.org).

Aşıların Lojistiğinde Karşılaşılabilecek Zorluklar

Aşı lojistiğinde, aşıların kalitelerini yitirmeden işlevselliğini koruması için uygun koşullar altında taşınması ve depolanması şarttır. Bu sürece soğuk zincir faaliyetleri de dahil olduğunda hem maliyet hem de zaman açısından büyük zorluklar ortaya çıkmaktadır.

Lee ve Haidari (2017), aşı tedarik zinciri sorunlarının anlaşılmasının ve uygun şekilde ele alınmamasının, herhangi bir aşının etkisini büyük ölçüde azaltabileceğini ifade etmektedirler. Dolayısıyla bir aşı piyasaya çıkmadan çok önce tedarik zinciri sorunlarını dikkate almak gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bununla ilgili tablo 1'de aktarıldığı gibi, aşı sürecinde tüm karar vericilerin (sağlık çalışanları, aşı paketi tasarımcıları, depolama ekipmanı üreticileri, bilgi sistem uzmanları, fon sağlayıcılar vb.) aşı tedarik zincirlerini daha iyi anlamasına ve ele almasına yardımcı olacak on öneri geliştirmişlerdir (Lee ve Haidari, 2017, 4475-4479).

Tablo 1. Aşı Tedarik Zinciri Önerileri

Öneriler	Olası Eylem Örnekleri
Tedarik zinciri sorunları hakkında farkındalığı artırın	- Bilimsel literatürde daha fazla aşı temini çalışması - Genel medyada tedarik zincirleri hakkında daha fazla haber (ör. haberler ve belgeseller) - Karar vericiler için tedarik zinciri sorunlarına ilişkin politika özetleri ve raporlar - Tedarik zinciri sorunlarına odaklanan sosyal medya çalışmaları

-
- | | |
|--|--|
| | - Daha fazla tedarik zinciri ‘düşünce liderleri ve sözcüleri’ |
| Tedarik zinciri ilkeleri ve uygulamaları konusunda çeşitli karar vericileri eğitin | - Tedarik zinciri derslerini halk sağlığı, tıp ve kamu politikası lisans programları için müfredata dahil edin
- Tedarik zinciri alanında olmayanlar için tedarik zincirleri hakkında güncel ders kitapları ve diğer eğitim materyalleri edinin
- Tüm kariyer seviyelerindeki profesyoneller için yoğun kısa kurslar düzenleyin
- Hesaplamalı simülasyon modellemesi gibi sistem yöntemlerini derslere ve ders materyallerine dahil edin
- Atölye çalışmaları, çevrimiçi kurslar vb. gibi alternatif öğrenme yöntemleri ve yaklaşımları geliştirin |
| Tedarik zinciri uzmanlarını ve değerlendirmelerini tüm aşı karar verme süreçlerine dahil edin | - Aşı geliştirme ve karar vermenin tüm aşamalarında tedarik zinciri uzmanlarını dahil edin (örn. komitelere ve düzenleyici kurumlara dahil olmak)
- Farklı aşı teknolojilerini, politikalarını ve stratejilerini değerlendirirken tedarik zincirleri üzerindeki etkiyi önemli bir sonuç ölçüsü olarak ele alın
- Tedarik zincirinin kararlar üzerindeki etkisini ve bunun tersini anlamak için hesaplamalı modellemeyi kullanın |
| Aşı karar vericileri ve aşı tedarik zinciri uzmanları arasındaki iletişimi geliştirin | - Tedarik zinciri uzmanlarının farklı komitelere, konferanslara, toplantılara vb. entegre edilmesini sağlayın
- Karar vericilerin ve tedarik zinciri uzmanlarının işbirliği yapabileceği online veri paylaşım siteleri ve iletişim portalları oluşturun
- Tedarik zinciri dünyası ile aşıyla ilgili diğer disiplinler arasındaki dili uyumlu hale getirin |
| Tedarik zincirlerini değerlendirmeye ve farklı politikaları, müdahaleleri ve teknolojileri test etmeye yardımcı olmak için sanal laboratuvarlar olarak hizmet edin, küresel ve ülke düzeyinde tedarik zincirlerinin hesaplamalı simülasyon modellerini geliştirin | - Aşı geliştirme ve karar vermenin her aşamasında hesaplamalı modelleme çalışmaları için kaynak sağlayın
- Hesaplamalı modellemeyi aşı karar vermenin farklı türleri ve aşamalarında entegre edin
- Hesaplamalı modelleme araçlarını karar vericilerin kullanımına sunun |
| Aşıyla ilgili büyük kararların (örneğin finansman, yeni politika değişikliği, yeni aşı tanıtımı, vb.) bir koşulu olarak ilgili tedarik zincirinin haritalanmasını ve modellenmesini; yeni politikanın, müdahalenin, teknolojinin etkisi ve değerinin, fonun oluşturulmasını sağlayın | - Teklif taleplerine, başvurulara veya diğer karar alma belgelerine gereksinimleri belirleyin
- Sonraki adımlar, gelecekteki karar verme sürecini yönlendirebilecek olan haritalama/modelleme sonuçlarına bağlı olmalıdır
- Bu tür harita ve modellerin periyodik olarak güncellenmesi için mekanizmalar oluşturun |
| Yeni teknolojinin tasarımına ve geliştirilmesine rehberlik edecek hedef ürün profilleri (TPP'ler) oluşturmak için tedarik zinciri modellerini ve diğer analizleri kullanın | - İstenilen ve yeni teknolojiler için TPP'lerin kurulmasını sağlayın
- Tedarik zinciri, bu TPP'lerin bir parçası olmalıdır
- TPP'ler yeni teknoloji geliştirme için planlar olarak hizmet etmelidir |
| Bir aşı kararları veri tabanı geliştirin ve tedarik zinciri hususlarının ve | - Veritabanı, her durumda büyük bir aşı ve tedarik zinciri ile ilgili değişiklik yapılmasını içermelidir |
-

- değişikliklerin bu kararları nasıl etkilediğini öğrenin
- Veritabanı, karar vericilerin neyin başarılı olup neyin olmadığını ve ilgili zorlukları, engelleri ve faydaları anlamalarına yardımcı olmalı
 - Güncel veri tabanı, daha fazla vaka çalışması girildikçe gelişebilir olmalıdır
- Bir ülkenin tedarik zincirine aşı kararları verirken nasıl yaklaşılacağına ve iyileştirilebileceğine dair bir oyun kitabı geliştirin ve yayınlayın
- Bir aşı tedarik zincirinin nasıl değerlendirileceği ve iyileştirileceği konusunda adım adım kılavuz modelleri (örneğin, tedarik zincirini haritalayın ve modelleyin, darboğazları, kısıtlamaları ve veri boşluklarını belirleyin, gerekli verileri toplayın, ilk aşamada farklı değişiklikleri, politikaları ve müdahaleleri test edin) ve ardından pilot çalışmalarda, değişiklikleri uygulayın, izleyin ve öğrenin
 - Başka yerler için bir plan olarak hizmet etmek üzere bir dizi örnek ülkede oyun kitabını test edin ve gözden geçirin
 - Karar vericileri oyun kitabının kullanımı konusunda eğitmek için çalıştaylar, kurslar vb. düzenleyin
- Bu değişiklikleri ülkelerde sistematik olarak uygulamaya başlayın, etkilerini, değerini belgeleyin ve yayınlayın
- Değişikliklerin etkisini (ör. verimlilik ve hastalık etkileri) tahmin etmek ve süreçteki zorlukları ve potansiyel iyileştirmeleri belirlemek için gözlemsel çalışmalar, modelleme ve diğer yaklaşımları kullanın
 - Her yeniden tasarım sürecinin (paydaş katılımı, uygulama ve etki değerlendirmesi dahil) ayrıntılarını ve gelecekteki yeniden tasarım çabalarında karar vericilere rehberlik etmek için alınan dersleri içeren raporları ve bilimsel literatürü yayınlayın.

Kaynak: Lee, B.Y. ve Haidari, L.A. (2017). The Importance of Vaccine Supply Chains to Everyone in the Vaccine World. *Vaccine*. 16; 35(35 Pt A): 4475–4479.

Gültekin ve Karadağ (2021), Covid-19 salgını kapsamında aşı soğuk zinciri ile ilgili yaptıkları araştırma sonucunda, aşılardan taşınmasına ve saklanmasına ilişkin en önemli hususun en kısa sürede ve en az maliyet ile uygun sıcaklıklar altında soğuk zincir faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi olduğunu ifade etmişlerdir. Özellikle Covid-19 salgını gibi tüm insanlığın üzerinde olumsuz sonuçlara sahip olan pandemi dönemlerinin en kısa sürede ve en az maliyetle atlatılması için bunun sağlanması gerekmektedir. Bu sürecin başarısı için ülkelerin ortak hareket ederek salgının sona ermesinde çözüm olan aşılama programlarının başarılı şekilde gerçekleşmesi için aşı soğuk zincir faaliyetlerinin uygun ekipman ve araçlarla, donanımlı, nitelikli ve bilgili insan kaynağı ile etkili, güvenli ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği görülmektedir (Gültekin ve Karadağ, 2021: 38).

Duijzer vd. (2018) ortaya koydukları bir çalışmada, aşı tedarik zincirinde hem arzda hem de talepte yüksek belirsizlik olduğu ifade edilmiştir. Tedarikçiler arasında hedeflerin yanlış belirlenmesi ve merkezi olmayan karar verme, halk sağlığı organizasyonu ve son müşterinin; tahsise ilişkin karmaşık siyasi kararlar ve zamanında karar verme

ve eyleme geçme durumu süreci etkilemektedir. Bu doğrultuda aşı tedarik zincirinde dört bileşen ortaya koyulmaktadır. Bunlar (Duijzer vd., 2018: 175);

1. Ürün: Ne tür bir aşı kullanılmalıdır?
2. Üretim: Kaç doz ve ne zaman üretilmelidir?
3. Tahsis: Kimler aşı olmalıdır?
4. Dağıtım: Aşılar nasıl dağıtılmalıdır?

Aşı lojistiğinde karşılaşılabilecek zorluklarda, ürün, üretim, tahsis ve dağıtım etkili olmaktadır. Ürünün yapısı, hangi türde bir aşı olduğu, üretiminin kaç doz olacağı ve üretimin yapıldığı andan itibaren kimlerin aşı olacağı ve bu kişilere aşılardan nasıl dağıtılacağı kritik sorulardır. Lojistik sürecinin başarısında bu soruların cevaplanması ve birbirleriyle bağlantılı olarak sürecin yönetilmesi gerekmektedir.

2.2. Covid-19 Aşılarının Lojistik Süreci

Covid-19 pandemisi tüm dünyada sosyal hayatı durma noktasına getirerek sosyal mesafe, izolasyon, karantina uygulamalarına sebep olmuştur. Pandemiye ortadan kaldırmak için tüm dünyada aşı çalışmalarına öncelik verilmiş ve pandemiden tamamen kurtulmanın yolunun her bireyin aşılardan geçtiği ifade edilmiştir. 2020 Şubat ayında Dünya Bankası aşının geliştirilmesi, gelişmekte olan ülkelerde de aşılardan satın

alınmasını ve ülkelere dağıtımını finanse etmek adına 20 milyar dolar fon ayırmıştır (www.worldbank.org). Virüsün ilk ortaya çıktığı andan itibaren virüse karşı etkili bir aşının bulunması çalışmaları sürerken, bulunan bir aşının nerdeyse 8 milyarlık dünya nüfusuna vaktinde ulaşımının sağlanmasının nasıl olacağı tartışma konusu olmuştur. Yapılan araştırmada (1) Düşük üretim kapasitesi (2) Yetersiz soğuk hava depoları (3) Aşılama süresi, yetersiz personel, aşıya direnç konuları aşının önündeki engeller olarak tespit edilmiştir (Tidey ve Ademoğlu, 2020). Daha aşı bulunmamışken, aşının başarılı olup olmayacağı bilinmezken, aşı üretiminin nasıl olacağı, tüm dünyaya dağıtımı, lojistiği, depolanması vb. gibi konular gündemde olmuştur.

Tüm dünyada virüse karşı etkili aşı bulma çalışmaları sürdürülürken, hükümetler, uluslararası kuruluşlar, medya aracılığıyla üretimden, dağıtımın hızından ve küresel olarak dünyanın her bölgesine erişimden söz etmeye başlanmıştır. Bu süreçte aşı çalışmalarında üç önemli zorunluluk ortaya konulmuştur: (1) hız (2) üretim ve geniş ölçekte dağıtım (3) küresel erişim (Yamey vd, 2020: 1405). Pandemi devam ederken, etkili aşının mümkün olduğunca erken bulunmasının, dünyadaki tüm hükümetler, sektörler, işletmeler ve bireyler açısından önemli olduğu ifade edilmiştir. Ekonominin, sağlık sisteminin, eğitimin ve sosyal hayatın iyileşmesi açısından etkili aşının hızlı bulunması şart olmuştur. Diğer bir zorunluluk ise kabul edilen aşılarda üretimi ve üretilen aşılarda dağıtılması sürecidir. Bir diğer ifadeyle aşılarda lojistik sürecinin nasıl olacağını belirlemesidir. Mart 2021 yılında Kashte vd. (2021) tarafından yapılan araştırmada 172 klinik öncesi gelişimde ve 60 klinik gelişim aşamasında olan 232 aşının mevcut olduğu ve sadece 9 aşının ise farklı ülkeler tarafından acil kullanım izniyle onayladığı ifade edilmiştir. Bu ülkelere Birleşik Krallık (İngiltere), Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Kanada, Rusya, Çin ve Hindistan dahildir (Kashte vd., 2021: 711). Dünyada kullanılmaya başlanan ve kısa sürede küresel dağıtımı başlanan aşılarda tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Covid-19 Aşısı Markaları

Aşısı – Marka Adı	Üreten Ülke / Firma
Sinovac – Coronavac Aşısı	Çin
Pfizer – Biontech Aşısı	Almanya
Sputnik V Aşısı	Rusya
Sinopharm Aşısı	Çin
Johnson&Johnson Aşısı – Amerika Birleşik Devletleri	Amerika Birleşik Devletleri
Moderna Aşısı	Amerika Birleşik Devletleri
Astrazeneca Aşısı	Astrazeneca Şirketi ve Oxford Üniversitesi

Kaynak: <https://www.medicalpark.com.tr/covid-19/hg-2536>

Modern aşılarda gelişimine rağmen, Batı dünyasında aşılara karşı fikir hareketleri gelişmiştir. Aşıya açıkça karşı çıkan hareketlere ek olarak, bazı anketler, Batı ülkelerindeki insanların önemli bir yüzdesinin, bir Covid-19 aşısını onaylandıktan sonra bile aşığı olmakta tereddütlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ankete katılanların başlıca endişesi, aşı onay sürecinin, güvenlik ve etkililiği düzgün bir şekilde oluşturmak için zaman ayırmadan çok hızlı ilerlemesi olarak ifade edilmiştir. Aşıların etkinliğinin ne derece etkili olduğu bilinmeden, ülke hükümetlerinin yaptığı aşı çağrılarının ise bu güvenin artmasına yardımcı olmadığı yönündedir (Forni vd., 2021: 636). Virüsün ortaya çıktığı andan itibaren hükümetler aşı konusundaki çalışmalarını hızlandırılması desteklemiştir. Ama virüse karşı etkili bir aşı bulunsa bile, aşılarda uygun taşıma koşullarında tüm dünyaya erişiminin sağlanması kolay değildir. Aşılarının dağıtımının zaman alacağı ve bu süreci hızlandırmak adına çalışmaların başlatılması gerektiği belirtilmiştir.

Aşıların hangi ülkeler tarafından üretildiği ve küresel olarak hangi ülkeler tarafından kullanıldığı göz önüne alındığında, pandeminin ilk gününden itibaren konuşulmaya başlanan aşı lojistik sürecinin önemi ortadadır. Covid-19 aşılarda lojistikinde aşılarda dağıtım kolaylığını etkileyen en önemli faktör soğuk zincirin sıcaklığıdır. Aşılar, -20°C’de (örneğin, Moderna’dan mRNA 1273, Rus Sputnik V aşısının ilk yinelemesi) veya 2°C ile 8°C arasında (çoğu AstraZeneca–Oxford Üniversitesi AZD1222 adenovirüs dahil) saklanmakta ve taşınmaktadır. Bunlara Johnson & Johnson’dan JNJ-78436735 dahildir (James, 2021: 211). Buna ilaveten aşılarda

lojistiğinde, uzaktaki üretim alanlarından, kullanılan ulaşım modu depolarına (karayolu, havayolu, denizyolu vb.) ve son depolama noktalarından tıp ekiplerine götürülmesine kadar her aşaması, riskli bir lojistik eylem gerektirmektedir. Daha virüsün etkilerinin ne olduğu tam olarak tespit edilememiş, aşı bulunamamışken, aşılarda tüm dünyaya erişimi ve lojistiği, havacılık endüstrisinin dikkat çektiği konulardan biri olmuştur. Covid-19 sebebiyle ciddi zarar gören havacılık endüstrisi, krizden çıkış stratejilerini ararken, uluslararası havacılık kuruluşları tarafından aşılarda küresel dağıtımına ilişkin çağrılar başlamıştır. Bu süreç, aşılarda bulunmasıyla hız kazanmış ve havacılık işletmeleri, aşılarda lojistiği için çalışmalarına başlamıştır.

3. Yöntem

Bu makalede nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi uygulanmıştır. Literatür taraması yapılarak aşı lojistiği ve soğuk zincir süreci açıklanmış, bu lojistik süreçte karşılaşılan zorluklar sıralanmıştır. Covid-19 sürecinde aşı sürecinin nasıl olduğu, bulunan aşılarda ve bunların küresel dağıtımını araştırılmıştır. Covid-19 aşılarda lojistiğinde havacılık endüstrisinde nasıl bir yol izlediğini ortaya koymak amacıyla uluslararası havacılık kuruluşlarından ICAO, IATA, EUROCONTROL, FAA ve ACI tarafından aşılarda lojistiği için tüm paydaşlara (ülke hükümetlerine, havayolu operatörlerine vb.) sunulan öneriler incelenmiştir. Aşı lojistiğinde sektör için hangi zorlukların olduğu, neler yapılması gerektiği aktarılmıştır. Buna ilaveten tüm dünyada havayolu ve hava kargo işletmelerinin, aşı lojistiği için yaptıkları çalışmalar ortaya konulmuş ve havacılık endüstrisinin aşı lojistiğindeki rolü değerlendirilmiştir.

4. Covid-19 Aşılarda Lojistiğinde Havacılık Endüstrisinin Rolü

Hava taşımacılığının, karayolu, denizyolu, demiryolu gibi diğer ulaşım modları arasındaki önemi hızla artmaktadır. Hızlı teslimat, teknolojiyle birlikte geliştirilen uçaklar ve ekipmanlar, uçuş

sayılarının artması vb. olanaklar havacılık endüstrisinin cazibesini taşımacılık alanında arttırmaktadır. Covid-19 sürecinde ise havacılık sektörü sektöre uğrasa da, havacılık işletmeleri faaliyetlerini sürdürmek adına bir taraftan uçuş faaliyetlerine devam etmiş, bir taraftan da salgınla ilişkili düzenlemelere uyum sağlamıştır. Uluslararası havacılık kuruluşları, havayolu ve hava kargo şirketleri, Covid-19 salgınının yarattığı krizin çıkış stratejilerinden biri olarak, küresel aşı çalışmalarının başlamasıyla aşılarda dağıtımını için ciddi çalışmalar başlatmıştır.

4.1. Uluslararası Havacılık Kuruluşlarının Rolü

Hava taşımacılığı, zamana ve sıcaklığa duyarlı dağıtım sistemleri aracılığıyla aşılarda normal zamanlarda dağıtımında kilit bir rol oynamaktadır. Sektörün, Covid-19 aşılarda hızlı ve verimli bir şekilde taşınması ve dağıtımını için çok önemli olduğu ön görülmektedir. Ancak işlerin başarılı yürütülmesinde hükümetlerin ve endüstri paydaşlarının desteği gerekmektedir. Dolayısıyla aşılarda lojistiğinde uluslararası hava kuruluşlarının çalışmaları dikkat çekmektedir.

ICAO (International Civil Aviation Organisation)

Covid-19 aşılarda yüksek değerli gönderiler olarak kabul edilmektedir ve aşılarda lojistiğinde tehlikeli madde düzenlemeleri esas alınmaktadır. Aşılarda soğutucu olarak kuru buzla gönderildiği veya veri kaydedicilerin ve kargo takip cihazlarının paketlere dahil edildiği veya paketlere eklendiği durumlarda, aşılarda taşınması Teknik Talimatların ayrıntılı hükümlerine uygun olmasını gerektirmektedir. ICAO, *Tehlikeli Maddelerin Hava Yoluyla Güvenli Taşınmasına İlişkin Teknik Talimatlara* (Doc 9284, Teknik Talimatlar) uygun olarak hazırlandığı sürece, aşılarda operatörler tarafından taşınabileceğini ifade etmiştir. ICAO tarafından aşılarda lojistiğinde paketleme konusu dikkat çekmektedir. Aşılarda paketlemesinde ilgili öğeleri ve bunların operatörler tarafından hangi tehlikeyi içerdiği tablo 3'de gösterilmektedir (www.icao.int).

Tablo 3. Aşı Paketlerinin Lojistiğinde İlgili Öğeler ve Tehlikeleri

Aşı Paketlerine İlişkin Öğeler	Tehlike Açıklaması
Aşı bileşeninin kendisi	
Lityum pillerle çalışan ve uçak sistemlerine müdahale etme potansiyeline sahip elektromanyetik radyasyon yayan veri kaydediciler ve kargo takip cihazları	<ul style="list-style-type: none"> - Operatör paketin içeriğini bilmeyebilir – çoğu aşı paketi, bu şekilde işaretlenmemiş olsa bile bir veri kaydedici içerir. - Covid-19 farmasötik ambalajlarının kullanım veya yeniden kullanım için taşınması için, operatörle, bu şekilde işaretlenmemiş olsalar bile, lityum pille çalışan cihazların yapısını ve miktarını içermesi gereken önceden düzenlemeler gereklidir.
Aşının taşınmasının izlenmesinde kullanılan dataloggerlar ve kargo takip cihazları	<ul style="list-style-type: none"> - Operatör paketin içeriğini bilmeyebilir. - Operatör tarafından bilinmeyen kabul edilebilir aktarımlarla ilgili özel ayrıntılar. - Bu tür cihazlardan kaynaklanan elektromanyetik radyasyonun uçak sistemlerine müdahale etme potansiyeli
Kuru Buz	<ul style="list-style-type: none"> - Kuru buzun süblimleşmesi, uçaklarda önemli konsantrasyonlarda gaz halinde CO₂ ile sonuçlanabilir. - Gaz halindeki CO₂, uçak kompartımanlarındaki oksijenin yerini alacak ve yolcuların solunum yeteneklerini etkileyebilir. - Yüksek CO₂ konsantrasyonları, bilişsel işleyişin tanınmayan bozulmasına ve boğulmaya neden olabilir. Havadaki oksijen miktarını değiştirerek ve seyrelterek boğulmaya neden olur, hipoksiye (oksijen eksikliği) yol açar ve beyin işleyişi için toksiktir.

Kaynak: <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/Vaccines-Transport.aspx>

Aşıların lojistiğinde ilgili diğer öğelerin doğru ve uygun koşullarda taşınması önemlidir. Dolayısıyla ICAO tarafından açıklanan tehlikelerin incelenmesi ve operatörler tarafından uygulanması gerekmektedir. Buna ilaveten her bir öğenin güvenli taşınması için aşı gibi gönderilerin havacılıkla ilgisi olmayan güvenlikle ilgili tehditlerden (yani cezai tehditlerden) korumaya yönelik tedbirlerin uygulanması da gerekmektedir. Sivil havacılığı yasadışı müdahale eylemlerine karşı korumak için uygulanan havacılık güvenlik önlemlerinden ödün verilmemelidir. Bu nedenle, hükümetlerin ve paydaşların birbirleriyle koordineli olarak farklı riskleri ele alması tavsiye edilmektedir. Uygun olduğu takdirde, bu koordinasyon Devletin Ulusal Sivil Havacılık Güvenlik/Kolaylaştırma Komiteleri tarafından üstlenilebilir. Etkilenen tüm varlıklar arasında sağlam bir iletişim sürecinin iyi olması da önemlidir (www.icao.int).

Devletler, nakliye sırasında Covid-19 aşılarının genel güvenliğine uygulanabilecek hükümlere ilişkin diğer uluslararası kuruluşlar ve endüstri kuruluşları tarafından yayınlanan yönergeleri dikkate almak isteyebilirler. Devletler, Covid-19 aşılarının havalimanlarında hareketini kolaylaştırmak için çeşitli operasyonel paydaşlarla yakın işbirliği içinde olmalı ve beklenmedik durumlara (örneğin, Covid-19 aşıları taşıyan uçakların yönünü değiştirme) uyum sağlama planlarını dikkate almalıdır.

IATA (International Air Transport Association)

Normal zamanlarda, büyük miktarda mal taşımak için mevcut hava bağlantıları ve lojistik ağlar kullanılmaktadır. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği'ne (IATA) göre, havayolları tipik olarak dünyadaki kargonun yaklaşık yarısını ve tüm e-ticaretin yaklaşık yüzde 80'ini hava yoluyla taşımaktadır. Covid-19 pandemisini ise normal bir zaman olarak ifade etmek mümkün

değildir. Havayolu sektörü pandemi sebebiyle en çok etkilenen sektörler arasında yer almıştır. Nerdeyse bir gecede hava bağlantısı durma noktasına gelmiştir (SATAIR, 2021). IATA, pandemi devam ederken ve daha Covid-19 aşısı bulunmamışken, aşılardan tüm dünyaya teslimatının en uygun koşullarda sağlanması için hazırlıkların başlaması gerektiğini ve aşılardan onaylanıp dağıtımına hazır hale geldiğinde teslimatın boyutunun muazzam büyüklükte olacağına dikkat çekmiştir. Sadece 7,8 milyar kişiye tek bir doz vermek, 8.000 adet 747 kargo uçağının dolacağı anlamına gelmektedir. Kara taşımacılığının, özellikle yerel düzeyde üretim kapasitesine sahip gelişmiş ekonomilerde yardımcı olabileceği ve önemli miktarda hava kargosu kullanmadan aşılardan küresel olarak teslim edilmesinin mümkün olmadığı konusuna dikkat çekilmiştir (www.kargohaber.com). Dolayısıyla aşılardan hava yoluyla taşınmasında potansiyel olarak ciddi kapasite kısıtlamaları ile karşılaşmamak adına, endüstri paydaşlarıyla ve hükümetlerle birlikte planlamanın çok dikkatli bir şekilde yapılması söz konusu olmuştur. Özellikle lojistik zinciri genelinde işbirliğinin son derece önemli olduğu ve tesislerde, güvenlik düzenlemelerine ve ülke sınır süreçlerine yönelik düzenlemelerde hazırlıkların yapılması önem kazanmıştır. Bu hazırlıklara ilişkin IATA tarafından öneriler aşağıdaki gibi açıklanmıştır (www.iata.org);

Tesisler: Ürünün kalitesini sağlamak için aşılardan, kontrollü sıcaklıklarda ve gecikmeden uluslararası düzenleyici gerekliliklere uygun olarak ele alınmalı ve taşınmalıdır. Hala pek çok bilinmeyen durum (doz sayısı, sıcaklık hassasiyetleri, üretim yerleri vb.) olsa da, faaliyet ölçeğinin çok geniş olacağı, soğuk zincir tesislerine ihtiyaç duyulacağı ve küresel teslimatın yapılacağı ortadadır. Bu dağıtım için tesislerin hazırlanmasına yönelik öncelikler şunları içermektedir:

- Sıcaklık kontrollü tesislerin ve ekipmanların mevcudiyeti - mevcut altyapının kullanımını veya yeniden amaçlanmasını en üst düzeye çıkarmak ve geçici yapıları en aza indirmek
- Zamana ve sıcaklığa duyarlı aşılardan işlemek için eğitilmiş personelin mevcudiyeti
- Aşılardan bütünlüğünün korunmasını sağlamak için güçlü izleme yetenekleri

Güvenlik: Aşılardan çok değerli ürünler olacaktır. Gönderilerin kullanım dışı hale gelmesi

veya çalınmasının engellenmesi için düzenlemeler yapılmalıdır. Kargo gönderilerini güvende tutmak için süreçler mevcuttur, ancak aşı gönderilerinin potansiyel hacminin ölçeklenebilir olmalarını sağlamak için erken planlamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sınır Süreçleri: Sağlık ve gümrük makamlarıyla etkin bir şekilde çalışmak; zamanında düzenleyici onaylar, yeterli güvenlik önlemleri, uygun işleme ve gümrükten geçme olanakları için gereklidir. Covid-19 önlemlerinin bir parçası olarak birçok hükümetin işlem sürelerini artıran önlemler aldığı göz önünde bulundurulduğunda, bu özel bir zorluk olabilir. Sınır süreçleri için öncelikler şunları içermektedir;

- Covid-19 aşısını taşıyan operasyonlar için üstten uçuş ve iniş izinleri için hızlı takip prosedürlerinin tanıtılması
- Kargo tedarik zincirlerinin korunmasını sağlamak için uçuş ekibi üyelerini karantina gerekliliklerinden muaf tutmak
- Kısıtlamaların geçerli olabileceği Covid-19 aşılardan taşıyan operasyonlar için geçici trafik haklarının desteklenmesi
- En esnek küresel ağ operasyonlarını kolaylaştırmak ve aşı taşıyan personeller için çalışma saatlerinde sokağa çıkma yasaklarının kaldırılması
- Gecikmeler nedeniyle olası sıcaklık sapmalarını önlemek için bu hayati gönderilerin varışına öncelik verilmesi
- Aşılardan hareketini kolaylaştırmak için tarife indiriminin dikkate alınması

IATA "Guidance for Vaccine and Pharmaceutical Logistics and Distribution" adlı yayınladığı rehberde, aşılardan, farmasötiklerin, yaşam bilimlerinin ve tıbbi ürünlerin büyük ölçekli elleçlenmesi, taşınması ve dağıtımına ilişkin açıklamaları yayınlamış ve operatörler tarafından dikkate alınmasını önermiştir (www.iata.org).

EUROCONTROL (*European Passenger Air Traffic*)

EUROCONTROL, Avrupa havacılığını desteklemeye adanmış bir pan-Avrupa, sivil-askeri organizasyondur. Üye devletleri ve paydaşlarını (hava seyrüsefer hizmeti sağlayıcıları, sivil ve askeri hava sahası kullanıcıları, havaalanları ve uçak/ekipman üreticileri vb.) Avrupa'da havacılığı daha

güvenli, daha verimli, daha uygun maliyetli ve minimum maliyetle yapmak için ortak bir çaba içinde desteklemektedir. Covid-19 pandemisiyle birlikte kuruluş, Avrupa'daki hava trafik durumuna ilişkin düzenli ve kapsamlı değerlendirmelerini yayınlamış ve havacılık operatörleri için önerilerini yapmıştır (www.eurocontrol.int).

2021 Ocak ayında EUROCONTROL, Covid-19 aşılarının hava yoluyla güvenli ve verimli bir şekilde taşınmasına yönelik uyumlu bir yaklaşımı koordine etmeye ve aşuların hızlı dağıtımını sağlamaya destek vereceklerini duyurmuştur. Özellikle kritik aşı uçuşları için hava trafik akış yönetimini (ATFM) kolaylaştırmak önemlidir. Bununla ilgili Avrupa hava navigasyon hizmeti sağlayıcıları (ANSP'ler), havayolları, havaalanları ve Federal Havacılık İdaresi ile yakın işbirliğine girmiştir. Bazı aşular için teslimat gecikmesinden kaçınmak çok önemlidir ve 2021'den itibaren uçuş operatörlerinin, uçuş planlarında kritik aşı uçuşları için özel bir kod ("STS/ATFMX RMK/VACCINE") kullanması planlanmıştır. Avrupa ağına veya transatlantik rotalara erişim planlarını dosyalayan temel aşı taşımaları olarak bu şekilde işaretlenen uçuşlar, EUROCONTROL Network Manager (NM) sistemleri tarafından otomatik olarak tanınmaktadır ve uçuşlarda mümkün olduğunca öncelik verilmektedir (Brennan, 2021).

FAA (Federal Aviation Administration)

Türkçe adıyla Federal Havacılık İdaresi Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı, ABD hava sahası içinde, geniş anlamda havacılıkla ilgili her türlü uçak, uçuş, üretim, müdahale, etkinlik ve geçerli güvenlik mevzuatların takibini ve uygulanmasını kontrol eden, hava güvenliğini sağlayan kuruluştur (O'Neil ve Krane, 2011: 98-99).

Covid-19'un halk sağlığı için tehdit olmasından itibaren FAA, kritik tıbbi malzemelerin ve personelin hava yoluyla güvenli ve verimli bir şekilde taşınmasını sağlamak için paydaşlarıyla iş birliği içerisinde çalışmalar yürütmüştür. Aşuların güvenli ve verimli ulaşımı sağlamak için 2020 yılının Ekim ayında Covid-19 Aşı Ekibi'ni oluşturmuştur. Aşı Ekibi, FAA planlamasını koordine etmek ve Covid-19 aşularını taşıyan uçuşlara hazırlıklı olmak için çok disiplinli, entegre

bir yaklaşımı benimsemektedir. Kurulan ekip; fikirleri, başarıları ve zorlukları paylaşmak ve dünya çapında geliştirilmekte olan Covid-19 aşularının hava yoluyla taşınmasını sağlamak için bilgi toplamakta ve dış paydaşlarla bağlantı kurmaktadır. Potansiyel sorunlar ortaya çıktıkça da, özellikle risk yönetimi, uçuşa elverişlilik, uçuş operasyonları, aeromedikal, hava trafik kontrolü/hava sahası yönetimi, havalimanı işletmeciliği, tehlikeli madde taşımacılığı ve iletişim alanlarında, olası sorunları ve sonuçları araştırmak ve ele almak için mevcut FAA politikalarını ve prosedürlerini kullanmaktadır.

Aşuların lojistiğinde sürekli düşük sıcaklıklara ihtiyaç vardır ve bu ihtiyaç, hava taşımacılığında tehlikeli madde olarak algılanan kuru buz ihtiyacını doğurmaktadır. FAA, büyük miktarlarda kuru buzun hava kargoda güvenli bir şekilde taşınması için mevcut düzenleyici gerekliliklerin uygulanması konusunda rehberlik sağlamak üzere üreticiler, hava taşıyıcıları ve diğer havacılık paydaşlarıyla birlikte çalışmaktadır. Aşuların hava yoluyla taşınmasıyla ilgili güvenlik tehlikelerinin azaltılmasına ek olarak, hava seyrüsefer hizmetleri desteğine yönelik ek ihtiyaçları belirlemek için uğraşmaktadır. Buna ilaveten Covid-19 aşularını taşıyan uçuşlara öncelik verilmesinin yanı sıra hava kargosunun sorunsuz bir şekilde hareket etmesini sağlamak için 24 saat hava trafik hizmetleri sunmak ve gerekli personeli sağlamak için çalışılmaktadır (www.faa.gov).

ACI (Airports Council International)

Covid-19 sürecinde aşı ve ekipmanların sevkiyatlarında havalimanları önemli bir merkezi rol oynamaktadır. Dolayısıyla havalimanı işletmecileri, tesislerinde gerçekleşen lojistik süreçle ilgili faaliyetleri kolaylaştırma ve koordine etmede etkilidir. Havalimanı işletmecileri küresel aşı dağıtım sürecinin ortaya çıkaracağı bazı zorlukların üstesinden gelmek zorundadır. Bu doğrultuda havalimanı işletmecileri tarafından planlama sürecinde gözden geçirilmesi ve analiz edilmesi gereken operasyonel, emniyet ve güvenlik konularına ilişkin tavsiyeler verilmiştir. Bunlar aşağıdaki gibidir (www.aci.aero);

Operasyonel konular

- Aşuların büyük çoğunluğunun, ürünleri üreten bölgelerden hava kargo ile dağıtılması muhtemeldir. Bu durum, üretim tesislerine yakın havalimanları veya ana dağıtım merkezi

olarak belirlenecek havalimanları için uçak trafik akışlarında ani artışlara neden olabilir. Üretim tesislerine yakın veya merkez olarak belirlenmiş havaalanları tarafından, kritik tedariklerdeki olası gecikmelerin en aza indirilmesi amacıyla, uçak hareketlerindeki artışların veya önemli değişikliklerin etkileri dikkate alınmalıdır.

- Havalimanlarının üretim tesislerine yakınlık veya dağıtım merkezi olarak belirlenmiş olmaları nedeniyle uçak hareketlerinde artış beklediği durumlarda, havalimanı işletmecileri, geçici slotların tahsisini kolaylaştırmak için slot koordinatörü ile koordinasyonu sağlamalı ve herhangi bir etkiyi (gece uçuşlarındaki artışlar ve yerel topluluklar üzerindeki potansiyel etkiler vb.) dikkate almalıdır.
- Büyük hacimli farmasötik dereceli soğuk veya ultra-soğuk malzemeleri depolamak ve yönetmek için donatılmış havaalanı kargo tesislerine, aşı dağıtım için giriş noktaları olarak ihtiyaç duyulacak ve bu merkezlerden daha sonra bir merkezde dağıtılabilecek ve bu merkezlerden konuşlandırılacaktır. Nihai varış noktasına olan yakınlığa bağlı olarak, bölgesel aşı dağıtım yöntemi, ek hava kargo uçuşları veya karayolu taşımacılığıyla yapılabilir. Bu nedenle, ürünün hareketindeki gecikmeleri en aza indirmeye odaklanarak, bu dağıtım merkezlerinin içindeki ve dışındaki uçak hareketleri veya karayolu yük trafiğinin hacmindeki artışlar dikkate alınmalıdır.
- Merkezlerden yapılan uçuşların varış havalimanlarının bazıları her zaman soğuk zinciri korumak için tam donanımlı olmayabilir. Bunun bireysel havaalanları için yaratabileceği operasyonel ve tesis ihtiyaçları ile bu ihtiyaçları karşılamak için yerel olarak kurulabilecek ortaklıklar veya işbirlikleri dikkate alınmalıdır.

Emniyet Konuları

- Bazı aşılarda her zaman -70 santigrat dereceye kadar düşük sıcaklıklarda saklanması gerekeceğinden, nakliye süreçleri boyunca ultra soğuk zincirin korunması esas olacaktır. Bu düşük sıcaklıkları sürdürmek için büyük hacimlerde kuru buz kullanılması

gerekir ve kargo lojistiği sürecinde yeterince elleçlenmediği takdirde risk oluşturabilir.

- ICAO teknik kılavuzuna (Doc 9284) göre kuru buz "tehlikeli bir mal" olarak kabul edilir ve bu nedenle uçakta taşınması, özellikle izin verilen hacimlere göre düzenlenir. Bununla birlikte, gerekli olacak hacimlerle bağlantılı bazı aşılarda ultra-soğuk gereksinimleri göz önüne alındığında, katı protokollere uyulması koşuluyla tek bir uçakta taşınabilecek kuru buz hacmini artırmak için ICAO'da tartışmalar devam etmektedir. Önemli miktarda kuru buz taşıyan bir uçağın karıştığı bir olay veya kaza durumunda, Havaalanı Kurtarma ve Yangınla Mücadele (ARFF) müdahalesinin uyarlanması gerekebilir.
- Ana merkezlerden kalkan uçuşların alıcı ucundaki havalimanlarına büyük miktarlarda aşı ve ekipmanın gönderilmesi, uçuş operasyonlarının normalde havaalanında işletilenlerden daha büyük uçaklar tarafından gerçekleştirildiğini görebilir. Bu, güvenlik riskleri oluşturabilir ve normal havalimanı operasyonlarını bozabilir. Normalde havalimanında faaliyet gösteren uçaklardan daha büyük uçakları barındırmak için operasyonel ve güvenlik yönlerine özel önem verilmelidir.
- Standart işletim prosedürlerinde değişikliklere uğrayacak olan aşı dağıtım operasyonlarından etkilenen havalimanları, tehlikeleri belirlemek ve hafifletme önlemleri uygulamak için genel değişiklikler ve etkilerin bir emniyet riski değerlendirmesini yapmalıdır.

Güvenlik Konuları

- Aşılarla olabilecek yüksek düzeyde talep ve başlangıçtaki arz açığı, kötü niyetli kişi veya gruplar tarafından bir miktar dikkat çekme potansiyeline sahiptir. Bu malların ve/veya onları barındıracak tesislerin daha fazla korunmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Çoğu durumda bu, yerel güvenlik yetkilileriyle koordinasyonu ihtiyacını doğurmaktadır.
- Bazı bölgelerde kendilerini görünür kılan "aşı karşıtı" gruplar vardır. Bu gruplar, aşılarda hava kargo tesisleri içinde veya çevresinde taşınması ve depolanması için eşit derecede tehdit oluşturabilir.

- Aşı dağıtım operasyonlarından etkilenecek havalimanları, ilgili kuruluşlarla bir risk ve tehdit değerlendirmesi yapmalı ve yeterli etki azaltıcı önlemlerin uygulanmasını sağlamalıdır.

4.2. Havayolu Şirketlerinin Rolü

Özellikle havayolu sektörünün Covid-19 öncesi dönemde istikrarlı bir şekilde büyüdüğü bilinmektedir. Covid-19 pandemisinde endüstri, yolcu talebindeki düşüşten olumsuz etkilenmiştir. Covid-19 pandemi sürecinde ise havayollarının gelirleri ağırlıklı olarak kargo taşımacılığında elde edilmiştir (Choi, 2021: 4). Covid-19 için aşı çalışmalarının başlamasıyla uluslararası havacılık işletmeleri, havayolu ve hava kargo operatörleri için tavsiyelerini vermiştir. Dolayısıyla yolcu taşımacılığında çok kargo taşımacılığında elde edilen gelir, aşılarda tüm dünyaya taşınmasında havacılık işletmelerini harekete geçirmiştir.

Uluslararası havayolu şirketleri, ilk dağıtılacak olan Pfizer ve Moderna ilaç firmaları tarafından geliştirilen Covid-19 aşılarda taşımak için ultra soğuk nakliye ve depolama tesisleri kurulması için girişimde bulunmuştur. Hava Kargo Birliği'nin son araştırmasına göre hava kargo işletmeleri, ilaç taşıma sektörünün sadece yüzde 15'inin Pfizer tarafından geliştirilen ve eksi 70 derece soğuk ortamda taşınması gereken Covid-19 aşılarda nakil işlemlerini üstlenebileceğini ortaya koymuştur. Yine aynı araştırmaya göre, Moderna ilaç şirketinin geliştirdiği ve eksi 20 derece soğuk ortam gerektiren aşığı taşıyabilecek ulaşım şirketlerinin oranı ise yüzde 60 olduğu ifade edilmiştir (EURONEWS, 2021).

Avrupa'nın önde gelen havayolları, koronavirüs pandemisine yanıt olarak dünya çapında Covid-19 aşılarda, temel ilaçlar ve tıbbi cihazlar sağlama konusundaki tarihi görevinde UNICEF'e yardım edenler arasında yer almıştır. European Havayolları, Covid-19 aşılarda dünya çapında taşımak için UNICEF ile güçlerini birleştirmiştir. Brüksel Havayolları, Lufthansa Cargo, Air France, KLM Martinair Cargo ve Cargolux, 100'den fazla ülkeye kritik tedarik sağlayacak İnsani Hava Kargo Girişimi'ne katılan havayolu işletmeleri arasında yer almaktadır (www.un.org).

DHL (Dalsey, Hillblom ve Lynn) ve McKinsey, tüm dünyada aşılarda ulaşımı için 15.000'e kadar uçuş gerekeceği tahmininde bulunarak çalışmalara

başlamış ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki havayolları, UPS, FedEx, DHL gibi büyük lojistik şirketleri tedarik zincirinin önemli bir parçası olmak için işbirliği yürütmeye başlamışlardır (Black, 2021).

Covid-19 aşılarda lojistiğinde, taşınması gereken büyük hacimler, soğuk zincir gereklilikleri, beklenen teslimat sayısı ve rota çeşitliliği göz önüne alındığında, havayolu ve hava kargo işletmelerinin bu süreçte önemi büyüktür. Buna ilaveten teknolojinin gelişimiyle birlikte havayolu taşımacılığında sıcaklık kontrollü konteynerler gibi özel ekipmanların kullanılması, önemli ölçüde bilgi ve uzmanlıkla işlerin yürütülmesi ve kalite yönetim sisteminin uygulanması vb. işlemler, Covid-19 aşılarda küresel dağıtımında havayolu endüstrisinin tercih edilmesinde etkili olmuştur.

Havacılık endüstrisinin aşılarda lojistiğinde kilit rol oynadığı söylenebilir. Hem havayolu ve hava kargo işletmelerinin hem de havalimanlarının bu konuda çalışmalar yürütmesi desteklenmiştir. Cool Chain Association (CCA), Türkçe adıyla Soğuk Zincir Derneği, havalimanlarının Covid-19 aşılarda dağıtımına hazırlanması değişiklik yönetimi matrisi hazırlamıştır. Bu matrise göre, bir aşının bir havaalanındaki yolculuğunun, farklı aşamalarında sıcaklık gereksinimlerine, paketlemeye, tahmine, miktara ve zaman çerçevesine bağlılığına dikkat edilmektedir. Buna ilaveten tedarik zincirinin olası kilit noktalara, eğitim gereksinimlerine, emniyet ve güvenliğin yanı sıra tedarikçi risk yönetimine ve kaliteye odaklanmasına yardımcı olacak bilgileri bir araya getirilmesini sağlamaktadır (www.globalcoldchainnews.com).

Covid-19 aşılarda lojistiğinde her türlü olası risklerin azaltılması gerekmektedir. Havacılık endüstrisinde aşılarda lojistiğine ilişkin karşılaşılabilecek olası riskleri azaltmak için aşağıda sıralanan konulara odaklanmak gerekmektedir (www.airlines.iata.org);

- Operasyonel zorluklar
- Uyulması gereken standartlar ve gereksinimler
- Eğitimli ve bilgili personele sahip olma gerekliliği
- Altyapının yanı sıra özel ekipmana sahip olma gerekliliği
- Sağlam risk değerlendirmelerini gözden geçirmenin ve gerekirse ayarlamaların sağlanması

Havayolu ve hava kargo işletmeleri, sürece ilişkin her türlü riskleri azaltmak ve büyük hacimlerde aşı taşımak için çabalamaktadır. Çünkü bu sürece katılmak, pandeminin oluşturduğu krizden kurtulmak için bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. Nitekim havacılık sektöründe bir kazan-kazan durumu söz konusudur. IATA'ya göre, yaklaşık 46.400 özel kargo uçuşu, pandeminin ilk dalgası sırasında başta tıbbi ekipman olmak üzere 1,5 milyon ton kargo taşımıştır. Yolcu trafiğinin 2020'de yüzde 67 oranında düşmesiyle, havayolları yolcu uçaklarını kargo uçmak için kullanmışlar ve özellikle maske, önlük, diğer kişisel malzemeler gibi tıbbi malzemeleri taşımışlardır (www.blog.satair.com).

Türkiye'nin bayrak taşıyıcı havayolu işletmesi Türk Hava Yolları yöneticileri tarafından, aşının ihtiyaç duyacağı tüm saklama ve taşıma koşullarını sağlayacak donanıma sahip olduğu ve dünyanın neresinde olursa olsun, aşılardan ulaştırılmasına hazır oldukları ifade edilmiştir (www.trthaber.com).

Türkiye'de küresel hava kargo operasyonları düzenleyen ve dünyanın 127 ülkesine hizmet veren Turkish Cargo, Covid-19 aşısı sürecinde ciddi başarılar imza atmıştır. Bombay, Brüksel, İstanbul, Singapur, Brezilya, Dubai, Basel, Londra ve Amsterdam gibi önemli ve sertifikalı destinasyonlara ilaç taşıyan Turkish Cargo, 400'den fazla destinasyon arasında global bir ilaç koridoru oluşturmuştur. Turkish Cargo, aşısı, ilaç ve sıcaklık kontrollü kargo taşımacılığında artan talebi karşılamak için ilave 1200 metrekare alana sahip sıcaklık kontrollü akıllı depoları devreye sokmuştur. Ayrıca sektördeki en büyük aktif konteyner tedarikçileri ile çalışarak soğuk zincir taşıma kapasitesini yüzde 30 artırmış ve ilave 150 uçağa hizmet verebilme kapasitesi ile soğuk zincir sevkiyat ölçüğünü aylık 25 bin tona yükseltmeyi başarmıştır (www.turkishcargo.com.tr).

5. Sonuçlar

2020 yılında tüm dünyada pandemi ilan edilmesine sebep olan Covid-19 adlı virüs küresel havacılığa ciddi zarar vermiştir. Pandemiden kurtulmak amacıyla aşılardan geliştirilmesi ve tüm dünyaya dağıtımı, ciddi bir lojistik sürecini gündeme getirmiştir. Konuya ilişkin uluslararası havacılık kuruluşları, aşılardan tüm dünyaya dağıtımında hava kargo ve havayolu şirketlerine hazırlık çağrılarında bulunmuştur. Havacılık

endüstrisinde aşılardan üretildiği noktadan, son kullanımının bulunduğu tüketim noktasına kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkin ve verimli bir şekilde iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi için çalışmalar başlatılmıştır. Aşılardan hava yoluyla taşınmasında operasyonel olarak (1) Planlama ve Tedarik, (2) Depolama ve Dağıtım, (3) Soğuk Zincir, İzleme ve Değerlendirme, (4) Aşısı Güvenliği ve Kalite Yönetimi çalışmalarına odaklanılmıştır. Pandeminin oluşturduğu krizden çıkış stratejisi olarak değerlendirilen aşılardan lojistik sürecinde havacılık endüstrisi ciddi rol oynamıştır. IATA'ya göre, yaklaşık 46.400 özel kargo uçuşu, pandeminin ilk dalgası sırasında başta tıbbi ekipman olmak üzere 1,5 milyon ton kargo taşımıştır. Havacılık sektöründe, özel sıcaklık kontrollü depolar, ilaç bakım ekipleri, aktif konteynerler ve termal taşıyıcılar gibi endüstriyel çözümler üretilmiş, tedarik zinciri ve soğuk zincir sürdürülebilirliği sağlanmıştır.

Küresel dağıtım zincirinde yer alan çok sayıda paydaşın yanı sıra havacılık endüstrisi, aşısı kampanyaları için gerekli olan şırıngalar ve diğer tıbbi ekipman dahil olmak üzere bu aşılardan büyük dozlarının hızlı ve güvenli bir şekilde teslimini kolaylaştırmada kilit bir role sahip olmuştur. 2020 yılını büyük krizlerle atlatan havacılık işletmeleri, aşılardan lojistiği için küresel ilaç endüstrisinin Covid-19 aşılardan hızla geliştirmesiyle ve taşımacılığa başlamasıyla, 2021 yılını biraz normal geçirdiği söylenebilir. Ancak Covid-19 virüsüne, yapılan aşılardan koruyucu etkisine karşı belirsizliğin devam etmesi ve virüsün tam olarak ortadan kalkmamış olması, endüstrinin hem operasyonel hem de ekonomik anlamda toparlanmasının henüz mümkün olmadığını göstermektedir.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

Kaynaklar

- [1] Rimmer, P.J. "Aviation and Covid-19 Pandemic: Towards Ards the 'Next Normal'" Journal of International Trade, Logistics and Law, Vol. 6, Num. 2, 2020, 119-136, 2020.

- [2] Sun, X., Waldelt, S., Zheng, C ve Zhang, A. "COVID-19 Pandemic and Air Transportation: Successfully Navigating the Paper Hurricane" *Journal of Air Transport Management*, Vol 94, 1-13, 2021.
- [3] Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P. (2006). *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, London: Kogan Page.
- [4] CSCMP (Supply Chain Management Professionals) "Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımları ve Sözlüğü" https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx (Erişim Tarihi: 18.07.2021).
- [5] Aung, M. and Chang, Y. "Temperature Management for the Quality Assurance of a Perishable Food Supply Chain" *Food Control*, 40, 198-207, 2014.
- [6] Chaudhuri, A., Popovska, I.D., Subramanian, N., Chan, H.K. & Bai, R. Decision-making in Cold Chain Logistics Using Data Analytics: A Literature Review. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 29 No. 3, pp. 839-861, 2018.
- [7] İpekçi, E. & Tanyaş, M. "Soğuk Zincir Lojistiği Uygulamaları ve Türkiye'de Soğuk Zincir Lojistiğinin Swot Analizi" *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Issue 26: 46-64, 2021.
- [8] Zaffran, M., Vandelaer, J., Kristensen, D., Melgaard, B., Yadav, P., Agyei, K. ve Lasher, H. The Imperative for Stronger Vaccine Supply and Logistics Systems. *Vaccine*, Volume 31, 2: 73-80, 2013.
- [9] Gültekin, Y. & Karadağ, M. (2021). Aşı Soğuk Zinciri: Covid-19 Salgını Kapsamında Türkiye'nin Aşı Lojistiği Alt Yapısının İncelenmesi. *Parion Academic Review Journal (PARJ) Cilt/Volume 1, Sayı/No 1, ss.pp.: 19-42*.
- [10] POHO (Palm American Health Organization). (2021). <https://www.paho.org/en/immunization/coldchain?topic=All&d%5Bmin%5D=&d%5Bmax%5D=&page=1> (Erişim Tarihi: 02.08.2021).
- [11] Lee, B.Y. ve Haidari, L.A. (2017). The Importance of Vaccine Supply Chains to Everyone in the Vaccine World. *Vaccine*. 16; 35(35 Pt A): 4475–4479.
- [12] Dujizer, L.E., Jaarsveld, W. & Dekker, R. (2018). Literature Review: The Vaccine Supply Chain. *European Journal of Operational Research* 268, no. 1: 174-192.
- [13] WORLD BANK "How the World Bank Group is Helping Countries Address Covid-19" (2020) <https://www.worldbank.org/en/news/factsheet/2020/02/11/how-the-world-bank-group-is-helping-countries-with-covid-19-coronavirus> (Erişim Tarihi: 16.07.2021).
- [14] Tidey, A. ve Ademoğlu, Y. "Covid-19 Aşları Dünyaya Nasıl Dağıtılacak? Aşının Önündeki Engeller Neler?" (2020). <https://tr.euronews.com/2020/12/01/covid-19-as-lar-dunyaya-nas-l-dag-t-lacak-as-n-onundeki-engeller-neler> (Erişim Tarihi: 16.07.2021).
- [15] Yamey, G., Schäferhoff, M., Hatchett, R., Pate, M. Zhao, F., Kennedy, K. (2020). Ensuring Global Access to Covid-19 Vaccines. Vol 395, Issue 10234.
- [16] Kashte, S., Gulbake, A., El-Amin S.F. & Gupta, A. "Covid-19 Vaccines: Rapid Development, Implications, Challenges and Future Prospects" *Human Cell*, 34:711–733, 2021.
- [17] MEDICAL PARK. "Covid-19 Aşları ve Yan Etkileri." <https://www.medicalpark.com.tr/covid-19-hg-2536> (Erişim Tarihi: 16.07.2021).
- [18] Forni, G. & Mantovani, A. "Covid-19 Vaccines: Where We Stand and Challenges Ahead" *Cell Death & Differentiation*, Vol 28:626–639, 2021.
- [19] James, E.R. (2021). Disrupting vaccine logistics. *International Health* 2021;13: 211–214, 2021.
- [20] ICAO "Safe Transport of Covid-19 Vaccines on Commercial Aircraft" <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/Vaccines-Transport.aspx> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [21] ICAO "The Distribution of Covid-19 Vaccines and Air Cargo Security" <https://www.icao.int/Security/aircargo/Pages/The-Distribution-of-COVID-19-Vaccines-and-Air-Cargo-Security.aspx> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [22] SATAIR (2021). "How Airlines are Aiding in Covid-19 Vaccine Distribution?" <https://blog.satair.com/how-airlines-are-aiding-in-covid-vaccine-distribution> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [23] Kargo Haber "Hava Kargo Covid-19 Aşısı Bulduğunda En Büyük Yüku Üstlenecek" <https://www.kargohaber.com/hava-kargo-covid-19-asisi-bulundugunda-en-buyuk-yuku-ustlenecek-5817h.htm> (Erişim Tarihi: 02.08.2021).

- [24] IATA “The Time to Prepare for Covid-19 Vaccine Transport is Now” <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-09-09-01/> (Erişim Tarihi: 04.08.2021).
- [25] IATA “Transportation of Covid-19 Vaccine” <https://www.iata.org/en/programs/cargo/pharma/vaccine-transport/> (Erişim Tarihi: 30.07.2021).
- [26] EUROCONTROL “Covid-19 Impact on the European Air Traffic Network” <https://www.eurocontrol.int/covid19> (Erişim Tarihi: 12.08.2021).
- [27] Brennan, E. “Playing a Key Role in Global Covid-19 Vaccine Distribution: EUROCONTROL and Partners Agree to Prioritise Critical Vaccine Flights” <https://www.eurocontrol.int/news/playing-key-role-global-covid-19-vaccine-distribution> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [28] O’Neil, D.P. ve Krane, D. “Policy and Organizational Change in the Federal Aviation Administration: The Ontogenesis of a High-Reliability Organization” *Public Administration Review*, Vol. 72, Iss. 1, pp. 98–111, 2011.
- [29] FAA (Federal Aviation Administration) “Vaccine Transport” https://www.faa.gov/coronavirus/vaccine_transport/ (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [30] ACI (Airports Council International) (2020). <https://aci.aero/news/2020/12/03/covid-19-vaccine-distribution-and-challenges-for-airport-operators/> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [31] Choi, T.S. (2021). Risk Analysis in Logistics Systems: A Research Agenda During and After the COVID-19 Pandemic. *Transportation Research Part E*, Vol 145, 1-8.
- [32] EURONEWS “Havayolu Şirketleri, Soğuk Ortamda Korunması Gereken Covid-19 Aşılarını Taşımak İçin Seferber Oldu” <https://tr.euronews.com/2020/11/18/havayolu-sirketleri-soguk-ortamda-korunmas-gereken-covid-19-as-lar-n-tas-mak-icin-seferber> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [33] UN (United Nations) “EU Airlines Join Forces With UNICEF to Transport Covid-19 Vaccines Around World” <https://www.un.org/en/coronavirus/eu-airlines-join-forces-unicef-transport-covid-19-vaccines-around-world> (Erişim Tarihi: 11.08.2021).
- [34] Black, E. “How Airlines Are Transforming to Deliver the Covid-19 Vaccine and Why it is Especially Challenging Now” <https://www.cnbc.com/2021/01/02/how-airlines-transport-covid-19-vaccines.html> (Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- [35] GCCN (Global Cold Chain News) “Cool Chain Association Scheme to Help Airports Prepare For Covid-19 Vaccine” <https://www.globalcoldchainnews.com/cool-chain-association-scheme-to-help-airports-prepare-for-covid-19-vaccine/> (Erişim Tarihi: 02.08.2021).
- [36] AIRLINES IATA “Hava Yoluyla Aşıların Taşınması” https://www.airlines.iata.org/analysis/transporting-vaccines-by-air?_ga=2.185408556.467697946.162764507.1537391777.1585218046&_gac=1.12132678.1625144137.CjwKCAjwz_WGBhA1EiwAU_AxIcZJnFrQq_yogIXpPhQ5Fz7LRLbtI7ONGGZi6-T0LE1JeaVLalBoCLA4QAvD_BwE (Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- [37] TRT HABER “THY Coronavirus Aşısının Dağıtımında Küresel Yarışa Hazır” <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/thy-koronavirus-asisinin-dagitiminda-kuresel-yarisa-hazir-534169.html> (Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- [38] TURKISH CARGO “Turkish Cargo Carries Covid-19 Vaccines Via Its Cross-Continental Air Bridge” <https://www.turkishcargo.com.tr/en/news/turkish-cargo-carries-covid-19-vaccines-via-its-cross-continental-air-bridge> (Erişim Tarihi: 13.08.2021).

The Effects of Stress on Job Satisfaction: A Study on Pilots

Kaan BAKANOĞLU¹ * 

¹ Commercial Pilot, İstanbul, Turkey

Abstract

Aviation is a form of transportation that is developing rapidly. The rapidly growing aviation sector has started to be preferred by people because it is advantageous compared to other modes of transportation in terms of both time and passenger comfort. As people prefer aircrafts more as a means of transportation, airline companies have started to grow, have placed new aircraft orders and continue to give. However, the most important issue that will never be compromised in the face of this rapid growth is undoubtedly flight safety. Studies have shown that, the human factor is around 70% is affected the accidents and incidents in aviation. For this reason, the human factor is important in aviation, and everything from the working hours of the employees, the time to spend on the way to and from work, and even the rest time, has become a rule by international aviation organizations. For this reason, in this thesis, it is aimed to measure the stress levels of pilots, which are one of the most important parts of the aviation industry, to observe how their inner world is in business life and also to measure how these levels affect pilots' job satisfaction. As a result of the research, a significant relationship was found between the stress levels of the pilots and their job satisfaction levels.

Keywords: Stress, Job Satisfaction, Pilot, Aviation, CRM.

1. Introduction

Aviation has continued and continues to develop and grow continuously since its first appearance. During this development and growth, due to bad experiences, necessary rules emerged and precautions were taken. Studies have shown that the human factor is 70-80% in aviation accidents/incidents. For this reason, the importance of human factor in the aviation industry is very great. Various measures have been taken to keep the human factor at the lowest level in aviation. The

most important of these measures is CRM. Due to the intense and stressful work done, the stress factor has a serious effect on the pilots. With this study, it has been shown how the stress factor on the pilots affects the job satisfaction levels of the pilots.

The aim of this study is to measure the stress levels of pilots, one of the most important parts of the aviation industry, and to measure how much these levels affect the job satisfaction of the pilots. The importance of this study is that it is an assistant

Corresponding Author: Kaan Bakanoğlu kaanbakanoglu@gmail.com

Citation: Bakanoglu K. (2021). The Effects of Stress on Job Satisfaction: A Study on Pilots J. Aviat. 5 (2), 142-149.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-4506-9808>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.985784>

This study produced from the author's master thesis.

Received: 22 August 2021 **Accepted:** 27 September 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

that will guide the measures to be taken by airline companies or authorized authorities in line with the data obtained.

2. Literature Review

2.1. Job Satisfaction and Its Importance

Various studies and definitions have been made for Job Satisfaction, which was first put forward by Hawthorne studies [1] between 1924-1933 [2]. While Koustelios defines job satisfaction as the satisfaction of employees with their work [3] Luthans defines it as “a person's appreciation of his/her job or work-related life as an event that results in a pleasing or positive feeling” [4]. According to the definition made by Weis in 2002, job satisfaction is an emotional reaction to the job situation [5]. In 2011, Aziri explained job satisfaction as “the success of the employee on the work he/she has done and the sense of success he/she feels as a result of success” [6].

Job satisfaction is important because of the results obtained in working life. As a result of the researches, it has been seen that not only the work life but also the personal life of the person is negatively affected by the low level of job satisfaction, that is, being dissatisfied with the work done [7].

The most important accumulation of an enterprise has been the human resources working within it. The suitability of the human resources working in the enterprise in terms of quantity and quality is also important in terms of the employment policies implemented by the company, as it will positively or negatively affect the job satisfaction levels of the individuals [8].

2.2. Results of Job Satisfaction

Positive or negative results emerge in the face of the job satisfaction levels that the employees feel in line with the work they do. Job satisfaction is also important for the company, as these results will affect not only the employee but also the company. Although it seems that job satisfaction only affects the employee when observed from the outside, it is known that the workplace is also affected [9].

Studies have shown that employees are both satisfied with their work and have a high level of job satisfaction, and that both the health status of the employees are good and their stress levels are low.

However, with the low level of job satisfaction, that is, the employees are not satisfied with the work done, it has been observed that the employees have physical symptoms such as headache, nausea and fatigue. If this negative situation continues, it has been observed that serious consequences such as heart attack, ulcer and high blood pressure occur [9].

Apart from their health status, it has been observed that the intention to leave the job increases when the job satisfaction level is low. It has been observed that if the employees are satisfied with and love their job, they do the job with pleasure and do not want to be away from the job for a long time. However, with job dissatisfaction, it has been observed that they do not do their jobs with pleasure and they intend to leave as soon as possible. It has been observed that after an employee leaves the job as a result of job dissatisfaction, there is uneasiness and enervation among the remaining employees, and as a result of this situation, the company has cost problems [8].

It has been observed that with the increase in the level of job satisfaction, the success levels of the employees also increase. As a result of the increase in the success of the employees, it has been observed that their job satisfaction levels have increased thanks to the high wages, promotions or awards they have received, and that they have worked more faithfully in their workplaces and they do not want to leave the job [10].

2.3. Job Satisfaction in Aviation

The existing and strictly enforced rules in aviation have emerged as a result of bad experiences as a result of accidents/incidents or other events in the past years and continue to be applied in this direction. There is a saying, "The rules in aviation are written in blood", which shows that the rules applied in aviation were obtained as a result of bad experiences. Aviation is a sector with high stress level and workload due to its structure. According to the researches, it is shown that 70% to 80% of the accidents in aviation are caused by human beings [11].

In a 2003 study on job satisfaction in aviation, it was shown that those working in large airlines had higher job satisfaction levels than those working in small airlines. The reason for this situation is that employees of major airlines get promoted faster, earn more money, have higher job guarantees and

have a higher sense of trust in the companies they work for [12].

In a study conducted in 2012, it was shown that there is a negative relationship between the stress levels of Air Traffic Controllers and their job satisfaction levels, and that the level of job satisfaction decreases with the increase in the stress level [13]. In another study, it has been shown that the level of job satisfaction is higher due to the fact that aviation sector employees receive more salaries than other sectors, and the roles and duties of the employees are clearer [14].

2.4. The Concept of Stress and Its Importance

In today's modern world, people have brought a serious amount of movement and speed in their working and social lives. In this way, stress has become inevitable as a result of an active and fast-paced life. Among the problems caused by the working life of the modern world, stress has been the most important issue since it affects everyone in working life [15].

Various definitions of the concept of stress have been made. While Ivancevich and Matteson explain the stress as “an adaptation reaction that results from a random influence, dimension, or event that has physical or mental consequences on the person, and is revealed by personal characteristics or mental processes” [16], Cüceloğlu explained it as “the physical and mental straining of one's limits due to the negative conditions coming from the environment” [17].

2.5. Work Life and Stress

With stress being inevitable in the modern world, it has been stated that the source of stress is the work environment where employees spend all their days. It is seen that employees in stressful work environments are mentally tense, cannot get along with their colleagues, and show maladaptive personality traits. For this reason, there are features such as worrying, being unhappy, being in the middle of making decisions, acting impatiently, being touchy, always being critical, not being able to offer constructive suggestions, not showing priority, not working in depth, not showing empathy, and forgetfulness in people with high stress levels [15].

When the stress factor is evaluated in terms of the success of the employees in their business life,

it is seen that there are four basic factors. These four factors [18];

- Since work life is a major source of stress, it has a negative impact on employees.
- Stress sources outside of business life begin to affect business life over time.
- While continuing the job, the employee tries to get out of the stressful environment he is in at the same time.
- Success or low level of success at work can be a cause of stress. It is possible for the employee to see his/her work as a direct source of stress.

2.6. Relationship Between Stress and Job Performance

When the employees experience stress in their work lives, a negative effect begins to occur on the employees and causes the employees to be less productive at their work. As a result of the stress experienced, both the employee and the company are negatively affected and work efficiency decreases. As a result of the decrease in work efficiency, it is observed that the job satisfaction level of the employees decreases [19]. It has been observed that employees at work environments with high stress levels are mentally tense, cannot get along with the people around them, and are incompatible. As a result, it was stated that job dissatisfaction emerged [15].

Studies have shown that with the increase in the level of stress experienced in the work environment, the level of job satisfaction felt decreases [20]. As a result of the research conducted by Zincirkıran and others, a significant relationship was found between stress and job satisfaction [21]. On the other hand, in a study conducted among research assistants in 2017, the relationship between stress and job satisfaction was investigated, and as a result of the research, it was shown that stressful working environments negatively affect the level of job satisfaction [22].

2.7. Stress factor in Aviation

In the study, in which stress sources affecting flight crews were investigated and how stress affects flight crews, the characteristics of the job, being appreciated or promoted, relationship with the manager, financial opportunities, relationship with the team and family life were shown as sources of stress. Among these stress sources, the highest rate

was financial situation and lack of appreciation. In addition, it was observed that job satisfaction levels decreased as a result of the stress of the flight crew as a result of these situations [23].

According to another study, it has been shown that pilots cannot fully use the knowledge and skills they have under stress and flight safety is endangered. In addition, it has been shown that this situation negatively affects the Crew Resource Management (CRM) of the pilots and causes disruption of the order among the crew. CRM deficiency was also cited as the cause of the Tenerife accident, which was the biggest accident in the history of civil aviation and caused the death of 583 people in 1997 [24].

In another study on pilots, it has been shown that the reasons such as monitoring all the systems at the same time, controlling and managing the crew, and providing continuous communication, all the controls of a passenger and fuel-filled aircraft flying thousands of feet high and flying at a speed of hundreds of knots, are a source of stress on the pilots. It has been stated that as a result of this situation, which causes stress on the pilot, the performances of the pilots are negatively affected [25].

In a study conducted with 101 airline pilots, it was shown that the stress levels of pilots with 8 or more years of experience were higher. In addition, workload redundancy and task conflict have also been shown as sources of work stress. In addition, in the same study, it was shown that the work performance of the pilots was negatively affected by the stress they experienced [26].

3. Methodology

In this study, in which data were collected by questionnaire (survey) method, a 7-question scale developed by House and Rizzo was used as a stress questionnaire. As a result of the confidence analysis for stress questionnaire, the Cronbach Alpha value was found as 0.861. The questions used in the stress scale are as follows;

- My job is prone to directly affect my health.
- I work under quite a lot of tension.
- I feel irritable because of my job.
- My health would probably be better if I had a different job.
- Problems with my job are causing me to have trouble sleeping.

- I feel nervous before meetings held at my company.
- Even though I am doing other things when I am at home, I often think about work-related issues.

Minnesota Job Satisfaction Scale was used for job satisfaction. As a result of the confidence analysis for job satisfaction questionnaire, the Cronbach Alpha value was found as 0.956. The questions used in the job satisfaction scale are as follows;

From my current job, in terms of,

- always pleasing me,
- being able to work alone,
- the chance to do different things from time to time,
- giving a chance to be a respective person in society,
- the way my manager handles people on his team,
- my manager's ability to make decisions,
- having a chance to do things that are not against my conscience,
- giving me a steady job,
- giving me the opportunity to do things for others,
- having a chance to tell people what to do,
- having a chance to do something using my own skills,
- implementation of business decisions,
- the work I do and the wages I get for it,
- having the opportunity to be promoted in the job,
- giving me the freedom to make my own decisions,
- giving me the chance to use my own methods while doing my job,
- working conditions,
- my co-workers' agreement with each other,
- recognizing for a job well done,
- feeling of success in return for what I have done.

As the universe of the research, pilot license was given by the General Directorate of Civil Aviation under the Ministry of Transport and Infrastructure of the Republic of Turkey and the pilots actively working in the airlines were determined. A total of 119 returns were made to the questionnaires sent, and the results of the research were reached with a sample of 119 people. This number was found to be

sufficient due to the time limitation of the research and the inaccessibility of all pilots in Turkey. The data obtained by the questionnaires were analyzed in the SPSS 22 program and ANOVA, Correlation and Regression Tests were applied. As a result of the tests, if the p value is greater than the alpha value of 0.05, it is said that there is a significant relationship between the two variables.

It is known that the stress experienced in the work environment causes job dissatisfaction in people. When it is known that pilots also experience serious stress throughout their work lives, the hypothesis was as follows;

- Ho: There is no significant relationship between the Stress level of the pilots and the level of Job Satisfaction.
- H1: There is a significant relationship between the Stress level of the pilots and the level of Job Satisfaction.

4. Findings

4.1. Demographic Results

Looking at the demographic data of the 119 people who participated in the study, it was seen that 97.5% of the pilots were male and 2.5% were female. According to the Twitter post of Turkish Airlines General Manager Bilal EKŞİ on 8 August 2018, considering that 3.8% of the pilots in THY are female pilots, it is considered normal to have such a small number of female pilots in this study. The distribution of the participants according to age data is that 10.9% of them are in the 18-27 age range, 37.8% are in the 28-37 age range, 24.4% are in the 38-47 age range, 23.5% are in the 48-57 age range. It was observed that 3.4% were 58 years old and above. When the education levels are examined, it is seen that 1.7% of them are high school graduates, 65.5% of them are undergraduate, 31.1% of them are postgraduates and 1.7% of them are doctoral graduates. Looking at the seniority of the pilots, it was seen that 58% were F/O-First Officers and 61% were Captain Pilots. Finally, when we look at the duration of experience, 24.4% of them are 2 or less years, 21% are 3-5 years, 7.6% are 6-10 years, 16.8% are 11-15 years and 30.3% of them had 16 years or more of work experience.

4.2. Survey Results

In this part of the study, the relationship between stress and job satisfaction is shown. Before the

correlation analysis, normality control was made and Skewness and Kurtosis values were checked. According to the study conducted by Hair et al in 2013, if the Skewness value is between -1 and +1, it is considered to be normally distributed [27]. In addition, as a result of the study conducted by George and Marraley, it was shown that the Kurtosis value between -1 and +1 indicates the normality of the data [28].

Table 1. Representation of the normal distribution of stress

Stress	Statistic	Std. Error
X	3,4346	0,08429
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3,2677
	Upper Bound	3,6015
5% Trimmed Mean	3,4632	
Median	3,4286	
Variance	,845	
S	,91952	
Min.	1,00	
Max.	5,00	
Range	4,00	
Interquartile Range	1,14	
Skewness	-,429	,222
Kurtosis	-,066	,440

As can be seen from Table 1, as a result of the normality test for the stress factor, it was seen that the Skewness and Kurtosis values were within the limits and were found to be normally distributed.

Table 2. Representation of the normal distribution of job satisfaction

Job Satisfaction	Statistic	Std. Error
X	3,7444	,08243
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3,2111
	Upper Bound	3,5376
5% Trimmed Mean	3,4142	
Median	3,4500	
Variance	,809	
S	,89922	
Min.	1,00	
Max.	5,00	
Range	4,00	
Interquartile Range	1,20	
Skewness	-,540	,222
Kurtosis	,074	,440

As can be seen from Table 2, as a result of the normality test for the job satisfaction factor, it was

seen that the Skewness and Kurtosis values were within the limits and were found to be normally distributed.

Table 3. Stress and Job Satisfaction Correlation Analysis

		Job Satisfaction
Stress	Pearson Corr.	-,506**
	Sig (2 way)	,000
	N	119

As can be seen in Table 3, as a result of the correlation analysis, it has been observed that stress has a negative relationship with job satisfaction.

Table 4. Stress and job Satisfaction ANOVA Test

ANOVA	Sum of Sq.	Df	Mean Sq.	F	Sig.
Regression	24,42	1	24,427	40,261	,000 ^b
Residual	70,98	117	,607		
Total	95,41	118			

- a. Dependent Variable: Job Satisfaction
- b. Predictors (Constant): Stress

Table 5. Stress and Job Satisfaction Regression Analyse

Model ^a	Unstd. Coeff.		Stand. Coeff.	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
Constant	5,074	,277		18,35	,000
Stress	-,495	,078	-,506	-6,34	,000

As a result of regression test performed after finding a significant relationship between stress and job satisfaction, it was found that the stress factor has a negative effect of 49.5% on the job satisfaction factor, as can be seen from talbo 4 and 5.

5. Result

Aviation is a form of transportation that is developing rapidly. The rapidly growing aviation sector has started to be preferred by people frequently, as it is advantageous compared to other modes of transportation in terms of both time and passenger comfort. As people prefer aircraft as a means of transportation, airline companies have started to grow, have placed new aircraft orders and continue to do so. However, the most important issue that will never be compromised in the face of this rapid growth is undoubtedly flight safety. Although aircraft are seen as the safest means of

transportation in the world, they can also experience accidents / incidents, although not very often.

The greatest wealth a business has is its human resources. Because with the employee profile, the business either succeeds or fails. For this reason, the employee profile is a point that the business should pay attention to and constantly follow. The best method to follow the employee profile would be to measure the job satisfaction levels of the employees. Because, according to the results obtained when the studies in the literature are examined, the job performance decreases with the decrease in the job satisfaction levels of the employees, and as a result, the work done is negatively affected. Considering the stress situation in working life, working life is a situation in itself that puts employees stressed. The job satisfaction levels of employees with high stress levels were negatively affected.

As a result of the analysis, it was found that there is a negative relationship between stress and job satisfaction. In other words, it is expected that the job satisfaction level of a pilot with a high stress level will decrease. When we look at how much stress affects job satisfaction, it has been seen that it has a negative effect of 49.5%. In other words, it is seen that with 1 unit increase in the stress level of the pilots, their job satisfaction level decreases by 49.5%.

To make suggestions to researchers who want to conduct research on these issues in the future, the universe and sample can be expanded further as a continuation of this research, and if necessary, data can be collected from pilots working both in Turkey and abroad, and they can reach a wider range of results.

It is thought that this study may be useful in the human resources planning of airline companies, as well as suggestions to airlines. It is thought that it can be beneficial in the selection of pilots in the pilot recruitment process, according to the reactions of the candidates or the attitudes and attitudes they show during the selection stages of the interview or post-interview. Flight safety should never be overlooked when selecting a pilot for airlines. For this reason, based on the data obtained as a result of this research, it is necessary to be more careful about the features that can be understood during the interview, such as human resources and stress management of the candidates. Apart from recruitment, it should also be checked whether the

pilots who are already within the body are performing their duties within the framework of the CRM rules. Flight safety can be compromised in a cockpit with high stress levels due to lack of communication or disagreement between the crew. For this reason, companies should check whether flights take place within the framework of CRM. In case of any problem, necessary interventions should be made.

In this context, airline companies should prepare their human resources departments well when planning their personnel, ensure that they manage the processes by foreseeing the problems that may be encountered in the future while managing the recruitment processes, and hire the appropriate people. Otherwise, an accident-incident may occur due to a stress-induced personality disorder or job dissatisfaction in the future, and irreparable damages may occur.

Ethical Approval

The survey study was carried out with the approval number 2021/01 of Istanbul Aydın University Ethics Commission.

References

- [1] R. Kaur, "The Role of Factors on Job Satisfaction of Employees – An Empirical Study", *Journal of Business and Management*, 2(4), 49-52, 2012.
- [2] G. Koca and V. Özçifçi, "İş Tatmini: Öğretim Elemanlarına Yönelik Bir Uygulama", *Akademik Barış Dergisi*, 48, 401, 2015.
- [3] A. Koustelios, "Personel Characteristics and Job Satisfaction of Greek Teachers", *International Journal of Educational Management*, 15(7), 354, 2001.
- [4] Y. Can and F. Soyer, "Beden Eğitimi Öğretmenlerinin Sosyo-Ekonomik Beklentileri ile İş Tatmini Arasındaki İlişki", *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 64, 2008.
- [5] H. Weiss, "Deconstruction Job Satisfaction Separating Evaluations, Beliefs and Affective Experiences", *Human Resources Management Review*, 12, 174, 2002.
- [6] B. Azırı, "Job Satisfaction: A Literature Review", *Management Research and Practice*, 3(4), 77-86, 2011.
- [7] H. Çarıkçı, "Çalışanların İş Tatminlerini Etkileyen Kişisel Özellikler: Süpermarket Çalışanları Üzerine Bir Araştırma", *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2), 155-168, 2000.
- [8] M. Türk, *Örgüt Kültürü ve İş Tatmini*, Ankara: Özkan Matbaası, 2007.
- [9] R. Hancı, "Örgüt İçi İletişimin İş Tatminine Etkisi ve Bir Örnek İnceleme", *Yüksek Lisans Tezi*, Haliç Üniversitesi, İstanbul, 83, 2019.
- [10] E. Özcan, *Kişilik Bakış Açısından Örgüt Yapısı ve İş Tatmini*, İstanbul: Beta Basım Yayın, 116-117, 2011.
- [11] SHGM, kongre.shgm.gov.tr/wp-content/uploads/2017/10/HFACS.pdf, [Erişim tarihi: 24 Ağustos 2019].
- [12] L. Vermeulen and C. Hoole, "Job Satisfaction Among South African Aircraft Pilots", *SA Journal of Industrial Psychology*, 29(1), 52-57, 2003.
- [13] M. Iqbal and A. Waseem, "Impact of Job Stress on Job Satisfaction Among Air Traffic Controllers of Civil Aviation Authority: An Empirical Study from Pakistan", *International Journal of Human Resources Studies*, 2(2), 53-70, 2012.
- [14] T. Uyar, "Türk İş Havacılığı Sektörü Teknisyenlerinde İş Tatmini", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 258-288, 2013.
- [15] S. Güney, *Örgütsel Davranış*, İstanbul: Nobel Yayınları, 405, 2017.
- [16] J. Ivancevich and M. Matteson, *Stress and Work*, Scott Foresman Glenview, 6-9, 1980.
- [17] D. Cüceloğlu, *İnsan ve Davranışı*, İstanbul: Evrim Matbaacılık, 321, 1991.
- [18] Y. Ertekin, *Stres ve Yönetim*, Ankara: TODAİE Yayını, 5, 1993.
- [19] A. Aktaş and R. Aktaş, "İş Stresi", *Verimlilik Dergisi*, s. 156, 1992.
- [20] N. Özdayı, "Resmi ve Özel Liselerde Çalışan Öğretmenlerin İş Tatmini ve İş Streslerinin Karşılaştırılmalı Analizi", *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 150, 1990.
- [21] M. Zincirkıran, G. Çelik, K. Ceylan and A. Emhan, *İşgörenlerin Örgütsel Bağlılık, İşten Ayrılma Niyeti, İş Stresi ve İş Tatmininin Örgütsel Performans Üzerindeki Etkisi: Enerji Sektöründe Bir Araştırma*, *Finans Politik&Ekonomik Yorumlar*, 52(600), 59-71, 2015.

- [22] T. Bayar and M. Öztürk, “İş Stresinin İş Tatmini Üzerindeki Etkisi: SDÜ Araştırma Görevlileri Üzerine Bir Araştırma”, Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi, 22(2), 525-546, 2017.
- [23] E. Gümüştekin and B. Öztemiz, “Örgütsel Stres Yönetimi ve Uçucu Personel Üzerinde Bir Uygulama”, Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi, 23, 61-85, 2004.
- [24] H. Karal, “Uçak Kazalarında İnsan Kaynaklı Risklerin Önlenmesine Yönelik Ekip Kaynakları Yönetimi: Türkiye Cumhuriyeti Pilotları Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, 2012.
- [25] N. Güler, “Pilotlarda Psikososyal Risklerin Belirlenmesi”, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, s.55, 2014.
- [26] Z. Akalın, “Pilotlar Üzerindeki Stres Faktörleri ve İş Performansı Arasındaki İlişki”, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, 2019.
- [27] F. Hair, C. Black, J. Babin, E. Anderson, and L. Tatham, *Multivariate Data Analysis*, Pearson Education Limited, 2013.
- [28] D. George and M. Mallery, *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson, 2010.

Proaktif Kişilik Özelliğinin Bilgi İfşasına Etkisi: Hava Trafik Kontrolörleri Üzerine Bir Araştırma

Ramazan ÇOBAN^{1*} , Cengiz Mesut BÜKEÇ² 

¹ Milli Savunma Üniversitesi, Hava Astsubay Meslek Yüksekokulu, Havacılık Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye
² Nişantaşı Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye

Özet

Havacılık sektöründe yapılan bu araştırmanın amacı, proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşasına etkisini incelemektir. Araştırmada ayrıca demografik özelliklere göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılık gösterip göstermediği de incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini İstanbul şehrinde çalışan 113 hava trafik kontrolörü oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplamak amacıyla anket yöntemi kullanılmıştır. Anketten elde edilen veriler, SPSS 21 istatistik programında ölçek geçerlilik ve güvenilirlik, korelasyon, regresyon, T-Testi ve ANOVA testlerine tabi tutulmuştur. Araştırma bulgularına göre proaktif kişilik özelliğinin çalışanların bilgi ifşası davranışını pozitif olarak etkilediği ve bilgi ifşasındaki %9 oranındaki değişimin proaktif kişilik özelliği tarafından açıklandığı görülmüştür. Proaktif kişilik özelliğinin dışsal ve destekçi bilgi ifşasını pozitif etkilerken içsel ve gizli bilgi ifşasını etkilemediği görülmüştür. Demografik özelliklere göre yapılan karşılaştırma analizleri sonucunda; yaş, çalışma süresi ve görev ünvanına göre çalışanların bilgi ifşası davranışında farklılık olduğu; ancak cinsiyet, medeni durum ve eğitim seviyesine göre farklılık olmadığı görülmüştür. Araştırmanın proaktif kişilik özelliği, bilgi ifşası ve havacılık emniyeti ile ilgili literatüre katkı sağlayacağı ve gelecekte yapılacak araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Proaktif Kişilik Özelliği, Bilgi İfşası, Hava Trafik Kontrolörü, Havacılık, Havacılık Emniyeti

The Effect of Proactive Personality on Whistleblowing: A Research on Air Traffic Controllers

Abstract

The aim of this research, conducted in the aviation sector, is to examine the effect of proactive personality on whistleblowing. In the research, it was also examined whether whistleblowing behavior of the employees differed according to the demographic characteristics. The sample of the research consists of 113 air traffic controllers working in the Istanbul city of Turkey. Questionnaire method was used to collect data in the study. The data obtained from the questionnaire were subjected to scale validity and reliability, correlation, regression, T-Test and ANOVA tests in SPSS 21 statistical program. According to the research findings, it was seen that the proactive personality positively affected the whistleblowing behavior of the employees and the 9% change in the whistleblowing was explained by the proactive personality. It was observed that while proactive personality positively affected external and supportive whistleblowing, it did not affect internal and secret whistleblowing. As a result of the comparison analyzes made according to demographic characteristics; It has been observed that there is a difference in the whistleblowing behavior of the employees according to age, job tenure and job title, but there is no difference according to gender, marital status and education level. It is thought that the research will contribute to the literature on proactive personality, whistleblowing and aviation safety and will shed light on future research.

Keywords: Proactive Personality, Whistleblowing, Air Traffic Controller, Aviation, Aviation Safety

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Ramazan Çoban ramazancoban26@hotmail.com

Citation/Alıntı: Çoban R., Bükeç C.M. (2021). Proaktif Kişilik Özelliğinin Bilgi İfşasına Etkisi: Hava Trafik Kontrolörleri Üzerine Bir Araştırma J. Aviat. 5 (2), 150-169.

ORCID: ¹<https://orcid.org/0000-0002-4505-0437>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2891-6470>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.987666>

Gelis/Received: 27 Ağustos 2021 **Kabul/Accepted:** 9 Kasım 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

1. Giriş

Günümüzün zorluklarla dolu küresel rekabet ortamı koşullarında; dinamik olmak, belirsizliklerle mücadele etmek, hızlı ve tercih edilen yenilikler yapmak, sürekli değişim içinde olmak ve çevresel koşullara esneklik göstermek örgütlerin sahip olması gereken önemli özellikler arasındadır. Orta ve uzun vadede rekabet ortamında hayatta kalabilmek için örgütlerin sadece rutinlerini, uygulamalarını ve politikalarını iyileştirmesi veya değiştirmesi yeterli olamamaktadır [1]. Örgütlerin aynı zamanda belirsizliklerin hâkim olduğu öngörülemez bir ortamda uzun vadeli hedeflere ulaşabilmek için fırsatları öngören, etkin, verimli, inisiyatif kullanabilen ve proaktif kişilik özellikleri ve davranışlar sergileyen çalışanları işe alması ve elinde tutması gerekir [2]. Proaktif davranışlar; çalışanların iş rolünü etkin bir şekilde yerine getirmesini, değişim odaklı inisiyatifler olarak belirsiz çevreye uyum sağlamasını ve örgütlerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmesini kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle birçok örgüt, çalışanların işyerinde sergilediği proaktif davranışları, rekabet avantajı olarak görebilmektedir [3].

Bilgi ifşası, bir örgütün eski ya da halihazırda bir çalışanı tarafından yönetici ve işverenlerin sorumluluğu altında bir örgütte meydana gelen etik ve yasa dışı uygulamaların bu durumu çözebilecek yetki ya da güce sahip kişi ya da kurumlara bildirilmesidir [4]. Bilgi ifşası, örgüt içinde etik olmayan uygulama, faaliyet ve davranışların düzeltilmesi için gerekli önlemleri almak amacıyla örgüt içi ya da dışına korumacı bir niyetle açıklanması olarak tanımlanabilir [5]. Bir örgütün denetimi ya da kapsamı dâhilinde meydana gelen hukuk dışı bir durumun, bu durumla ilgili bilgilere ulaşma imkânına sahip örgüt üyesi tarafından gönüllü, zorlama olmadan ve kanıtlanabilir bir şekilde örgüt içi ya da dışındaki ilgililere açıklanması bilgi ifşası olarak ifade edilir [6]. Literatüre bakıldığında örgütsel (örgütsel bağlılık, örgüt iklimi, misilleme vb.), bireysel (kişilik özellikleri, etik değerler vb.) ve demografik faktörlerin (cinsiyet, yaş, eğitim seviyesi vb.) çalışanların bilgi ifşası davranışını etkilediği görülmektedir [7].

Küresel ve teknolojik değişimler doğrultusunda giderek büyüyen havacılık sektörü tüm dünyada ulaşım sektörünün vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Havacılık faaliyetlerinin olay ve kazasız icra edilebilmesinde emniyet kavramı son derece önemlidir. Olay ve kazalar olmadan önce onları ve kök nedenlerini tespit etmeye yönelik proaktif yaklaşım ile emniyetsiz ve kural dışı uygulamaların ifşası ya da başka bir ifade ile rapor edilmesi havacılık sektöründe pozitif emniyet kültürünün birbiriyle ilişkili iki alt bileşenini oluşturmaktadır. Literatürde proaktif kişilik özelliği ve bilgi ifşası kavramları arasındaki ilişkiye yönelik farklı sektörler üzerinde yapılan çalışmalar [1, 8, 9] olmakla birlikte özellikle havacılık sektörü ve Türkçe literatürde iki kavram arasındaki ilişki konusunda bir boşluk olduğu görülmektedir.

Bu kapsamda havacılık sektörünün önemli bir çalışan grubu olan ve havacılık emniyetine doğrudan katkı sağlayan hava trafik kontrolörleri üzerinde çalışma yapılmasına karar verilmiştir. Çünkü hava trafik kontrolörlerinin görev yaptıkları kule, yaklaşma ve yol kontrol gibi Hava Trafik Kontrol Birimleri değişken iç ve dış çevre koşullarında her zaman doğru kararlar veren bir örgüt yapısına sahip olmayı, belirsizlik içinde sürekli öngörülerde bulunmayı ve olası zor koşullara karşılık hazır bulunmayı gerektirmektedir. Bununla birlikte operasyonel koşullarda faaliyetlerin emniyetli bir şekilde yerine getirilebilmesi için bilginin açık, erişilebilir, kullanılabilir ve yorumlanabilir olması önem arz etmektedir. Söz konusu nedenler ışığında bu araştırmanın amacı, proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşasına etkisini incelemektir. Araştırmada ayrıca demografik özelliklere göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılık gösterip göstermediği de incelenmiştir. Araştırma sonuçlarının proaktif kişilik özelliği, bilgi ifşası ve havacılık emniyeti kavramları arasındaki ilişkileri ortaya koyması nedeniyle ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Proaktif Kişilik Özelliği

Kişilik bir bireyi diğer bireylerden farklı kılan fiziksel, zihinsel ve ruhsal özelliklerin toplamı olarak tanımlanabilir. Başka bir ifade ile kişilik, bireyi öznel ve nesnel yönleri ile diğerlerinden ayıran duygu, düşünce, tutum ve davranışların tümüdür [10]. Benzersiz ya da kendine has olma, tutarlılık gösterme ve değişmezlik bireyin kişiliğini oluşturan üç temel faktördür [11]. Kişilik özelliklerinden biri olan proaktif kişilik; mevcut koşulları iyileştirmek ya da yeni koşullar yaratmak amacıyla inisiyatif alan, bilgi ve fırsatları aramaya eğilim gösteren ve pasif bir şekilde mevcut koşullara uyum göstermek yerine statükoya meydan okumayı tercih eden özellikleri kapsar [12]. Proaktif kişilik, bireylerin içinde buldukları çevreyi etkilemek amacıyla harekete geçmesine yönelik sergiledikleri eğilimleri ifade eden bir yapıdır. Proaktif bireyler fırsatları arayan, inisiyatif alan, harekete geçen, sonuca ulaşana kadar sabır gösteren ve değişimi ortaya koyan bireylerdir. Proaktifler, örgütlerin misyonlarında değişime yol açan, sorunları bulan ve çözen yol göstericilerdir [13].

Proaktif kişilik özelliği, her birey ya da çalışanda aynı düzeyde bulunmayan ve geleceği öngörerek yeni konum almaya odaklanan bir eğilimi işaret eder. Proaktiflik, belirsiz bir gelecekte meydana gelebilecek değişimi sadece öngörmeyi ve bu değişime uyum sağlamayı değil, aynı zamanda değişimin kendisini yaratmaya da odaklanır. Proaktif kişiler; sahip oldukları işi, durumu ve konumu geliştirmeye yönelik girişimlerde bulunurken; bunun aksine proaktif olmayan kişiler ise arkasına yaslanmayı, başkalarının bir şeyler yapmasını beklemeyi ve kendilerine dayatılan değişime boyun eğmeyi tercih ederler [14]. Proaktif kişiler, kendilerine herhangi bir emir verilmeden gerekli gördükleri değişim için harekete geçebilen; hedeflenen değişim için aktif bir uygulayıcı rolüne girebilen; içinde bulunduğu çevreyi örgütsel hedeflere fayda sağlayacak şekilde değiştirmek isteyen; durumsal sınırlamalara rağmen çevrelerinde olumlu değişikliklere neden olabilen kişilerdir. Bu açıdan bakıldığında proaktif kişilik özelliği, proaktif davranışın ortaya çıkmasına neden olan öncül bir kişisel eğilimdir [15].

Proaktif davranış, bireyler tarafından kendilerini ve içinde buldukları çevrelerini etkilemeye ve ileriye yönelik sergilenen eylemleri bir bütün olarak içerir. Proaktif davranış, inisiyatif olarak veya olayları önceden tahmin ederek bir durumu yaratan ya da kontrol altına alan davranışlardır. Bu davranışlar, pasif olarak görülen reaktif ve genel davranışlardan iki yönü ile ayrılır. Proaktif davranışın ilk ayırt edici özelliği önceden hareket etmektir. Sosyal bilimciler, insanların kendi davranışlarını abarttıklarını ve insan davranışlarının çoğunun bilinçsiz zihinsel süreçler ve mantıksız senaryolar tarafından yönetildiğini öne sürerken; proaktif davranış bireylerin eylemlerinde beklenti içinde oldukları bir davranış alanıdır. Proaktif davranış, geleceğe odaklı ve dikkat içerir. Bireyler, gelecekte yaşanabilecek olaylar hakkında önceden öngörü ile düşünmekte, planlama yapmakta ve hareket etmektedir. Gelecekte bir sonuç tahmin edilir ve bu sonucun ortaya çıkması için durumlar seçilir ya da değiştirilir [2]. Proaktif davranışın ikinci ayırt edici özelliği, amaçlanan etkidir. Proaktif davranış değişim odaklıdır [13]; proaktif bireyler açık bir şekilde kendileri veya çevreleri üzerinde fark edilebilir bir etki yaratma niyetindedirler. Proaktif davranmaya yönelen bireyler; kendilerini, etkileşim içinde oldukları diğerlerini ve çevresel koşulları anlamlı bir şekilde değiştirmeye odaklanırlar [16].

Proaktiflik, geri bildirim arama ve sorumluluk alma gibi bir dizi eylemle sınırlı olmaktan ziyade bir süreç olarak görülebilir. Süreç olarak proaktiflik, çalışanların rol içi ve rol dışında meydana gelebilecek her türlü eylem setine uygulanabilir [12]. Bununla birlikte proaktifliği bu şekilde kavramsallaştırmak, proaktif davranışı sadece rol dışı olarak gören araştırmacıların görüşleriyle çelişmektedir. Bu araştırmacılara göre proaktif davranış çalışanın mutlaka ekstra rolünün sonucudur. Çünkü çalışanların rol içi davranışları başkaları tarafından belirlenir ve bu davranışlarda geleceği etkilemeye dönük çalışanın kendisi tarafından yapılan bir hareket ve beklenti yoktur [2]. Proaktif davranışı belirlemenin temel kriteri; bu davranışın çalışanın rol içi mi yoksa rol dışı mı davranışı olduğu değil, çalışanın kendisi veya çevresi üzerinde etkisi olan gelecekteki bir sonucu tahmin edip etmediği, planlayıp planlamadığı ve yaratıp yaratmadığına yönelik çalışmasıdır [17].

Proaktiflik süreç olarak; öngörme, planlama ve geleceği etkilemeye yönelik eylem olmak üzere üç aşamadan meydana gelir. Öngörme, proaktiflik sürecinin başlangıcını simgeler. Proaktif davranışlar sergileyecek kişiler gelecekteki sonuçları tahmin etmeye yönelik olarak düşünürler. Öngörme ya da tahmin etme, gelecek bir zamanda meydana gelebilecek bir durum, nesne ya da kişinin resmini önceden zihinde hayal etme ve canlandırmadır [2]. İnsanlar geleceğe yönelik bir senaryo hayal ettiklerinde bu hayali geçici olarak doğru kabul ederler, bu hayale ulaşabilmek için duygularını yönlendirir ve ortaya çıkabilecek problemleri çözmeye çalışırlar [18]. Olayları öngörmek, insanların geleceğe dair beklenti içine girmelerini ve güvenlerini artırır. Öngörmek gelecekte olabilecek olayları teşvik etmek ya da önlemek için bireyin harekete geçme olasılığını yükseltir. Başka bir deyişle öngörme ve beklenti içine girme kendini gerçekleştiren kehanetleri ateşleyebilir [19]. Planlama, proaktif davranış sürecinin ikinci aşamasını oluşturur. Planlı Davranış Teorisine göre proaktif davranışlarda bulunan bireyler fikirlerini uygulamak için nasıl hareket etmeleri gerektiğine dair planlar yaparlar. Planlama; belirli bir görev, proje, faaliyet veya eylem için önceden hazırlanmak anlamına gelir. Planlama ile bireyler beklentilerini ve gelecekteki hedeflerini somut eylem ve sonuçlara bağlayan adımların ana hatlarını çizerler [19]. Öngörmek; gelecekle ilgili bir olay veya sonucu tasavvur etmek iken, planlama ise geleceğe dair bir vizyon, olay ya da sonucun nasıl teşvik edileceği ya da önleneyeğini belirten bir uygulama hazırlamaktır. Planlama ile birey, ilk hareket tarzının başarılı olamama ihtimaline karşı alternatif stratejiler geliştirir. Bu nedenle planlama, öngörülen vizyonları davranışlara dönüştürmede kritik bir rol oynayarak bireylerin hedeflerinin peşinden gitme ve bu hedeflere ulaşma olasılıklarını artırır [20].

Proaktiflik sürecinin son aşaması olan geleceği etkilemeye yönelik eylem, öngörü ve planlamanın fiziksel tezahürünü ifade eder. Öngörme ve planlama, proaktif davranışın psikolojik yönünü eylem aşaması ise somut yönünü simgeler. Bireyler eylemlerini geleceği etkilemeye yönlendirirken eylemlerinin kendileri ve çevreleri üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkisinin farkındadırlar. Bireyler, gelecekteki sorunları çözmek ve olası fırsatları

yakalayabilmek için bu eylem aşamasında öngörü ile hareket ederler [2].

2.2. Bilgi İfşası

İngilizce literatürde “whistleblowing” kelimesi ile ifade edilen bilgi ifşası kavramı, suç işlemek üzere olan birini gördüğü zaman İngiliz polisinin diğer meslektaşlarını ve halkı haberdar etmek amacıyla düdük öttürmesi ya da ısıklık çalmasından ortaya çıkmıştır. “Whistleblowing” kavramının ilk defa 1963 yılında Birleşmiş Milletler İç Güvenlik Senatosu alt komisyonu baş danışmanına sunulan ve güvenlik risklerini içeren bir belgede kullanıldığı ifade edilmektedir [21]. Türkçe literatürde “whistleblowing” kavramını ifade etme konusunda tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Söz konusu kavramı açıklamak için ele verme [22], açığa çıkarma [23], bilgi uçurma [5, 24]; bilgi ifşası, ihbarcılık [21, 25] gibi farklı kavramların kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada “whistleblowing” kavramını ifade etmek amacıyla bir bilgiyi ortaya çıkarma ve açıklama anlamına gelen “bilgi ifşası” kavramının kullanılması tercih edilmiştir.

Bilgi ifşası kavramı, bir örgütte daha önce çalışmış ya da halihazırda çalışan üyeler tarafından işveren ya da yöneticilerin kontrolü altındaki etik dışı, hukuka aykırı ve gayri meşru uygulamaların, bu uygulamalar konusunda işlem yapabilecek kişi, kurum ve taraflara bildirilmesidir [4]. Bilgi ifşası kavramı hakkında ilk modern tanımlamalardan birini yapan Nader vd.’ne [26] göre bilgi ifşası; kamu menfaatini çalıştığı örgütün menfaatlerinden üstün tutan bir çalışanın örgütünün ahlaka aykırı, hileli, yasal olmayan ve zararlı uygulamalarını açıklamasıdır. Bilgi ifşası; bir örgüt içinde yasalara, kurallara ve etik değerlere uygun olmayan davranış ve faaliyetlerin örgüt içinde ya da dışında diğer kişi, kurum ve paydaşlara zarar vermemesi amacıyla bilgi sahibi kişiler (çalışanlar ya da paydaşlar) tarafından sorunları çözme gücüne veya yetkisine sahip taraflara bildirilmesi, rapor edilmesi ya da açıklanmasıdır. Bu açıdan bilgi ifşası, örgüt içindeki yanlış ve zararlı görülen uygulamaların açığa çıkartılması olgusu olarak ahlaki bir davranıştır [27]. Bilinçli bir çalışan davranışı olan bilgi ifşası; örgüt içinde etik olmayan, rahatsızlık uyandıran ya da suç içeren bir durumu fark eden ve haber alan bir

bireyin bu durumla ilgili bilgileri yetkililere iletmesidir [28].

Bilgi ifşası sürecini başlatan kişiye bilgiyi ifşa eden ya da ifşacı (whistleblower) denilmektedir. İfşacı, bir kişi ya da grup olabilir [4]. Bilgi ifşası eyleminin temel amacında bir birey, kurum ya da topluluğu koruma içgüdüğü olmakla birlikte, belirli bir menfaat sağlamak gibi farklı nedenler de bilgi ifşasını motive edebilir [29]. Bilgi ifşası sürecinde tespit edilen yanlış uygulamayı ifşa edenler, bu uygulamadan başkalarının zarar görmemesini düşünerek zorlama olmadan ve gönüllük esasına göre hareket ederler. İfşacılar, ortaya çıkardıkları konularda bilgi sahibi olan örgütün eski ya da halen bir çalışanı, örgüt dışından biri, toplumun bir üyesi ya da örgüte paydaş biri olabilir [27]. İfşacılar, kamu çıkarına ters düşen, ihmalkâr, kural dışı, etik kurallarına uymayan ve suistimal içeren faaliyetleri açığa çıkartma ve düzeltme gayesiyle çalıştığı örgüte sinyal veren çalışanlardır. İnsan hakları ihlali, cinsel taciz, psikolojik şiddet, vergi kaçırma, zimmete para geçirme, ayrımcılık, gereksiz zarar verme, yasa dışı uygulamalar, örgütsel amaçlardan sapma, halk sağlığına uygun olmayan üretim, suistimal ve etik dışı davranışlar gibi birçok örgütsel yanlış uygulama ve eylem (organizational misconduct/wrongdoings) bilgi ifşasına konu olabilir [26, 30].

Bilgi ifşası, bir örgüt içindeki etik olmayan ve yasa dışı uygulamalara boyun eğmemek ve bu yanlış uygulamaları ortaya çıkartarak tekrarlanmasını engellemek için yapılır. Bu açıdan bakıldığında bilgi ifşası insani bir davranış şeklidir. İstenmeyen ve rahatsızlık uyandıran bir durumu düzeltmek adına iyi niyetle bilgi ifşası yapan bireylerin kötü olarak algılanması ya da yaftalanması doğru olmaz [31]. Bununla birlikte bilgi ifşası davranışına uygulamada olumsuz anlamlar yüklenmekte ve bilgi ifşası kavramı bazı durumlarda ispiyonculuk, ajanlık, jurnalcılık ve gammazlama gibi kavramlarla eşdeğer görülmektedir [27].

Literatüre bakıldığında bilgi ifşasının yapılaş şekline göre araştırmacıların kavramı farklı şekillerde sınıflandırdıkları görülmektedir. Bilgi ifşasının çoğu araştırmacı tarafından içsel ve dışsal olarak sınıflandırılması, temel bir sınıflandırmadır. İçsel bilgi ifşası yanlış uygulamaların örgüt içindeki

üst yöneticilerden birine; dışsal bilgi ifşası ise yanlış uygulamaların örgüt dışından biri, kamu, medya, çıkar grupları, düzenleyici otoriteler gibi örgüt dışı aktörlere rapor edilmesidir [32]. Park vd. [3] bilgi ifşasını formal-informal, açık (isim vererek)-gizli (isim vermeden) ve içsel-dışsal olmak üzere üç başlık altında sınıflandırmıştır. Bilgi ifşasının formal ya da informal olması ifşanın hangi iletişim kanallarının kullanılması ile ilgili bir sınıflandırmadır. Formal bilgi ifşası, örgüt içindeki resmi iletişim kanalları ve süreçleri ile yapılırken; informal bilgi ifşasında ise çalışan yanlış uygulamaları samimi ya da güvendiği bir iş arkadaşına bildirir [24]. Açık bilgi ifşasında ifşacı gerçek adını kullanarak yanlış uygulama ya da olayı rapor ederken; gizli bilgi ifşasında ifşacı gerçek kimliğini vermekten kaçınarak gizlilik içinde hareket eder. İçsel ve dışsal bilgi ifşası yukarıda bahsedildiği gibi ifşanın örgütün içine mi yoksa dışına mı yapıldığı ile ilgili bir sınıflandırmadır [22].

2.3. Havacılık Sektöründe Proaktif Kişilik Özelliği ve Bilgi İfşası İlişkisi

Son yıllarda tüm dünyada yaşanan hızlı küresel ve teknolojik değişimler sayesinde ülkeler, işletmeler ve insanlar arasındaki mesafeler kısalmış ve sosyal etkileşimler artmıştır. Söz konusu değişimler tüm sektörleri etkilediği gibi hava aracı teknolojileri ve havayolu işletmelerini de içine alarak havacılık sektörünün ivme kazanmasına neden olmuştur. Sivil havacılık sektörü; yolcuların hızlı, ekonomik, emniyetli ve güvenli bir şekilde seyahat etmesine ve uzun mesafelerin kısa süre içinde katedilmesine imkân sağladığı için günümüzde küresel ulaşım sektörünün vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir [34]. Emniyet, havacılık sektöründe faaliyetlerin aksatılmadan ve kazasız bir şekilde yerine getirilebilmesi için hem işletmeler hem de çalışanlar için dikkate alınması gereken önemli bir kavramdır [35]. Emniyet kavramı, riskten uzak olma ve yaralanma, ölüm ya da zarardan muafiyet olarak ifade edilebilir. Emniyetin karşıtı risk ise, belli bir zaman dilimi içinde tehlikeli bir durumla karşılaşma ihtimali veya söz konusu tehlikeli durumun ortaya çıkarabileceği sonuçlardır. Emniyet ve risk kavramlarını dikkate alarak genel bir tanımlama yapılacak olursa havacılık emniyeti, tüm havacılık faaliyetlerinin gerçek hayat

koşullarında bilinen tüm risklerin ortaya konulduğu ve kaçınılmaz kabul edilebilir risk düzeyinde gerçekleşmesidir [36].

Havacılık sektörü ve çalışanları emniyete önem verdiklerini ve faaliyetlerini emniyet çerçevesinde yaptıklarını ifade etmelerine rağmen uçuş ve yer faaliyetleri sırasında halen birçok emniyetsiz ciddi olay ve kaza yaşanmaya devam etmektedir. Ticari havacılığın başlangıç dönemlerinde kaza ve olaylar uçakların teknik yetersizliklerinden kaynaklanmış ve ilerleyen yıllarda modern uçakların kullanılmasıyla teknik sorunların çoğu aşılmıştır. Havacılığın son dönemindeki emniyetsiz durumların kaynağı olan insan faktörü ve örgütsel nedenler ise geliştirilen farklı multidisipliner modellerle giderilmeye çalışılsa da havacılık sektöründe yaşanan emniyetsiz olay ve çalışan davranışları hala varlığını devam ettirmektedir [37]. Günümüzde havacılık sektöründeki riskler, modern çağın gereklerine uygun olarak Emniyet Yönetim Sistemi (EYS) tarafından yönetilmektedir. Havacılıkta çeşitli alt sistemleri, emniyet yaklaşımlarını, kaynakları ve kuralları kapsayan YYS; bir havayolu işletmesinin tüm faaliyetlerini emniyetsiz hale getiren risklerin yönetilebilmesi için kullanılan ve işletmenin operasyonel ve teknik sistemlerini finansal ve insan kaynağı ile bütünleştiren sistemli ve kapsamlı bir süreçtir [38]. Havacılık sektöründe YYS'nin temel amacı, sektördeki düzenleyici otoritelerin ortaya koyduğu kurallar ışığında havacılık faaliyetlerinin emniyetli bir şekilde yürütülmesini sağlamak ve muhtemel riskleri yönetebilmektir.

Havacılık emniyetine yönelik birçok uygulama, emniyeti riske sokan olay ya da kaza meydana geldikten sonra yürürlüğe girmekte ve reaktif bir özellik taşımaktadır. Buna karşın YYS reaktif ve proaktif yaklaşımları birlikte kullanan bir sistemdir. Proaktif yaklaşımla havacılık emniyetini riske sokabilecek kaynaklar belirlenmekte, risklerin ortaya çıkartacağı zararlar hesaplanmakta ve bu riskleri en aza indirmek için tedbirler alınmaktadır [36]. Havacılık emniyetinde proaktif yaklaşım, emniyeti tehdit eden faktörleri herhangi bir olay ya da kaza meydana gelmeden önce önlemeye çalışmaktadır. Proaktif emniyet yaklaşımında farklı kaynaklardan toplanan veriler ışığında olay ve kaza üretme potansiyeli yüksek yer ve durumlar ortaya çıkartılarak risklerin mümkün

olan en düşük seviyeye indirilmesi amaçlanır [37]. Günümüzde ticari havacılık sektöründe emniyet anlayışı, olay ve kazalardan sonra elde edilen reaktif verilerinden ziyade proaktif veri kaynakları ile risk analizlerine yönelmiştir. Örneğin uçuş faaliyetleri kalite güvence uygulamaları, havacılık emniyeti eylem programları ve uçuş hattı emniyet denetlemeleri söz konusu proaktif veri kaynakları arasında görülebilir. Proaktif veri kaynakları, ticari havacılık sektöründe olay ve kazaların nedenlerinin nasıl görüldüğü ve havacılık emniyetinde insan faktörü konularında bakış açısının kapsamını genişletmiştir [39].

Proaktif emniyet yaklaşımında, emniyeti riske sokacak olay ve kazalar olmadan önce potansiyel olarak tanımlanan ramak kala olaylar, gönüllü emniyet raporlaması ve uçuşla ilgili verilerin izlenmesi önemlidir [40]. Araştırmalar, proaktif ve işlevsel bir emniyet yönetim yaklaşımı benimseyen havayolu işletmelerinin daha az işle ilgili olay ve kaza ile karşılaştıklarını göstermektedir. Ayrıca, proaktif yaklaşım çalışanların örgüt içindeki emniyet farkındalığını ve riskleri azaltıcı davranışlarını arttırmaktadır [41]. Proaktif yaklaşım, havacılık emniyetinde hataları azaltmanın ve riskleri oluşmadan önce tahmin etmenin en etkili yoludur. Bu yaklaşım ile her faaliyetten önce risk değerlendirmesi yapılarak etkili bir emniyet yönetim planının geliştirilmesi sağlanabilir. Proaktif yaklaşım; uygun olmayan örgütsel kararlar, elverişsiz çalışma koşulları, yetersiz ve kalitesiz ekipman ile örgütsel aksaklıkların tahmin edilmesine yardımcı olur. Bununla birlikte; havacılık sektöründe risk kontrol stratejileri belirleme, pozitif emniyet kültürü oluşturma, gerçekçi eylem planları hazırlama, süreçlerin sürekli izlenebilmesi, üretim yöntemleri ve değişim/gelişim politikaları konusunda işletmelere avantaj sağlar. Doğru dizayn edilmiş proaktif iletişim kanalları havayolu faaliyetleri üzerindeki riskleri en aza indirir [42]. Bahsedildiği gibi havacılık sektöründe faaliyetlerin ve süreçlerin emniyetli bir şekilde yürütülmesinde proaktif bir yaklaşım benimsenmesi ve her havacılık çalışanının proaktif kişilik özellikleri ve davranışlar sergilemesinin etkili olacağını söylemek mümkündür.

Emniyet kültürü; emniyeti riske sokabilecek uygulama ve davranışlarla bunların yer aldığı

ortamın etki alanında yer alan canlılar ve nesnelere zararını minimize etmeyi amaçlayan ve emniyeti ön plana çıkaran algılar, tutumlar, inançlar, roller ve uygulamaların toplamı olarak ifade edilebilir [43]. Pozitif emniyet kültürü, havacılık sektöründe icra edilen faaliyetlerin tümünü kapsayan EYS uygulamalarını başarılı kılan ve çalışanların emniyetle ilgili riskleri daha kolay farkederek emniyetsiz davranışlardan kaçınmalarına yardımcı olan bir emniyet yaklaşımıdır [38]. Havacılık sektöründe emniyet kültürünü değerlendirmek amacıyla örgüt kültürü ve örgüt iklimi literatürünü inceleyen Wiegmann vd. [44] tarafından geliştirilen Ticari Havacılık Emniyet Anketinde araştırmacılar emniyet kültürünün beş alt boyutunu ortaya koymuşlardır. Bu boyutlar; örgütsel bağlılık, yönetim desteği, personel güçlendirme, örgütsel ödül sistemi ve raporlama sistemidir [37]. Havacılık emniyeti ile ilgili önemli araştırmalar yapan James Reason'a göre ise havacılıkta emniyet kültürünün adil kültür, raporlama kültürü, bilgilendirme kültürü, öğrenme kültürü ve esnek kültür olmak üzere beş bileşeni vardır [45].

Adil kültür, kabul edilebilir ve edilemez davranışları birbirinden ayıran; kasıtlı ihmalleri kabul etmezken çalışanların dürüst hatalarını kabul eden ve çalışanların hatalarını dürüstçe raporlayabildikleri bir kültürdür [46]. Raporlama kültürü, çalışanların herhangi bir cezai yaptırıma maruz kalma endişesi olmadan emniyet ile ilgili kritik bilgi ve aksaklıkların rahatça paylaşıldığı, bildirildiği ve açıklandığı ortamı ifade eder. Bilgilendirme kültürü, bir örgütte sistemi yönetenlerin tüm sistemin emniyetini etkileyen insani, teknik, örgütsel ve çevresel faktörler konusunda güncel bilgisinin olduğu bir örgütsel ortamdır. Bu kültürde çalışanlar emniyete yönelik risklerin belirlenmesi ve onların ortadan kaldırılması için cesaretlendirilir. Öğrenme kültürü, örgütün kendi emniyet bilgi sisteminden gelen bilgi sayesinde hatalarını öğrenmesi ve düzeltici işlemler yaparak kendini geliştirmesidir. Öğrenme kültürünün oluşabilmesi raporlama kültürünün gelişimine bağlıdır [43]. Esnek kültür ise örgütün değişen durumlara karşı etkili bir şekilde uyum sağlamasıdır. Esnek örgütler hızlı hareket ederek ortaya çıkan fırsatlardan faydalanırken risklerden ise kaçınabilirler[45].

Havacılıkta raporlama kültürü, emniyet kültürünün alt boyutları olan adil, bilgilendirme, öğrenme ve esnek kültür ile yüksek derecede ilişkili olan; emniyetin ve dolayısıyla tüm süreçlerin sürekli geliştirilmesi için aksaklık, yanlış uygulama, emniyet ihlalleri ve kritik bilgilerin çalışanlar tarafından gönüllü olarak ifşa edilmesine imkân sağlayan örgütsel bir ortam olarak görülebilir. Bu nedenle çalışanların özellikle emniyet konusundaki yanlış, kural dışı, uygun olmayan uygulamalarla ilgili bilgi ifşası davranışları örgütlerin raporlama sistemini besleyen ön önemli kanallar olarak görülebilir. Araştırmalar; belirlenen yanlış uygulamanın ciddiyeti, boyutu, mali sonuçları, sağlık riskleri, emniyet ve güvenliğe yönelik tehditleri ile çalışanların bilgi ifşası niyetinin pozitif ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Sorun ne kadar ciddi ise sorunun ifşa edilme olasılığı da o kadar yüksektir [47]. Near vd. [48] tarafından büyük bir askeri üste yapılan araştırmada kötü yönetim, cinsel taciz, yasa ihlali içeren suistimaller, hırsızlık, israf, ayrımcılık ve emniyet sorunları gibi yanlış uygulamaların bilgi ifşasına konu olduğu görülmüştür.

Bir örgütte iyi işleyen örgütsel öğrenme süreci, emniyet uygulamalarına proaktif yaklaşım ile pozitif yönde ilişki içindedir. Proaktif uygulamalar yoluyla örgüt için hayati öneme sahip öğrenme süreçleri uygulanabilir. Söz konusu uygulamalar ile emniyetle ilgili verilerin toplanması, izlenmesi ve analiz edilmesi yoluyla geri bildirim sağlanarak örgütsel süreçlerde iyileştirilmeler yapılması önemlidir [41]. Proaktif yaklaşımın etkin olduğu örgütlerde gerekli bilgiler ilgili kişi ya da gruplarla paylaşılır. Proaktif yaklaşımı benimseyen bir örgütte, bilgi akışı serbest gerçekleşir, iletişim engelleri ortadan kalkar, bilgilendirme ve raporlama suçlamak ve cezalandırmak için değil emniyetin geliştirilmesi için yapılır. Proaktif bir sistemde bilgiye açık erişim ve tüm çalışanların yanlış uygulamalar ve aksaklıklar konusunda aktif raporlama yapması mümkündür [49].

Bir örgütte yanlış uygulamaları gözlemleyen, kendi kendine hareket edebilen, değişim odaklı ve ileriye dönük davranışlarda bulunan çalışanların bilgi ifşası yapması muhtemeldir. Söz konusu çalışanlar; yanlış uygulama, ihlal, suistimal ve yasa dışı uygulamaların örgüte, çalışanlara, paydaşlara ve kamuya zarar verdiğini anladıklarında bu

durumu düzeltmek ya da iyileştirmek adına harekete geçerek yetkililere rapor edebilirler. Böyle bir davranış, mevcut koşullara pasif bir şekilde uyum göstermek yerine, statükoya meydan okuyarak mevcut koşulları iyileştirme davranışı olan proaktif davranış ile uyumludur [11, 50]. Proaktif kişilik özellikleri ve davranışlara sahip bireyler, insiyatif alır; durumsal güçlerden bağımsız hareket eder ve mevcut durum, çevreleri ve kendilerinde yapıcı bir değişim yapma konusunda kararlıdır [13]. Bilgi ifşası, örgüt içindeki yanlış uygulamaları düzeltmek, iyileştirmek ve başkalarının zarar görmesini önlemeye yönelik bir davranıştır. Bu yönüyle bilgi ifşası davranışı, problemlerin kök nedenine inerek olay ya da kaza olmadan problemleri çözmeye odaklanan proaktif davranış gibi problemlerin yetkililere rapor edilmesini amaçlar [51].

Proaktif davranışları açıklamada kullanılabilir olan ve Ajzen [19] tarafından geliştirilen Planlı Davranış Teorisi bireylerin bilgi ifşası davranışını açıklamak için de geçerli bir teorik çerçevedir. Planlı davranış teorisine göre, bir davranışı gerçekleştirme niyeti bireyin birbirinden bağımsız üç inancı sayesinde ortaya çıkar. Bunlar, davranışın sonuçlarına ilişkin inançların belirlediği davranışa yönelik tutum; normatif değerler tarafından belirlenen bireyin davranışa yönelik öznel inancı ve davranışı gerçekleştirmek için gerekli mevcut kaynaklar ve fırsatlar hakkındaki inançlar tarafından belirlenen davranışsal kontrol algısıdır. Söz konusu bu inançlar bireyin planladığı davranış üzerinde etkilidir. Bilgi ifşasına yönelik bireyin olumlu ya da olumsuz değerlendirmesi, bilgi ifşasının sonuçlarına yönelik inançları ve bu sonuçlara ilişkin öznel algısının toplamı bireyin bilgi ifşası davranışı niyetini belirler [52]. Haroon [1] tarafından Pakistan'da 467 üniversite çalışanı ve öğrencisi üzerinde yapılan doktora tez çalışmasında proaktif davranışın katılımcıların içsel bilgi ifşası davranışını pozitif olarak etkilediği ancak dışsal bilgi ifşası davranışını etkilemediği görülmüştür.

Literatürde proaktif davranışlar olumlu, kalıcı ve arzu edilen davranışlar olarak kabul edilmektedir. Havacılık emniyetinde proaktif yaklaşım ile olay ve kazaların olmadan önce önlenmesi önemli olduğundan pilot, kabin ekibi, hava trafik kontrolörleri ve uçak bakım çalışanları gibi havacılık emniyeti ile doğrudan ilişki içinde olan

çalışanların proaktif kişilik özellikleri ve davranışlar sergilemesi önemlidir. Bununla beraber proaktif yaklaşım ve yanlış uygulamaları gönüllü raporlama ya da ifşa etme günümüzün pozitif havacılık emniyeti kültürünün birbiriyle ilişkili iki temel bileşenidir. Proaktif davranışlar sergileyen havacılık sektörü çalışanlarının başta havacılık emniyeti olmak üzere her türlü faaliyette yaşanabilecek yanlış, emniyetsiz, hukuka aykırı ve yasa dışı uygulamayı öngörerek ve insiyatif olarak ifşa edeceği düşünülmektedir. Bu kapsamda aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir.

H₁: *Çalışanların proaktif kişilik özelliği, bilgi ifşası davranışını pozitif olarak etkiler.*

Proaktif kişilik özelliğinin yanısıra farklı faktörlerin de hem havacılık hem de diğer sektörlerde çalışanların bilgi ifşası davranışında etkisi olabilir. Literatürde bireylerin bilgi ifşası niyeti ve davranışlarını açıklamaya çalışan sosyal ve psikolojik teorileri görmek mümkündür. Hollander'ın [53] Bireye Özgün Kredi (Idiosyncrasy Credit) Modeli bir grup içinde bir bireyin grup beklentilerinden sapma derecesini ifade eder. Grup içinde olumlu izlenimlere ve iyi iş performansına sahip azınlık sayıdaki başarılı bireylerin grup nazarında kredisi yüksektir ve bu bireylerin grup normlardan sapmak için daha fazla hareket alanları vardır. Grup içinde belirli bir serbestliğe sahip bu bireyler misillemeye maruz kalmadan gördükleri yanlış uygulamaları ve aksaklıkları kolayca ifşa edebilir ve örgüt içinde gerekli değişime neden olabilirler [54]. Pfeffer ve Salancik'in [55] Kaynak Bağımlılığı Teorisine göre bir taraf diğerinin bağımlı olduğu kaynaklara sahip olduğunda daha güçlü ve değerlidir. Bu teori kapsamında örgüt içinde daha fazla deneyim, görev süresi, pozisyon ve iyi iş performansına sahip çalışanlar örgüt için değerlidir. Bu durum nedeniyle söz konusu çalışanlara yanlış uygulamaları bildirmeleri konusunda örgüt tarafından bir avantaj sağlanabilir. Örgütleri tarafından değerli olduklarını algılayan çalışanların bilgi ifşası davranışı potansiyeli artabilir [6]. French ve Raven'in [56] Güç Dinamikleri Teorisine göre bireyler, başkalarına göre değerli olan özellikleri sayesinde çeşitli güç kaynaklarına sahip olabilir. Çalışanların karizması, uzmanlık alanları, yasal yetkileri, pozisyonları, iş performansları, çalışma süreleri gibi özellikleri onlara örgüt içinde güç kazandırabilir. Bu kapsamda

örgüt içinde güçlü olan çalışanlar, yanlış uygulamaları ifşa etmekte istekli ve aksaklıkları düzeltme konusunda yetkilileri ikna etmekte başarılı olabilirler [57].

Literatürdeki araştırmalar bireylerin bilgi ifşası davranışını etkileyen farklı örgütsel ve bireysel faktörlerin olduğunu göstermektedir. İş performansı, örgütsel bağlılık, örgüt iklimi, misilleme tehditi, yönetim ve iş arkadaşlarının desteği, görev rolü sorumluluğu, örgütün büyüklüğü gibi örgütsel faktörler çalışanların bilgi ifşası davranışını etkileyebilir. Bununla beraber çalışanların kişilik özellikleri (kontrol odağı, sorumluluk duygusu vb.), etik değerleri ve demografik özellikleri (cinsiyet, medeni durum, yaş, eğitim seviyesi, çalışma süresi, görev ünvanı vb.) bilgi ifşası davranışına yön verebilir [7]. Bilgi ifşasında temel amaç genellikle ifşa edenin kendini ve başkalarını koruma içgüdüsüdür. Bununla birlikte, psikolojik ihtiyaçları gidermek; prestij, cesaret, özgüven gibi çeşitli bireysel kazanımlar elde etmek; bireylerin kişilik özelliklerinin gereği farklı tutum ve davranışlarını yansıtmak ve diğerlerini kontrol altında tutmak amacıyla da çalışanlar bilgi ifşası yapabilir [58].

Literatürde yaş, cinsiyet ve çalışma süresine göre çalışanların bilgi ifşası niyeti ve davranışının farklılaştığı görülmektedir. Araştırmacılar arasında cinsiyete göre bilgi ifşası davranışı konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Etik değerler ve ahlaki davranış açısından kadın ve erkekler arasında görüş farklılığı olduğu bilinen bir gerçektir. Ancak, bazı araştırmacılar kadınların davranışlarında ve yargılamalarında erkeklere göre daha etik olduğu bu nedenle daha yüksek oranda bilgi ifşasında bulunabileceğini ifade ederken; bazı araştırmacılar ise erkeklerin bilgi ifşasına daha meyilli olduğunu ifade etmektedir. [47]. Çalışma süresi, bilgi ifşası davranışı ile ilgili diğer bir demografik özelliktir. Kıdemli çalışanların kıdemsiz çalışanlara göre emekliliğe daha yakın olmaları, daha az misilleme korkusu yaşamaları, örgütsel güçlerinin ve bağlılıklarının daha fazla olması bu çalışanların bilgi ifşası davranışlarını arttırabilir [7]. Diğer taraftan işe yeni girmiş kıdemsiz çalışanların örgütsel yanlış uygulamalar hakkında bilgisi olmayabilir ve ifşa edilen konuya karşı örgütün tepkisinden çekinebilirler. Bu nedenle kıdemsiz

çalışanlar, örgütsel aksaklıkların durdurulmasıyla daha az ilgilenebilirler [59].

Literatürde farklı sonuçlar olmakla birlikte diğer çalışanlarla kıyaslandığında bilgi ifşasında bulunan çalışanların iyi iş performansına sahip, eğitim seviyesi ve görev ünvanı yüksek, ahlaki muhakemeleri üst seviyede olan çalışanlar olduğu gözlenmektedir [7]. Ayrıca çalışanlar kendilerinden daha kıdemli, pozisyon olarak güçlü, iyi örgütsel ilişkilere sahip olan ve yanlış uygulamalara neden olan çalışanları misilleme korkusu nedeniyle ifşa etmekte çekingen davranabilirler [47]. Bilgi ifşası ile ilgili bahsedilen davranışsal teoriler ve ilgili literatür taraması ışığında demografik özelliklere göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılaşacağı söylenebilir. Bu kapsamda aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir.

H₂: *Demografik özelliklere (cinsiyet, medeni durum, yaş, çalışma süresi, eğitim seviyesi ve görev ünvanı) göre çalışanların bilgi ifşası davranışı farklıdır.*

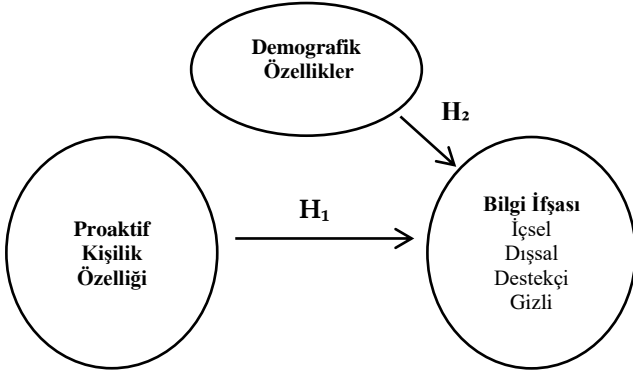
3. Yöntem

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Havacılık sektöründe yapılan bu araştırmanın amacı, proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşasına etkisini incelemektir. Araştırmada ayrıca demografik özelliklere göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılık gösterip göstermediği de incelenmiştir. Literatüre bakıldığında hızlı bir şekilde gelişmekte olan havacılık sektöründe proaktif kişilik ve bilgi ifşası kavramlarının havacılık emniyeti açısından iki önemli olgu olduğu; havacılık sektöründe söz konusu iki kavramla ilgili çalışmaların sınırlı olduğu; bu kapsamda araştırmanın ilgili literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

3.2. Araştırmanın Modeli ve Hipotezler

Literatür taraması ışığında geliştirilen araştırma modeli ve hipotezler Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırma modeli

3.3. Ana Kütle ve Örneklem

Araştırmanın ana kütlelerini, İstanbul ilindeki İstanbul (117), Sabiha Gökçen (66) ve Hazerfan (7) Havalimanlarında çalışan toplam 190 hava trafik kontrolörleri oluşturmaktadır. Hava trafik kontrolörleri, havacılık sektöründe hava araçlarının uçuş faaliyeti boyunca emniyetli ve etkin hareket edebilmeleri için gerekli olan yerdeki ve havadaki faaliyetlerinin toplamını uluslararası kurallar çerçevesinde yürüten ve uçuş emniyeti için hayati görevleri yerine getiren önemli bir çalışan grubudur [38]. Araştırma kapsamında belirlenen ana kütlelerden (N: 190) gerekli olan asgari örneklem büyüklüğü, %95 güvenilirlik düzeyi ve %5 hata payı dikkate alınarak ($n = n0/1 + n0/N$) formülü ile 127 hava trafik kontrolörü olarak hesaplanmıştır [60]. Araştırma örnekleme dâhilinde katılımcılara ulaşabilmek amacıyla kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolayda örnekleme yöntemi, ana kütle içindeki en kolay ve ulaşılabilir katılımcılardan ucuz ve hızlı veri toplama fırsatı sağladığından araştırmacılar tarafından ihtiyaç duyulan örneklem büyüklüğüne ulaşabilmek için yaygın olarak sosyal bilim araştırmalarında tercih edilmektedir [60]. Araştırma verileri, 2021 yılı Temmuz ve Ağustos ayları içinde Türkiye Hava Trafik Kontrolörleri Derneği koordinesi ve işbirliği ile çevrimiçi (online) anket yöntemiyle toplanmıştır. Veri toplama süreci sonunda 113 adet anket formu elde edilerek analize tabi tutulmuştur.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Anket; demografik özellikler, proaktif kişilik özelliği ve bilgi ifşası ölçekleri olmak üzere üç bölüm ve 32 sorudan oluşmaktadır. Katılımcıların demografik

özelliklerini (cinsiyet, medeni durum, yaş, çalışma süresi, eğitim seviyesi ve görev ünvanı) belirlemek amacıyla 6 soru sorulmuştur. Katılımcıların proaktif kişilik özelliğini ölçmek amacıyla Claes vd. [61] tarafından geliştirilen, tek boyutlu, 10 sorudan oluşan ve Akın ve Arıcı [62] tarafından Türkçe'ye uyarlanan Proaktif Kişilik Özelliği Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmacılar; ölçeğin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısının α : 0,86 olduğunu ve doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin geçerli (χ^2 : 47,91; sd: 29; χ^2 /sd: 1,65; p: 0,01; RMSEA: 0,044; NFI: 0,99; CFI: 0,99; GFI: 0,97; AGFI: 0,95) olduğunu rapor etmişlerdir. Ölçek maddelerinin faktör yükleri 0,60 ile 0,75 arasında değişmektedir. Katılımcıların bilgi ifşası algısını ölçmek için ise 4 boyutlu (İçsel-5; Dışsal-4; Destekçi-4 ve Gizli-3), 16 sorudan oluşan ve Celep ve Konaklı [30] tarafından eğitim sektöründe yapılan bir araştırmada kullanılan Bilgi İfşası Ölçeği kullanılmıştır. İçsel bilgi ifşası örgüt içi yöneticilere, dışsal bilgi ifşası örgüt dışına, destekçi bilgi ifşası meslektaşlara, gizli bilgi ifşası ise isim vermeden yapılan ifşayı ifade etmektedir. Araştırmacılar; ölçeğin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısının α : 0,76 olduğunu ve doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin geçerli (χ^2 : 223,32; sd: 84; χ^2 /sd 2,65; p: 0,00; RMSEA: 0,077; NFI: 0,91; CFI: 0,95; GFI: 0,90; AGFI: 0,085) olduğunu rapor etmişlerdir. Ölçek maddelerinin faktör yükleri 0,59 ile 0,88 arasında değişmektedir. Araştırma ölçeklerinde katılımcıların sorulara vereceği cevaplar, 5'li Likert yöntemine göre hazırlanmıştır.

3.5. İstatistiksel Analiz

Araştırma verileri, SPSS 21.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veri analizi öncesinde verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini test etmek için çarpıklık ve basıklık testi yapılmış ve verilerin analiz aşamasında frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçeklerin geçerliliğini test etmek için açıklayıcı faktör analizi ve güvenilirliğini ölçmek için literatürde yaygın olarak kullanılan Cronbach Alfa katsayısı ile Birleşik/Yapı Güvenirliliği (Composite/ Construct Reliability-CR) ve Ortalama Açıklanan Varyans (Average Variance Extracted-AVE) değerleri kullanılmıştır. Hipotez testlerinde Pearson korelasyon, basit

doğrusal regresyon, T-Testi ve tek yönlü varyans (ANOVA) analizleri kullanılmıştır. Verilerin analiz sonuçları, %95 güven aralığında ve $p < ,05$ istatistiksel anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. Bulgular ve Analiz

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri

Değişkenler	Gruplar	N	%
Cinsiyet	Erkek	75	66,4
	Kadın	38	33,6
Medeni Durum	Evli	70	61,9
	Bekâr	43	38,1
Yaş	26-29	21	18,6
	30-35	37	32,7
	36-39	14	12,4
	40-45	22	19,5
	46-49	10	8,8
	50+	9	8
	3 Yıldan Az	3	2,7
Çalışma Süresi	3-8	48	37,2
	9-14	25	22,1
	15-19	22	19,5
	20+	21	18,5
Eğitim Seviyesi	Lisans	83	73,5
	Yüksek Lisans	28	24,7
	Doktora	2	1,8
Görev Ünvanı	Kontrolör	97	85,8
	Yönetici / Şef	16	14,2
		N: 113	% 100

Tablo 2. Proaktif kişilik özelliği ölçeği faktör analizi

S/N	Maddeler	Faktör Yüğü
1	Kendi yaşamımı geliştirmek için sürekli yeni yollar araştırırım.	,584
2	Nerde olursam olayım, yapıcı bir değişim için güçlü bir etkiye sahibim.	,711
3	Hiçbir şey beni kendi düşüncelerimi gerçeğe dönüştürmekten daha çok heyecanlandıramaz.	,717
4	Eğer hoşlanmadığım bir şey görürsem, onu düzeltirim.	,627
5	Ne kadar tuhaf olursa olsun, bir şeye inanırsam onu yaparım.	,582
6	Diğerlerinin görüşlerine uymasa bile kendi düşüncelerimi savunmayı severim.	,529
7	Fırsatları belirleme ve tanımlamada mükemmelimdir.	,712
8	Her zaman bir şeyin en iyisini yapmanın yollarını ararım.	,677
9	Eğer bir şeye inanırsam, hiçbir şey onu gerçekleştirmemi engelleyemez.	,694
10	Çevremdeki imkânları diğer insanlardan daha iyi tespit ederim.	,693

KMO: 0,805 Bartlett Küresellik Testi: Yaklaşık χ^2 : 396,973 df: 45 Sig.: ,000 Toplam Varyans: %55,04

Tablo 2 incelendiğinde 10 sorudan oluşan proaktif kişilik ölçeğinin KMO değerinin 0,805 (çok iyi) olduğu ve bu sebeple örneklemin faktör analizi için yeterli olduğu, Bartlett Küresellik Testi sonucunun anlamlı [$\chi^2(45)$: 396,973; Sig.: ,000<,05] olması sebebiyle ölçek maddeleri

Tablo 1 incelendiğinde katılımcıların çoğunun (%66,4) erkek; evli (%61,9); lisans mezunu (%73,5) ve hava trafik kontrolörü görev ünvanında (%85,8) olduğu görülmüştür. Bununla birlikte 46 ve yukarı yaş grubu (%16,8) ve 3 yıldan az çalışma süresine (%2,7) ait çalışanların daha az olduğu görülmüştür.

4.1. Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizleri

Genellikle katılımcı sayısının 150'nin altında olduğu koşullarda araştırma ölçeklerinin geçerliliğini ölçmek için doğrulayıcı faktör analizi uygun görülmemektedir [60]. Araştırmada örneklem sayısının az olması (N: 113) sebebiyle ölçeklerin geçerliliğini ölçmek için açıklayıcı faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizinden önce, örneklem yeterliliğini test etmek için Kaiser-Meyer-Olkin Measure (KMO) testi; ölçek maddeleri arasındaki ilişkilerin faktör analizi yapabilecek kadar yeterli olup olmadığını belirlemek için Bartlett Küresellik Testi yapılmış ve ölçekleri oluşturan her bir maddenin faktör yüküne bakılmıştır. Proaktif kişilik özelliği ölçeği açıklayıcı faktör analizi Tablo 2'de sunulmuştur.

arasındaki ilişkilerin faktör analizi için uygun olduğu; tek boyutlu ölçeğin toplam varyansın %55,04'nü açıkladığı ve ölçek maddelerinin yük değerlerinin, ,582-,717 arasında olduğu görülmüştür [60, 63]. Bilgi ifşası ölçeği faktör analizi Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Bilgi ifşası ölçeği faktör analizi

Faktör	S/N	Maddeler	Faktör Yüğü	Açıklanan Varyans %
İçsel	1	Gördüğüm olayı, doğrudan sorumlu olduğum ilk yöneticiye bildiririm.	,445	13,23
	2	Gördüğüm olayı doğrudan üst yönetime bildiririm.	,763	
	3	Gördüğüm olayı doğrudan işyerimdeki diğer üst düzey yöneticilere rapor ederim.	,799	
	5	Olayı işyerimde kullandığımız prosedürlere (tutanak tutma, dilekçe verme vb.) göre hareket ederek bildiririm.	,561	
Dışsal	6	Gördüğüm olayı çalıştığım işyerine benzeyen ve işyerimle aynı amacı taşıyan diğer kurumlara bildiririm.	,792	17,89
	7	Gördüğüm olayı işyerimle ilgili yasal mercilere (SHGM, mahkeme vb.) bildiririm.	,791	
	8	Gördüğüm olay hakkında diğer toplumsal kurumların (dernek, sendika vb.) bilgi edinmesini sağlarım.	,700	
	9	Gördüğüm olayı medya veya sosyal medya aracılığıyla kamuoyuna duyururum.	,788	
Destekçi	10	Gördüğüm olayı (herhangi bir resmi işlem yapmadan) aynı sorunu yaşayan veya gözlemleyen meslektaşlarıma bildiririm.	,817	17,96
	11	Gördüğüm olayı, yapılanların düzeltilmesinde sorumluluk hissedeceğini düşündüğüm herhangi bir meslektaşına bildiririm.	,765	
	12	Gördüğüm olayı (resmi bir işlem yapmadan) sorunun çözümünde doğrudan etkili olabilecek bir meslektaşına bildiririm.	,810	
	13	Gördüğüm olayı kendimi yakın hissettiğim herhangi bir meslektaşına bildiririm.	,692	
Gizli	14	Tanık olduğum olayı kimliğimin gizli tutulması koşuluyla gerçek ismimi vererek bildiririm.	,807	13,86
	15	Tanık olduğum olayı ismimi vermeden ancak mensubu olduğum gruba/kurumu/birimi belirterek bildiririm.	,898	
	16	Tanık olduğum olayı kimliğimle ilgili hiçbir bilgi vermeden bildiririm.	,548	
KMO: 0,671	Bartlett Küresellik Testi: Yaklaşık χ^2 : 599,538 df: 105 Sig.: ,000		Toplam Varyans %	62,94

Tablo 3'te sonuçları görülen 16 maddelik Bilgi İfşası Ölçeği faktör analizinden önce yapılan ilk faktör analizinde içsel bilgi ifşası faktörüne ait ölçeğin 4'ncü maddesinin (*Gördüğüm olayı işyerimde kime iletmemiz isteniyorsa, o kişi ya da birime sözlü olarak bildiririm.*) çapraz yüklenme ve faktör yükünün düşük olması nedeniyle söz konusu madde çıkartılarak tekrar faktör analizi yapılmıştır. Tablo 3 incelendiğinde 15 sorudan oluşan bilgi ifşası ölçeği KMO değerinin 0,671 (iyi) olduğu ve bu sebeple örneklemin faktör analizi için yeterli olduğu; Bartlett Küresellik Testi sonucunun anlamlı [$\chi^2(105): 599,538$; Sig.: ,000<,05] olması sebebiyle ölçek maddeleri arasındaki ilişkilerin faktör analizi için uygun olduğu; varimax döndürme tekniği ile yapılan faktör analizi sonucunda 4 boyutlu ölçek yapısının ortaya çıktığı; bu yapının toplam varyansın %62,94'nü açıkladığı ve ölçek maddelerinin faktör yük değerlerinin ,445-,898 arasında olduğu görülmüştür [60, 63]. Araştırma ölçeklerinin güvenilirliğini ölçmek için Cronbach Alfa Katsayısı (α), CR ve AVE değerleri incelenmiş ve sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. Güvenilirlik analiz sonuçları

Değişkenler	α	CR	AVE
Proaktif Kişilik Özelliği	,85	,88	,43
Bilgi İfşası	,70	,94	,55
İçsel Bilgi İfşası	,60	,74	,45
Dışsal Bilgi İfşası	,79	,85	,59
Destekçi Bilgi İfşası	,80	,85	,59
Gizli Bilgi İfşası	,69	,80	,58

Tablo 4'te görülen araştırma ölçeklerine ait güvenilirlik analizi sonuçları incelendiğinde Proaktif Kişilik Ölçeği güvenilirlik katsayısının (α : ,85) yüksek; Bilgi İfşası Ölçeği güvenilirlik katsayısının (α : ,70) kabul edilebilir olduğu; bilgi ifşası boyutlarına bakıldığında en düşük güvenilirlik katsayısının içsel bilgi ifşası boyutunda (α : ,60) olmakla birlikte, söz konusu güvenilirlik katsayısının kabul edilebilir seviyede olduğu; diğer boyutların (dışsal α : ,79; destekçi α : ,80 ve gizli α : ,69) güvenilirlik katsayılarının ise kabul edilebilir ve yüksek seviyede olduğu [63] görülmüştür. Ölçeklerin CR değerleri incelendiğinde değerlerin (,88-,94) ,70'den yüksek olduğu; AVE değerlerine

bakıldığında bilgi ifşası (.55) ile dışsal bilgi ifşası (.59), destekçi bilgi ifşası (.59) ve gizli bilgi ifşası (.58) alt boyutlarının AVE değerlerinin .50'den yüksek; bununla beraber proaktif kişilik ölçeği ve içsel bilgi ifşası alt boyutu AVE değerlerinin (.43; .44) .50'den kısmen düşük olduğu [64] görülmüştür. Ölçeklere ait geçerlilik ve güvenilirlik değerleri incelendiğinde genel olarak sorun yaratacak bir değer olmadığını hem proaktif kişilik özelliği hem de bilgi ifşası ölçeğinin geçerli ve güvenilir olduğunu söylemek mümkündür.

4.2. Hipotez Testleri

Araştırmanın hipotezlerini test etmeden önce kullanılacak analiz yöntemlerini belirlemek için, toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Bir verinin normal dağılım gösterip göstermediğini ölçmenin yollarından biri, verilerin çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerine bakmaktır. Normal bir dağılımda bu değerler, -1,5 ve +1,5 arasında olmalıdır [65]. Verilerin normal dağılım testi sonuçları Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 6. Korelasyon analizi

Değişkenler	Ort.	S.S.	1	2	3	4	5	6
1. Proaktif Kişilik Özelliği	3,62	,53	-					
2. Bilgi İfşası	2,84	,42	,316**	-				
3. İçsel Bilgi İfşası	3,18	,62	,169	,441**	-			
4. Dışsal Bilgi İfşası	2,04	,71	,234**	,694**	,130	-		
5. Destekçi Bilgi İfşası	3,53	,77	,355**	,625**	-,008	,251**	-	
6. Gizli Bilgi İfşası	2,55	,87	-,064	,527**	-,006	,181	,079	-

** p< 0,01 N:113 Ort.: Ortalama S.S.: Standart Sapma

Korelasyon katsayısında (r); ,10-,30 arası zayıf; ,30-,50 arası orta; ,50-,80 arası güçlü ve ,80'den yukarıya ise çok güçlü olarak değerlendirilir [63]. Tablo 6 incelendiğinde proaktif kişilik özelliği ile bilgi ifşası (r: ,316) ve destekçi bilgi ifşası (r: ,355) arasında pozitif yönlü orta seviyede; dışsal (r: ,234) ve içsel (r: ,169) bilgi ifşası ile arasında pozitif yönlü zayıf; gizli bilgi ifşası (r: -,064) ile arasında ise negatif yönlü ve son derece zayıf bir ilişki olduğu görülmüştür. Değişkenlere ait aritmetik ortalamalar incelendiğinde hava trafik kontrolörlerinin proaktif kişilik özelliklerinin ortalamasının üzerinde (ort: 3,62); bilgi ifşası

Tablo 5. Verilerin normal dağılım testi

Değişkenler	Çarpıklık	Basıklık
Proaktif Kişilik Özelliği	,628	,079
Bilgi İfşası	,098	-,083
İçsel Bilgi İfşası	,897	1,27
Dışsal Bilgi İfşası	,651	,117
Destekçi Bilgi İfşası	-,390	,563
Gizli Bilgi İfşası	,195	,011

Tablo 6 incelendiğinde araştırma ölçekleri ile toplanan verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1,5 ve +1,5 arasında olduğu ve normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle hipotez testlerinde parametrik testlerden olan Pearson korelasyon, doğrusal regresyon, T-Testi ve ANOVA testleri kullanılmıştır.

4.2.1. Değişkenler Arası İlişkiler Analizi

Proaktif kişilik özelliği ile bilgi ifşası ve alt boyutları arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi, değişkenlere ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6'da sunulmuştur.

davranışlarının ortalamaya yakın (ort: 2,84); destekçi ve içsel bilgi ifşası davranışlarının ortalamasının üzerinde (ort: 3,55-3,18) ancak dışsal ve gizli bilgi ifşası davranışlarının daha düşük (ort: 2,04-2,55) olduğu görülmüştür.

4.2.2. Proaktif Kişilik Özelliğinin Bilgi İfşasına Etkisi

Proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşası ve alt boyutlarına etkisini ölçmek amacıyla yapılan basit doğrusal regresyon analizleri sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Regresyon analizi

Bağımlı Değişken	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Beta (β)	P
Bilgi İfşası	,316	,100	,092	,316	,001
İçsel Bilgi İfşası	,169	,029	,020	,169	,073
Dışsal Bilgi İfşası	,234	,055	,046	,234	,013
Destekçi Bilgi İfşası	,355	,126	,118	,355	,000
Gizli Bilgi İfşası	-,064	,004	-,005	-,064	,500

Bağımsız Değişken: Proaktif Kişilik Özelliği N: 113

* P< 0,05 ise anlamlıdır.

Tablo 7’de görülen regresyon analizleri sonuçları incelendiğinde içsel ve gizli bilgi ifşası alt boyutlarının regresyon modellerinin anlamlı olmadığı (p: ,073; ,500>0,05); ancak bilgi ifşası ve alt boyutlarından dışsal ve destekçi bilgi ifşası regresyon modellerinin anlamlı olduğu (p: ,001; ,013; ,000<0,05) görülmüştür. Tablodaki β katsayıları incelendiğinde hava trafik kontrolörlerinin proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşası (β: ,316), dışsal bilgi ifşası (β: ,234) ve destekçi bilgi ifşası (β: ,355) davranışlarını pozitif olarak etkilediği; ancak içsel ve gizli bilgi ifşası davranışlarını etkilemediği görülmüştür.

Düzeltilmiş R² değerlerine bakıldığında, katılımcıların bilgi ifşası davranışındaki varyansın %9’u; dışsal bilgi ifşası davranışındaki varyansın %4’ü ve destekçi bilgi ifşası davranışındaki varyansın ise %11’inin katılımcıların proaktif kişilik özelliği tarafından belirlendiği görülmüştür.

4.2.3. Demografik Özelliklere Göre Karşılaştırma Analizleri

Demografik özelliklere göre hava trafik kontrolörlerinin bilgi ifşası davranışının farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan T-Testi ve ANOVA testleri sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 8. Cinsiyete göre bilgi ifşası

Cinsiyet	Bilgi İfşası				İçsel Bilgi İfşası				Dışsal Bilgi İfşası				Destekçi Bilgi İfşası				Gizli Bilgi İfşası				
	N	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P
Erkek	75	2,85	,46			3,20	,64			2,08	,80			2,98	,45			2,57	,89		
Kadın	38	2,83	,35	,275	,784	3,15	,58	,391	,697	1,97	,49	,764	,377	2,99	,45	-,076	,940	2,50	,85	,369	,713

* P< 0,05 ise anlamlı farklılık vardır. Ort.: Ortalama S.S.: Standart Sapma

Tablo 8’deki T-Testi sonuçları incelendiğinde cinsiyete göre hava trafik kontrolörlerinin bilgi

ifşası davranışında anlamlı bir farklılık olmadığı (P: ,275; ,697; ,377; ,940; ,713>0,05) görülmüştür.

Tablo 9. Medeni duruma göre bilgi ifşası

Medeni Durum	Bilgi İfşası				İçsel Bilgi İfşası				Dışsal Bilgi İfşası				Destekçi Bilgi İfşası				Gizli Bilgi İfşası				
	N	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P
Evli	70	2,84	,46			3,23	,61			2,06	,69			2,93	,45			2,56	,83		
Bekâr	43	2,85	,36	-,167	,868	3,09	,63	1,135	,259	2,01	,76	,335	,738	3,08	,41	-,1742	,084	2,53	,95	,159	,874

Tablo 9’daki T-Testi sonuçları incelendiğinde medeni duruma göre hava trafik kontrolörlerinin bilgi ifşası davranışında anlamlı bir farklılık

olmadığı (P: ,868; ,259; ,738; ,084; ,874>0,05) görülmüştür.

Tablo 10. Yaşa göre bilgi ifşası

Yaş	Bilgi İfşası				İçsel Bilgi İfşası				Dışsal Bilgi İfşası				Destekçi Bilgi İfşası				Gizli Bilgi İfşası				
	N	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P
26-29	21	3,12	,36			3,15	,43			2,48	,96			3,14	,48			2,93	,91		
30-35	37	2,77	,44			2,98	,64			1,89	,65			2,85	,42			2,54	,90		
36-39	14	2,86	,47			3,26	,70			1,98	,76			2,67	,59			2,42	1,00		
40-45	22	2,72	,32	3,036	,013	3,36	,64	1,404	,229	2,05	,57	2,161	,064	3,11	,34	3,996	,002	2,33	,80	1,399	,231
46-49	10	2,94	,38			3,35	,45			2,02	,49			3,07	,23			2,66	,54		
50+	9	2,68	,43			3,30	,81			2,04	,71			3,25	,17			2,25	,77		

Tablo 10'daki ANOVA testi sonuçları incelendiğinde yaş gruplarına göre hava trafik kontrolörlerinin içsel, dışsal ve gizli bilgi ifşası davranışlarında anlamlı bir farklılık olmadığı (P: ,229; ,064; ,231>,05); ancak bilgi ifşası ve destekçi bilgi ifşası davranışlarında anlamlı bir farklılık olduğu (P: ,013; ,002<,05) görülmüştür. Yaş grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey Testi sonuçlarına bakıldığında 26-29

yaş grubu kontrolörlerin (Ort.: 3,12); 30-35 (Ort.: 2,77) ve 40-45 (Ort.: 2,72) yaş grubu kontrolörlerle kıyaslandığında daha fazla bilgi ifşası davranışında bulunduğu; bununla birlikte 36-39 yaş grubu kontrolörlerin (Ort.: 2,67); 26-29 (Ort.: 3,14), 40-45 (Ort.: 3,11) ve 50 yaş üstü (Ort.: 3,25) kontrolörlerle kıyaslandığında daha az destekçi bilgi ifşası davranışında bulunduğu görülmüştür.

Tablo 11. Çalışma süresine göre bilgi ifşası

Süre	Bilgi İfşası					İçsel Bilgi İfşası					Dışsal Bilgi İfşası				Destekçi Bilgi İfşası				Gizli Bilgi İfşası			
	N	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	
3'den az	3	3,13	,20			2,91	,14			2,50	,43			3,25	,43			4,00	,88			
3-8	42	2,94	,43			3,10	,61			2,16	,83			2,92	,50			2,64	,83			
9-14	25	2,81	,49	1,759	,142	3,14	,62	,778	,542	1,94	,80	,877	,480	2,86	,49	1,924	,112	2,56	,98	3,001	,022	
15-19	22	2,69	,36			3,31	,66			1,92	,56			3,07	,35			2,27	,87			
20+	21	2,80	,38			3,29	,64			2,04	,72			3,14	,27			2,44	,62			

Tablo 11'deki ANOVA testi sonuçları incelendiğinde çalışma süresine göre hava trafik kontrolörlerinin bilgi ifşası ile içsel, dışsal ve destekçi bilgi ifşası davranışlarında anlamlı bir farklılık olmadığı (P: ,142; ,542; ,480; ,112>,05); ancak gizli bilgi ifşası davranışlarında anlamlı bir farklılık olduğu (P: ,022<,05) görülmüştür.

Farklılığın hangi yaş grubundan kaynaklandığını belirlemek için yapılan Tukey Testi sonuçlarına bakıldığında 3 yıldan az çalışma süresine sahip kontrolörlerin (Ort.: 4,00) diğer kontrolörlere göre daha fazla gizli bilgi ifşasında buldukları görülmüştür.

Tablo 12. Eğitim seviyesine göre bilgi ifşası

Seviye	Bilgi İfşası					İçsel Bilgi İfşası					Dışsal Bilgi İfşası				Destekçi Bilgi İfşası				Gizli Bilgi İfşası			
	N	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	Ort.	S.S.	F	P	
Lisans	83	2,83	,40			3,16	,64			1,99	,66			3,00	,49			2,56	,87			
Y. Lisans	28	2,85	,49	1,538	,219	3,23	,57	,223	,800	2,20	,86	,935	,396	2,93	,28	,316	,729	2,44	,85	1,881	,157	
Doktora	2	3,36	,05			3,37	,53			1,87	,88			3,12	,17			3,66	,94			

Tablo 12'deki ANOVA testi sonuçları incelendiğinde eğitim seviyesine göre hava trafik kontrolörlerinin bilgi ifşası ve alt boyutlarıyla ilgili

davranışlarında anlamlı bir farklılık olmadığı (P: ,219; ,800; ,396; ,729; ,157>,05) görülmüştür.

Tablo 12. Görev ünvanına göre bilgi ifşası

Ünvan	Bilgi İfşası					İçsel Bilgi İfşası					Dışsal Bilgi İfşası				Destekçi Bilgi İfşası				Gizli Bilgi İfşası			
	N	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	Ort.	S.S.	t	P	
Kontrolör	97	2,84	,43			3,20	,64			1,99	,69			2,96	,47			2,54	,88			
Yönetici	16	2,85	,41	-1,112	,911	3,03	,45	1,056	,293	2,37	,80	-1,998	,048	3,12	,12	-2,729	,008	2,58	,88	-1,156	,877	

Tablo 12'deki T-Testi sonuçları incelendiğinde görev ünvanına göre çalışanların bilgi ifşası ile içsel ve gizli bilgi ifşası davranışlarında anlamlı bir farklılık olmadığı (P: ,911; ,293; ,877>,05); ancak dışsal ve destekçi bilgi ifşası davranışlarında anlamlı bir farklılık olduğu (P: ,048; ,008<,05)

görülmüştür. Araştırma kapsamında yönetici olarak (amir, şef, eğitmen) değerlendirilen çalışanların diğer hava trafik kontrolörleri ile kıyaslandığında daha fazla dışsal (Ort.: 2,37) ve destekçi (Ort.: 3,12) bilgi davranışlarında bulunduğu görülmüştür.

5. Tartışma ve Sonuç

Günümüzde havacılık sektörü; ekonomik, hızlı ve güvenli bir yolcu ve yük taşımacılığı hizmeti sağladığı için ulaşım sektörünün ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Havacılık faaliyetlerinin doğası gereği olay ve kazasız sürdürülebilmesi için tüm faaliyetlerin emniyetli bir şekilde icra edilmesi gerekir. Havacılık emniyetinde olay ve kazaların olmadan önce önlenmesi için proaktif yaklaşım ve her türlü faaliyette görülen yanlış uygulamaların ifşa edilmesi önemlidir. Havacılık çalışanlarının proaktif kişilik özelliği ve bilgi ifşası davranışının havacılık emniyetine katkı sağlayacak ve birbiriyle ilişkili iki kavram olduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada havacılık sektöründe uçuş faaliyetlerinin emniyetli bir şekilde gerçekleşmesine önemli katkılar sağlayan hava trafik kontrolörleri üzerinde yapılan bir araştırma ile proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşasına etkisi ve demografik özelliklere göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Araştırmaya çoğunluğunu erkek çalışanların oluşturduğu 113 hava trafik kontrolörü katılmıştır. Araştırmada hipotez testlerine geçmeden önce yapılan açıklayıcı faktör analizi ve güvenilirlik testlerinde araştırma ölçeklerinin geçerli ve güvenilir olduğu ve söz konusu ölçeklerle toplanan verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucunda, proaktif kişilik özelliği ile bilgi ifşası ve destekçi bilgi ifşası arasında pozitif yönlü orta seviyede bir ilişki; dışsal ve içsel bilgi ifşası ile arasında pozitif yönlü zayıf; gizli bilgi ifşası ile arasında ise negatif yönlü ve son derece zayıf bir ilişki olduğu görülmüştür. Proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşası ve alt boyutları üzerindeki etkisini ölçmek için yapılan regresyon analizleri sonucunda çalışanların proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşası davranışını pozitif olarak etkilediği ve çalışanların bilgi ifşası davranışındaki %9 oranındaki varyansın proaktif kişilik özelliği tarafından belirlendiği görülmüştür. Proaktif kişilik özelliğinin dışsal ve destekçi bilgi ifşası davranışını pozitif etkilerken, içsel ve gizli bilgi ifşası davranışını etkilemediği görülmüştür.

Demografik özelliklere göre yapılan karşılaştırma analizleri sonucunda; cinsiyet, medeni durum ve eğitim seviyesine göre çalışanların bilgi

ifşası davranışının farklılaşmadığı görülmüştür. Yaşa göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılaştığı; 20'li yaşlardaki çalışanların diğerlerine göre daha fazla bilgi ifşasında bulunduğu; 50 yaş üstü çalışanların ise destekçi bilgi ifşası davranışlarının diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Çalışma süresine göre, 3 yıldan az çalışma süresine sahip çalışanların diğerlerine göre daha fazla gizli bilgi ifşasına yöneldiği; görev ünvanına göre yapılan karşılaştırmada ise yönetici pozisyonundaki çalışanların ast pozisyonundaki çalışanlara göre daha fazla dışsal ve destekçi bilgi ifşasında buldukları görülmüştür. Elde edilen bulgulara bakıldığında araştırma için geliştirilen H₁ ve H₂ hipotezlerinin kabul edildiğini söylemek mümkündür.

Proaktif kişilik özelliği, kişinin çevresini kontrol etme ihtiyacından kaynaklanır ve bireylerin çevresini etkilemek için ne ölçüde harekete geçtiğini yansıtır. Bu kişilik özelliği, durumsal güçler tarafından nispeten sınırlanmayan ve çevresel değişimi tetikleyen bir özelliktir [13]. Proaktif kişilik özelliğine sahip çalışanlar gördükleri yanlış uygulamaları ifşa etmek için harekete geçeceklerdir [66]. Proaktif kişilik özelliği ile yapıcı muhalefet arasında pozitif bir ilişki vardır [67]. Diğer durumsal değişkenlerle birlikte proaktiflik, bireylerin bilgi ifşası davranışını açıklamada önemli bir kişilik özelliği olabilir [8]. Miceli vd. [9] tarafından Amerika'da 3000'den fazla kişinin katılımı ile yapılan bir araştırmada proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşasını pozitif olarak etkilediği görülmüştür. Literatüre bakıldığında proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşasını etkileyebilecek bir kişilik özelliği olduğu görülmektedir. Literatürdeki araştırmaların çoğunda çalışanların yanlış uygulamalarla ilgili olarak öncelikle örgüt içine yöneldiği ve daha çok içsel bilgi ifşası yaptıkları görülmektedir. Haroon [1] tarafından Pakistan'da yapılan çalışmada da proaktif davranışın içsel bilgi ifşasını etkilerken dışsal bilgi ifşasını etkilemediği görülmüştür. Bu çalışmada ilgili literatürden kısmen farklı olarak proaktif kişilik özelliklerinin sadece dışsal ve destekçi bilgi ifşasını etkilediği görülmüştür. Örgüt içindeki yanlış uygulamalarla ilgi olarak isim vermeden gizli bilgi ifşası yapmak istemeyen ve yöneticilerin söz konusu yanlışlıklara çözüm getirme konusunda ümidini kesen çalışanlar çözüm noktası olarak meslektaşları ve örgüt dışı unsurları

görmüş ve onlara bilgi ifşasında bulunmuş olabilirler. Bu kapsamda H₁ hipotez sonuçlarının genel olarak literatürdeki çalışmalarla uyum içinde olduğu söylenebilir

Literatürde bazı araştırmacılar [7] yanlış uygulamalara tanık olan ve elinde kanıt bulunan kadın çalışanların erkelere göre daha fazla bilgi ifşasında bulunduğunu; bazı araştırmacılar [8] ise erkeklerin daha fazla bilgi ifşası yaptığını öne sürmektedir. Cinsiyet ve bilgi ifşası konusunda araştırmacılar arasında tam bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada literatürden farklı olarak gerek cinsiyet gerekse medeni durum ve eğitim seviyesine göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılaşmadığı görülmüştür. Eğitim seviyesine göre çalışanların bilgi ifşası davranışında farklılık olması beklenebilirdi. Çünkü araştırmaların çoğunda bilgi ifşası yapan çalışanların çoğunlukla eğitim seviyesi yüksek kişiler olduğu konusunda fikir birliği olduğu görülmektedir. Araştırmada yaş, çalışma süresi ve görev ünvanına göre çalışanların bilgi ifşası davranışının farklılaştığı bulgusu literatürle uyumlu bir bulgu olmakla birlikte bazı farklı bulgularda ortaya çıkmıştır. Literatürde yaşlı, kıdemli ve görev ünvanı yüksek çalışanların bilgi ifşasına daha meyilli oldukları ifade edilmektedir [7, 46, 59].

Bu çalışmada literatürden farklı olarak, 20'li yaşlarda olan hem genç hem kıdemsiz denilebilecek çalışanların yaşlı ve kıdemli çalışanlara göre bilgi ifşası yapmaya meyilli oldukları görülmüştür. Sorumluluk duygusu, kendini ispatlama isteği, bireysel amaçlar, çalışma düzeni nedeniyle yanlış uygulamalara daha fazla maruz kalma gibi bireysel ve örgütsel faktörler genç çalışanları bilgi ifşasına yönlendirebilir. 50 yaş üstü çalışanların destekçi bilgi ifşasına yönelmesi, yanlış uygulamaları örgüt içinde birçok olaya tanık olmuş ve yılların deneyimine sahip kendi mevkidaşları ve çalışma arkadaşlarıyla çözmek istemelerinden kaynaklanabilir. Diğer taraftan 3 yıldan az çalışma süresine sahip çalışanların diğer çalışanlara göre gizli bilgi ifşasında bulunmak istemeleri; kendilerinden yaş ve tecrübe olarak kıdemli diğer çalışma arkadaşları ve yöneticilerinden çekindikleri, misillemeden kaçındıkları ve kariyer gelişimleri ilgili bir sorun yaşamamak istemelerinden dolayı olabilir. Son olarak yönetici pozisyonundaki çalışanların destekçi ve dışsal bilgi

ifşası davranışında bulunması, söz konusu çalışanların öncelikle yanlış uygulamalarla ilgili ifşaları diğer mevkidaş yöneticilere yapmak istemeleri; eğer aksaklıkları kendi aralarında çözemezlerse örgüt dışı paydaş ve ilgililere (sorumlu otoriteler, kamu, medya vb.) yönelmelerinden kaynaklanabilir. Örgütlerde yöneticiler çalışanlara yön veren ve işlerin belirli bir plân dâhilinde yürümesini sağlayan baş aktörlerdir. Dışsal bilgi ifşası, çalışanlar tarafından öncelikle tercih edilen bir çözüm yolu olarak görülmemekle birlikte; örgüt içi süreçlerle sorunları çözemeyen yöneticilerin bu sorunları mevkidaşlarına ve sorunların çözümüne katkı sağlayabilecek örgüt dışı unsurlara ifşa etmesi doğru bir davranış olabilir. Bu kapsamda, bazı farklı sonuçlar olmakla birlikte, demografik özellikler ve bilgi ifşası ilişkisi literatürü ile H₂ hipotezi sonuçlarının genel olarak uyum içinde olduğu söylenebilir.

Havacılık sektörünün önemli bir çalışan grubunu oluşturan hava trafik kontrolörleri üzerinde yapılan bu çalışmada, proaktif kişilik özelliğinin bilgi ifşası davranışını pozitif olarak etkileyen bir kişilik özelliği olduğu görülmüştür. Bu kapsamda başta havacılık sektörü olmak üzere tüm sektörlerdeki yönetici ve çalışanlara bazı önerilerde bulunulabilir. Havacılık faaliyetlerinin etkin, verimli ve sorunsuz yürütülebilmesi için emniyet önemli bir kavramdır. Pozitif bir emniyet kültürü için ise çalışanların proaktif kişilik özelliği ve davranışları ile işletmelerin tüm süreçlerde proaktif yaklaşımı önem arz etmektedir. Çalışanlar, proaktif davranarak görünen yanlış uygulama ve aksaklıkları ciddi bir olay veya kazaya dönüşmeden engelleyebilirler. Proaktif çalışanların insiyatif alan, çevresindeki değişimleri takip eden ve çevresini pozitif şekilde değişime yönlendiren bireyler olduğu unutulmamalıdır. Diğer taraftan, örgüt içinde görülen yasa dışı, etik ilkelere aykırı, emniyetsiz, zararlı, yanlış uygulama ve davranışların ifşa edilmesi özellikle havacılık sektöründe faaliyetlerin emniyetli bir şekilde icra edilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Proaktif davranışlar ve bilgi ifşasının havacılık emniyetine katkı sağlayan iki çalışan davranışı olduğu düşünüldüğünde yöneticiler tarafından çalışanların bu davranışları sergilemeleri tavsiye edilmelidir. Yanlış uygulamalarla ilgili bilgi ifşası ya da raporlama yapan çalışanlar için örgütsel iletişim kanalları açık olmalı ve çalışanlar emniyetsizliği ortaya koyan, somut, kanıta dayanan

ve gönüllü yaptıkları bilgi ifşaları nedeniyle önyargı ya da misilleme ile karşılaşmamalıdır.

Araştırmaya dâhil olan katılımcı sayısının (N: 113) az olması ve araştırmanın sadece hava trafik kontrolörleri üzerinde yapılmış olması araştırmanın önemli iki kısıtını oluşturmaktadır. Covid-19 salgını sürecinde yapılan bu çalışmada diğer havacılık çalışanlarına ulaşmakta zorluk yaşanması ve hava trafik kontrolörlerinin yoğun ve esnek çalışma saatlerinde çalışıyor olması bu kısıtların nedeni olabilir. Proaktif kişilik özelliği, bilgi ifşası ve havacılık emniyeti ile ilgili literatüre katkı yapacağı düşünülen bu çalışmanın değişkenlerinin uçuş ve kabin ekibi, uçak bakım ve yer hizmetleri çalışanlarını da içine alan geniş bir havacılık çalışanları grubu ile farklı örgütsel ve bireysel değişkenlerle birlikte incelenmesinin gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Etik Kurul Onayı

Bu araştırmaya Bahçeşehir Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 02.07.2021 tarihli ve E-20021704-604.01.02-10923 sayılı onayı ile başlanmıştır.

Teşekkür

Bu araştırmanın yapılmasına sağladıkları değerli katkılardan dolayı Türkiye Hava Trafik Kontrolörleri Derneğine teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] A. Haroon, "The Antecedents of Whistleblowing at Individual Level: A Predictive Integrative Framework," Université Paris-Saclay, Business Administration, Phd Thesis, 2021.
- [2] A. M. Grant, and S. J. Ashford, "The dynamics of proactivity at work," *Research in Organizational Behavior*, 28, 3-34, 2008.
- [3] F. D. Belschak, and D. N. Den Hartog, "Pro-self, prosocial, and pro-organizational foci of proactive behaviour: Differential antecedents and consequences," *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 83(2), 475-498, 2010.
- [4] J. P. Near, and M. P. Miceli, "Organizational dissidence: The case of whistle-blowing," *Journal of Business Ethics*, 4(1), 1-16, 1985.
- [5] N. Cemaloğlu, ve M. İ. Akyürek, "Örgütlerde whistleblowing (bilgi uçuşma)," *Turkish*

Journal of Educational Studies, 4(3), 123-142. 2017.

- [6] M. P. Miceli, and J. P. Near, "What makes whistle-blowers effective? Three field studies," *Human Relations*, 55(4), 455-479, 2002.
- [7] J. R. Mesmer-Magnus, and C. Viswesvaran, "Whistleblowing in organizations: An examination of correlates of whistleblowing intentions, actions, and retaliation," *Journal of Business Ethics*, 62, 277-297, 2005.
- [8] B. Bjørkelo, S. Einarsen, and S. B. Matthiesen, "Predicting proactive behaviour at work: Exploring the role of personality as an antecedent of whistleblowing behaviour," *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 83(2), 371-394, 2010.
- [9] M. P. Miceli, J. P. Near, M. T. Rehg, and J. R. Scotter, "Predicting employee reactions to perceived organizational wrongdoing: Demoralization, justice, proactive personality, and whistle-blowing," *Human Relations*, 65(8), 923-954, 2012.
- [10] Ö. Köknel, *Kaygıdan Mutluluğa Kişilik*. İstanbul: Altın Kitaplar Yayınları, 1995.
- [11] E. Özkalp, ve Ç. Kirel, *Örgütsel Davranış*. (6. Baskı), Bursa: Ekin Yayınevi, 2013.
- [12] J. M. Crant, "Proactive behavior in organizations," *Journal of Management*, 26(3), 435-462, 2000.
- [13] T. S. Bateman, and J. M. Crant, "The proactive component of organizational behavior," *Journal of Organizational Behavior*, 14(2), 103-118, 1993.
- [14] T. S. Bateman, and J. M. Crant, "Proactive behavior: Meanings, impact, and recommendations," *Business Horizons*, 42(3), 63-70, 1999.
- [15] İ. U. Yolcu, ve A. F. Çakmak, "Proaktif kişilik ile proaktif çalışma davranışı ilişkisi üzerinde psikolojik güçlendirmenin etkisi," *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(2), 425-438, 2017.
- [16] A. M. Grant, "Relational job design and the motivation to make a prosocial difference," *Academy of Management Review*, 32, 393-417, 2007.
- [17] M. A. Griffin, A. Neal, and S. K. Parker, "A new model of work role performance: Positive behavior in uncertain and interdependent contexts," *Academy of Management Journal*, 50, 327-347, 2007.
- [18] S. E. Taylor, L. B. Pham, I. Rivkin, and D. A. Armor, "Harnessing the imagination: Mental

- simulation and self-regulation of behavior. *American Psychologist*, 53, 429-439, 1998.
- [19] I. Ajzen, "The theory of planned behavior," *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211, 1991.
- [20] P. M. Gollwitzer, "Implementation intentions: Strong effects of simple plans," *American Psychologist*, 54, 493-503, 1999.
- [21] S. Aydan, "Sağlık Sektöründe Etik İklim ve Örgütsel Güvenin İhbarcılık (Whistleblowing) Niyeti Üzerine Etkisi: Bir Üniversite Hastanesi Örneği," Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2017.
- [22] H. Gerçek, "Mühendislikte etik sorunların ele verilmesi," *Madencilik*, 44(4), 29-38, 2005.
- [23] G. Özasan, ve G. Ünal, "Öğretmenlerde açığa çıkarma davranışı: Mevcut durum ve öneriler," *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 22(3), 321-350, 2016.
- [24] Ş. S. Nartgün, ve A. Kaya, "Öğretmenlerin bilgi uçurma davranışları ve bilgi uçurma nedenleri ile bireysel değerleri arasındaki ilişki," *The Journal of Academic Social Science Studies*, 54, 65-89, 2017.
- [25] N. Mercan, A. Altınay, ve A. Aksanyar, "Whistleblowing (bilgi ifşası, ihbar) ve yolsuzlukla mücadelede iç denetimin değişen ve gelişen rolü," *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 167-176, 2012.
- [26] R. Nader, P. Petkas, and K. Blackwell, "Whistleblowing. Nicholas M Rongine (Ed.), Toward a coherent legal response to the public policy dilemma posed by whistleblowing," *American Business Law Journal*, 23(2), 281-297, 1972.
- [27] C. C. Aktan, "Organizasyonlarda yanlış uygulamalara karşı bir sivil erdem, ahlaki tepki ve vicdani red davranışı: Whistleblowing," *Mercek Dergisi*, 1-13, 2006.
- [28] F. B. Cross, and E. H. Tiller, "Judicial partisanship and obediencto legal doctrine: Whistleblowing on the federal courts of appeals," *Yale Law Journal*, 107(7), 2155-2176, 1998.
- [29] E. Z. Taylor, and M. B. Curtis, "An examination of the layers of workplace influences in ethical judgments: Whistleblowing likelihood and perseverance in public accounting," *Journal of Business Ethics*, 93(1), 21-37, 2010.
- [30] C. Celep, ve T. Konaklı, "Bilgi uçurma: Eğitim örgütlerinde etik ve kural dışı uygulamalara yönelik bir tepki," *E-International Journal of Educational Research*, 3(4),65-88,2012.
- [31] M. Bouville, "Whistle-blowing and morality," *Journal of Business Ethics*, 81, 579-585, 2008.
- [32] W. M. Hoffman, R. E. Frederick, M. S. Schwartz, *Business Ethics Reading and Cases in Corporate Morality*. (4th ed.), New York: McGrawHill. 2001.
- [33] H. Park, J. Blenkinsopp, M. K. Oktem, ve U. Omurgonulsen, "Cultural orientation and attitudes toward different forms of whistleblowing: A comparison of South Korea, Turkey, and the U.K.," *Journal of Business Ethics*, 82(4), 929-939,2008.
- [34] R. Çoban, ve S. İpek, "Sivil havacılık sektöründe uçuş güvenlik görevlisi uygulamaları üzerine kavramsal bir araştırma," *Journal of Aviation*, 4(1), 89-102, 2020.
- [35] T. T. İnan, ve C. M. Bükeç, "The relationship between the improvement of the safety management system (SMS) with the civil aviation accident rates," *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 599-610, 2020.
- [36] E. Gerede, "Havacılık emniyetinin artırılmasında önemli bir araç: Emniyet yönetim sistemi," *Ulusal Havacılık Sempozyumu ve Çalıştayı*, 2005.
- [37] T. C. Ustaömer, "Havacılıkta Emniyet Kültürünün Ölçümüne Yönelik Bir Araç Geliştirme: Türk Pilotlar Üzerinde Bir Araştırma," *Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, Doktora Tezi*, 2020.
- [38] İ. Tunç, "Hava trafik kontrol hizmetlerinde emniyet yönetim sistemi uygulamaları," *Journal of Aviation Research*, 3(1), 81-105, 2020.
- [39] S. Shappell, C. Hackworth, K. Holcomb, J. Lanicci, M. Bazargan, J. Baron, R. Iden, and D. Halperin, "Developing Proactive Methodsfor General Aviation Data Collection,"2010, <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2318&context=publication>, [Erişim Tarihi: 17-Ağustos-2021].
- [40] J. M. Kolly, and L. S. Groff, "The Benefits of a Safety Studies Program to Proactively Promote Aviation Safety," 2012, <https://www.isasi.org/Documents/library/technical-papers>, [Erişim Tarihi: 17-Ağustos-2021].
- [41] A. Ek, "Safety culture and proactivity for safety in ground handling," In 13th Annual Ground Handling International Conference, (pp. 46-50), 2011,

- <https://portal.research.lu.se/portal>, [Erişim Tarihi: 17-Ağustos-2021].
- [42] <https://www.bartleby.com/essay/Advantages-Of-Proactive-Approach-To-Aviation>, [Erişim Tarihi: 17-Ağustos-2021].
- [43] H. Terzi, ve C. Gazioğlu, “Pozitif emniyet kültürü temel öğelerini esas alan kazasay olayları (nearmiss) raporlama sistemi,” Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 6(1), 23-58, 2014.
- [44] A. Wiegmann, V. Thaden, A. Mitchell, ve H. Zhang, “Development and Initial Validation of A Safety Culture Survey For Commercial Aviation,” FAA, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2003.
- [45] J. Reason, *Managing The Risks of Organizational Accidents*. Ashgate: Surrey, 1997.
- [46] J. Dekker, *Just Culture: Balancing Safety and Accountability*. Ashgate: Surrey, 2007.
- [47] K. P. Gupta, ve N. S. Chaudhary, “Prioritizing the factors influencing whistleblowing intentions of teachers in higher education institutes in India,” *Procedia Computer Science*, 122, 25-32, 2017.
- [48] J. P. Near, M. T. Rehg, J. R. Van Scotter, and M. P. Miceli, “Doestype of wrongdoing affect the whistle-blowing process?,” *Business Ethics Quarterly*, 14(2), 219, 2004.
- [49] A. Stolzer, C. Halford, ve J. Goglia, *Implementing Safety Management Systems in Aviation*. İngiltere: Ashgate Publishing Limited, Surrey, 2011.
- [50] S. K. Parker, H. M. Williams, and N. Turner, “Modeling the Antecedents of Proactive Behavior at Work,” *Journal of Applied Psychology*, 91(3), 636-652, 2006.
- [51] M. Frese, and D. Fay, “4. Personal initiative: An active performance concept for work in the 21st century,” *Research in Organizational Behavior*, 23, 133-187, 2001.
- [52] E.S. Callahan, and T. M. Dworkin, “The state of state whistleblower protection,” *American Business Law Journal*, 38(1), 99-175, 2000.
- [53] E. P. Hollander, “Conformity, Status, and Idiosyncrasy Credits,” *Psychological Review*, 65(2), 117-127, 1958.
- [54] M. P. Miceli, J. P. Near, and C. R. Schwenk, “Who blows the whistle and why?,” *Industrial and Labor Relations Review*, 45(1), 113-130, 1991.
- [55] J. Pfeffer, and G. R. Salancik, *The External Control of Organizations*. Harper & Row, 1978.
- [56] J. R. P. French, and B. H. Raven, “The bases of social power, in D. Cartwright (ed.), *Studies in Social Power* (Institute for Social Research, Ann Arbor, MI), 1959.
- [57] M. P. Miceli, and J. P. Near, “Relationships among value congruence, perceived victimization, and retaliation against whistleblowers,” *Journal of Management*, 20(4), 773-794, 1994.
- [58] A. Baltacı, ve A. Balcı, “Reasons for whistleblowing: A qualitative study,” *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 37-51, 2017.
- [59] T. M. Dworkin, and M. S. Baucus, “Internal vs. external whistleblowers: A comparison of whistleblowing processes,” *Journal of Business Ethics*, 17(12), 1281-1298, 1998.
- [60] S. Gürbüz, ve F. Şahin, *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Felsefe-Yöntem-Analiz.4. Baskı*, Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2017.
- [61] R.,Claes, C. Beheydt and B. Lemmens “Unidimensionality of abbreviated proactive personality scales across cultures,” *Applied Psychology* 54(4), 476-489, 2005.
- [62] A. Akın, N. Arıcı, “Turkish version of proactive scale: A study of validity and reliability,” *Mevlana International Journal Education (MIJE)*, 5(1), 165-172, 2015.
- [63] H. İslamoğlu, ve Ü. Alnaçık, *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. (4. Baskı)*, İstanbul: Beta Yayıncılık, 2014.
- [64] J.F. Hair, W.C. Black, B. J. Babin, and R. E. Anderson, *Multivariate Data Analysis A Global Perspective*. Pearson, 7th Edition, Global Edition, 2010.
- [65] B.G. Tabachnick, and L.S. Fidell, *Using Multivariate Statistics*, Boston: Pearson, 2013.
- [66] J. M. Crant, “The proactive personality scale and objective job performance among real estate agents,” *Journal of Applied Psychology*, 80(4), 532-537, 1995.
- [67] D. J. Campbell, “The proactive employee: Managing workplace initiative. *Academy of Management Executive*, 14(3): 52-66,2000.
- [68] T. D. Miethe, *Whistleblowing at Work: Tough Choices in Exposing Fraud, Waste, and Abuse on The Job*. Boulder, CO: Westview Press, 1999.

Pilot Adaylarının Uçuş Okulu Seçim Davranışını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Bekir TUNCER^{1*} , Yıldırım KIZGIN² 

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Dalaman SHYO, Havacılık Yönetimi Bölümü, Muğla, Türkiye

² Yıldırım Kızgın, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, İİBF, Reklamcılık ve Halkla İlişkiler Bölümü, Ağrı, Türkiye

Özet

Havacılığın gelişimi ile doğru orantılı olarak uçaklara ve de pilotlara olan talep artmaktadır. Pilotluk; seyahat imkanı geniş olan, farklı kültürler tanıma ve birlikte çalışma fırsatı veren ve de maddi olarak tatmin edici ücretler kazandıran bir meslek olarak kariyer hedefleyen bireyler arasında cazibesini sürdürmektedir. Pilot olmak isteyen kişi sayısındaki artış uçuş okullarına olan talebi arttırmıştır. Pilot adaylarının uçuş okulu seçimlerini etkileyen kriterleri belirlemeye yönelik yapılan araştırma, eğitimine devam eden ve mezun olmuş pilotlardan oluşan 168 katılımcıdan elde edilen veriler ile yürütülmüştür. Araştırma sonucu uçuş okulu seçimini etkileyen kriterler 4 faktör altında 16 madde ile belirlenmiştir. Pilot adaylarının uçuş okulu seçim kriterleri arasında öne çıkan maddelerin eğitimin içeriği, uçuş öğretmenleri, eğitim uçakları ve eğitimi bitirmek için gerekli süre olduğu tespit edilmiştir. Pilot adaylarının uçuş okulu seçim kriterlerinin tespit edilmesi, uçuş okullarının pazarlama stratejilerini oluşturmada yarar sağlayacaktır. Uçuş okullarına pazarlama stratejileri için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Havacılık, Pilot, Pilot aday tüketici davranışı, Uçuş okulu seçimi

Determination of Factors Affecting Pilot Candidates' Flight School Selection Behavior

Abstract

In direct proportion to the development of aviation, the demand for airplanes and pilots is increasing. Piloting; it continues to be attractive among individuals who aim for a career as a profession that has wide travel opportunities, gives the opportunity to get to know different cultures and work together, and earns financially satisfactory wages. The increase in the number of people who want to become pilots has increased the demand for flight schools. The research conducted to determine the criteria affecting the flight school choices of pilot candidates was conducted with the data obtained from 168 participants, who are continuing their education and graduated from pilots. As a result of the research, the criteria affecting the choice of flight school were determined with 16 items under 4 factors. It has been determined that the most prominent items among the flight school selection criteria of the pilot candidates are the content of the training, flight teachers, training aircraft and the time required to complete the training. Determining the flight school selection criteria of the pilot candidates will be beneficial in creating the marketing strategies of the flight schools. Suggestions for marketing strategies were made to flight schools.

Keywords: Aviation, Pilot, Pilot candidate consumer behavior, Flight school selection

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Bekir Tuncer btuncer@mu.edu.tr

Citation/Alıntı: Tuncer B., Kızgın O. (2021). Pilot Adaylarının Uçuş Okulu Seçim Davranışını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. J. Aviat. 5 (2), 170-180.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0003-0822-6832>; ² <https://orcid.org/0000-0002-7844-052X>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.988025>

Gelis/Received: 31 Ağustos 2021 **Kabul/Accepted:** 24 Kasım 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

1. Giriş

Havacılık sektörü ulusal ve uluslararası ölçekte standartlaşmanın sağlanabilmesi amacıyla ulusal ve uluslararası kapsamına göre alınmış sıkı kurallara göre faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu kuralların ortak özelliği hava taşımacılığının emniyetli, düzenli ve verimli bir şekilde yürütülmesidir. Türkiye'nin de üyesi ve de kurucuları arasında yer aldığı, Birleşmiş Milletler'in yasal havacılık organı olarak faaliyet sürdüren Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) 1947 yılında kurulmuş olup 193 üye ülkesi ile en kapsamlı sivil havacılık otoritesidir [1]. Ulusal ve bölgesel ölçekte sivil havacılık otoriteleri de bulunmaktadır. Türkiye'de 1954 yılında kurulan Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM), Amerika'da 1958 yılında kurulan Federal Havacılık Dairesi (FAA) 2002 yılında Avrupa Birliği üyesi ülkelerin kurmuş olduğu Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA) bu kapsamda öne çıkmaktadır.

Ülkeler arasındaki işbirliklerinin gelişimi ile birlikte ticaret ve turizm de hızla gelişmiştir. İş amaçlı ve turizm amaçlı seyahatlerin artmaya başlaması birçok sektöre olduğu gibi havacılık sektörüne de çok olumlu katkılar sağlamıştır. Ülkemizde havacılık sektörünün ortaya çıkışı 1912 yılında Sefaköy'de iki hangar ve küçük bir meydandan oluşan tesis ile başlamıştır [2]. 1925 yılında şimdiki adı Türk Hava Kurumu olan Türk Tayyare Cemiyeti'nin kurulmasıyla beraber kurumsallaşma başlamıştır. Kanun olarak ilk resmi düzenleme 19.10.1983 tarihinde Türk Sivil Havacılık Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ile oluşmuştur.

1978 yılına kadar Amerika'da sivil havacılık sektörü; pazara giriş, çıkış, işleyiş bakımından düzenlenen katı kurallara göre yönetilmekte iken, Amerikan Federal Havacılık Dairesi kuraları kaldırarak havacılık sektöründe serbestleşme hareketini başlatmıştır. Sivil havacılık sektöründe deregüleasyon olarak tanımlanan bu gelişme sonrası dünya sivil havacılığında da benzeri serbestleşme düzenlemelerini tetiklemiştir [3]. Havacılık sektörüne giriş ve işleyişteki serbestiler sektörde hızlı bir büyümeye sebep olmuştur. Türkiye için havacılık sektöründe serbestleşme, 1983 yılında uygulamaya konulan Türk Sivil Havacılık Kanunu ile başladığı kabul edilmekle birlikte, özel sektörün gelişimi açısından çok etkili olamamıştır. Türkiye

sivil havacılık sektörü için serbestleşmenin 2003 yılında Ulaştırma Bakanlığı'nın yürürlüğe koyduğu destekler ve istisnalar ile başladığı değerlendirilmektedir [4]. Serbestleşme sonrası Türkiye'de sivil havacılığın gelişimine ilişkin bazı bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Yıllara göre Türkiye'deki hava taşıma işletmeleri, hava araçları ve eğitim kuruluşları sayısı

		2002	2019	2020
Hava taşıma işletmeleri	Havayolu işletmesi	14	11	10
	Hava taksi işletmesi	48	42	40
	Genel havacılık işletmesi	34	83	85
	Toplam	96	136	135
Hava araçları	Havayolu işletmelerinde	110	546	554
	Hava taksi işletmelerinde	213	194	176
	Genel havacılık işletmelerinde	189	376	421
	Toplam	512	1116	1151
Havacılık eğitim kuruluşları		21	171	202*

Kaynak: SHGM faaliyet raporlarından derlenmiştir.

*SHGM, 2002 yılından 2018 yılı sonuna kadar uçuş ve tip eğitimi veren organizasyon sayılarını raporlarında paylaşır iken, 2019 yılından itibaren havacılık alanında bakım dışında eğitim veren tüm kuruluşları raporlarında paylaşmaya başlamıştır.

Tablo 1'den de görüleceği üzere serbestleşme sonrası hava taşıma işletme sayısında %40, hava aracı sayısında ise %224,8 artış meydana gelmiştir. Hava aracı sayısındaki yükseliş doğal olarak pilota olan ihtiyacı da hızla arttırmıştır.

2020 sonu itibarıyla toplam 52 uçuş ve tip eğitimi veren kuruluş bulunmakla birlikte, havayolu ve üniversiteler dışında uçuş eğitimi verilen 13 adet onaylı uçuş okulu bulunmaktadır. Türkiye'deki uçuş okullarının kurulması ve işletilmesine dair tüm kurallar SHGM tarafından belirlenmektedir. Çalışmanın konusu olan pilotaj eğitimi veren kuruluşlar, SHGM tarafından "Onaylanmış Eğitim

Organizasyonu” olarak tanımlanmaktadır. Tablo 2’de Türkiye’deki pilot sayıları yer almaktadır.

Tablo 2. Türkiye’deki pilot sayıları

Pilotlar	2017	2018	2019	2020
Uçak ve helikopter pilotları	8681	8978	9328	9603
Diğer hava aracı pilotları	344	382	510	656
Öğrenci pilotlar	963	828	1431	1581
Toplam	9988	10188	11269	11840

Kaynak: SHGM faaliyet raporlarından derlenmiştir.

SHGM tarafından 2017 yılından itibaren yayımlanan raporlarda, öğrenci pilot sayılarına da yer verilmektedir. 2007 yılında Türkiye’deki toplam pilot sayısı 6333 iken 2020 sonu itibariyle 1581’i öğrenci pilot olmak üzere toplam 11840 pilot bulunmaktadır [5]. SHGM 2020 faaliyet raporuna göre 2019 yılındaki yabancı pilotların yerli pilotlara oranı %7 iken, 2020 yılında bu oran %4’e düşmüştür. Özellikle öğrenci pilot sayılarındaki artış oranı, uçuş okulları açısından da dikkat çekici olmakta ve de öğrenci tercihinde öne çıkabilmeleri için pazarlama faaliyetlerine daha fazla özen göstermelerini gerektirdiği düşünülmektedir.

BOEING ve AIRBUS gibi yolcu uçağı üretiminde pazarın büyük bir çoğunluğunu elinde tutan işletmeler; havayolu seyahatlerinin daha da artacağını, eski teknoloji uçaklar yerine daha az yakıt harcayan yeni nesil uçaklara ihtiyaç duyulacağı için daha fazla uçağı talep olacağını, dolayısıyla da daha fazla pilota ihtiyaç duyulacağını belirtmektedirler. Önümüzdeki 20 yılda, BOEING’e göre 605.000 [6], AIRBUS’a göre ise 540.000 [7] pilota ihtiyaç duyulacaktır. Türkiye’de de benzer şekilde pilot talebinin artacağı beklenmektedir.

Günümüzde rekabet koşulları her sektörde olduğu gibi uçuş okulları içinde de yoğun bir şekilde kendisini göstermektedir. Uçuş okullarında eğitim bedelinin ortalama 60.000 Euro civarında olması ilk başta olumsuz görünse de sektördeki pilot gelirlerinin yüksek olması pilotluk mesleğini cazip

hale getirmektedir. Bu bağlamda pilotluk mesleğini icra edecek adayların uçuş okulu seçimleri zorlaşmakta ve önem kazanmaktadır.

2. Literatür Taraması

Pilot olmak isteyen bireyler için uçuş okulu seçimi her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Sektördeki uçuş okulu sayısının hızla artması, buna karşılık Türkiye’de pilot istihdamının tecrübesiz pilotlar aleyhine işlemesi, yeni mezun pilotlar için iş bulma kaygıları da oluşturmaktadır. Özellikle pilotluk eğitiminin maddi olarak ağır yük getirmesi ve de pilot olduktan sonra da yaşanacak olası iş bulamama senaryoları pilot olmak isteyenlerin uçuş okulu seçimlerini daha da önemli kılmaktadır.

Türkçe literatürde böyle bir çalışmanın yapılmamış olması ve de uluslararası literatürün de genelde pilot aday seçimi kriterlerine odaklanmış olması bu konuyu hem daha ilginç ve önemli hale getirmekte hem de konu hakkında literatürü sınırlandırmaktadır.

Uçuş okulu seçimi ile ilgili ulusal düzeyde araştırma bulunmaması ve uluslararası düzeyde yapılan araştırmaların çok sınırlı olması, literatür taramasını okul seçimi ile ilgili literatüre yönlendirmektedir. Sarkane ve Sloka (2015), yükseköğretim kurumları için pazarlama stratejileri oluşturulması amacıyla yaptıkları çalışmada, yükseköğretim kurumu seçimini etkileyen 12 kriter ortaya koymuşlardır [8]. Bu kriterlerden; okulun akredite olması, okul atmosferi, okulun lokasyonu, okul dışı aktiviteler, finansal çözümler, konaklama seçenekleri, akraba ve arkadaş tavsiyeleri, okul değerlendirmeleri, okulun itibarı gibi kriterlerin uçuş okulu seçiminde de etkili olacağı değerlendirilmektedir.

James-MacEachern ve Yun (2017), uluslararası öğrencilerin okul seçimini etkileyen kriterler hakkında yaptıkları araştırmalarında, okulların web sayfaları, okulların yayımladığı broşürler, sosyal medya hesapları, okulların mezunları, aile ve arkadaşların etkisi, okulun itibarı ve eğitim kalitesi, eğitim ve konaklama bedelleri, mezuniyet sonrası iş bulma oranları, okulun sunduğu fiziksel olanaklar, mevcut ve mezun öğrencilerin tavsiyeleri, okul personeli ve okulun eğitim kadrosunun etkilerini ortaya koymuşlardır [9].

Saif, Nipa ve Siddique (2016), öğrenciler arasında üniversite seçim kriterlerinin farklılık gösterdiğini, özellikle üniversitenin itibarı ile

çevrimiçi uygulamalarının en çok öne çıkan faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Üniversitelerin itibarlarına daha fazla önem vermeleri gerektiğini vurgulamışlardır [10].

Kershner (1972), uçuş öğretmenlerinin sahip olması gereken; bilgi, yetenek gibi özelliklerine vurgu yapmıştır. Dolayısıyla, uçuş okulunun öğretmen pilotlarının sahip olduğu tecrübelerin yanı sıra, sahip oldukları kişisel özellikler de önem kazanmaktadır [11].

Aguilar, G. (2004), uçuş okulu yöneticilerinin ve uçuş öğretmenlerinin uçuş emniyetini sağlamakla birinci derece sorumlu olduklarını ve de müşteri memnuniyeti için gösterecekleri çabaların uçuş okulunun karlılığına da katkı sağladığını ifade etmektedir [12].

Pampaloni (2010), öğrencilerin okulların varlığından haberdar olmalarını sağlayarak okul seçimini etkileyebilmek için web sayfalarının önemine vurgu yapmış; buradan paylaşılacak bilgilerin öğrencileri ikna etmede ve okul imajını güçlendirmede etkili olacağını ifade etmektedir [13].

Salem (2020), yükseköğretim kurumlarında, sosyal medya platformlarının, reklam kampanyalarını tanıtmak ve mevcut ve potansiyel öğrencilerle iletişim kurmak için en önemli kanallar olduğunu ileri sürmüştür [14].

Uçuş okulları için de sosyal medya benzeri tanıtım faaliyetlerinde kullanılması fayda sağlayacaktır. Uçuş okulu seçimine yönelik çalışma sayısının çok az sayıda olması, literatür taramasında karşılaşılan önemli bir dezavantaj olmakla birlikte, çalışma ile havacılık sektörü için niş sayılabilecek bir alan olan uçuş okulları hakkında literatürün gelişmesine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

3. Araştırma Metodolojisi

3.1. Araştırmanın Amacı

Pilotluk mesleğinin maddi ve manevi getirileri mesleğe olan telebi arttırmaktadır. Çalışmada pilot adaylarının uçuş okulu seçiminde göz önünde bulundukları faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Pilot adaylarının demografik özellikleri ile uçuş okulu seçimine etki eden faktörler arasında anlamlı ilişkiler araştırılacaktır. Elde edilen sonuçlar ile uçuş okullarının pilot adaylarının okul seçim süreçlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olacaktır.

3.2. Araştırma Ölçeği

Jin (2019) tarafından, ABD’de Alliant International Üniversitesinde yapılan doktora tez çalışması kapsamında bu ülkedeki uçuş okullarının tercih edilmesinde etkisi olduğu düşünülen sebepler [15] ile Muğla ve İzmir’de faaliyetlerine devam etmekte olan bir uçuş okulunun, eğitim müdürü, öğretmen pilotu ve ticaret müdürü ile yapılan yüz yüze görüşme sonrası, onlara gelen sorulardan ve geçmiş deneyimlerinden hareketle pilot adaylarının okul seçiminde dikkat edecekleri öngörülen kriterler ifadeleştirilerek toplam 49 değişkenden oluşan soru formu oluşturulmuş ve uçuş okullarından mezun ve/veya eğitime devam etmekte olan öğrencilerine 5 farklı boyut altında sorulmuştur.

3.3. Veri Toplama Yöntemi ve Örneklem

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu’nun 24.12.2020 tarih ve 78 sayılı onay kararı sonrası 01.02.2021 - 01.05.2021 tarihleri arasında anket yöntemi ile veri toplanmıştır. Özel uçuş okullarında eğitim almış ve almaya devam eden pilot aday sayısı belli değildir. Ana kütle sayısı belli olmadığı için mümkün olan en fazla örnekleme ulaşabilmek amacıyla; oluşturulan soru formu Google Forms ile çevrimiçi hale dönüştürülüp, telefonda yapılan görüşme sonrası; SHGM den izinli uçuş okullarının tamamına, mezun olmuş pilotlara ve/veya eğitime devam etmekte olan pilot aday öğrencilerine iletilmesi amacıyla soru formu bağlantısı gönderilmiştir. Aynı zamanda Türkiye Havayolu Pilotları Derneği (TALPA) ile iletişime geçilip üyeleri arasında bulunan özel uçuş okulu mezunlarından da çalışmaya katılımları talep edilmiştir. Anketin birinci kısmında demografik özellikleri ve alınan eğitim ile ilgili kapalı uçlu sorular yer almakta, ikinci kısımda ise 49 adet 5’li likert tipi ifade yer almaktadır (1: en az etkili, 5:en fazla etkili). Araştırma 168 pilot ve pilot adayından elde edilen veriler ile yürütülmüştür.

3.4. Bulgular ve Tartışmalar

Ankette yer alan 49 ifadenin birbiri ile ilişkili ve daha az sayıda değişkenlere indirgenmesi amacıyla Açıklayıcı Faktör Analizi uygulanmıştır. Elde edilen veri setine Faktör Analizi (FA) uygulanabilmesi için gerekli olan değişkenlerin sürekli değişken yapısında elde edilmesi ve veri

setinin normal dağılım göstermesi koşullarını sağladığı görülmüştür. KMO örneklem yeterlilik ölçüsü 0,92 bulunmuştur. Bunun yanında elde edilen korelasyon matrisi bulgularına göre; değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı ($r > 0,8$) olmadığı görülürken; yetersiz ilişki ($r < 0,3$) düzeyleri belirlenen 15 madde FA kapsamından çıkarılmıştır. Bartlett's küresellik testi anlamlılık değeri (Sig. = 0,00001 < 0,05) olduğundan ve korelasyon matrisi determinantının ($\Delta=0,00256 > 0,00001$) olması nedeniyle veri setine FA uygulanabilirliğine karar verilmiştir.

Principal Component Analysis yöntemi tercih edilen FA işleminde döndürme işleminin dik/eğik olmasına karar verilirken SPSS uygulamasında faktör korelasyon matrisi Oblimin yöntemiyle elde edilmiştir. Faktörler arasında korelasyonun ($r > 0,3$) fazla olduğu faktörlerin olması nedeniyle Varimax

yöntemi kullanılmayacağından eğik döndürme yöntemi Oblimin kullanılmıştır.

Faktör sayısının kararında özdeğerler dikkate alınmış (Eigenvalue; $\lambda > 1,0$), ağaç diyagramından yararlanılmıştır. Toplam varyansın en yüksek olduğu yere kadar ve bir faktörün açıklanan varyansının en az % 5 ve faktör altındaki madde sayısının en az 2 ve üzeri olması durumu da dikkate alınarak işleme devam edilmiştir. Rotated Component matrisinde faktörler arasında binişik yapıları (0,1 ve daha az farklı) olan maddeler elenerek döndürme işlemine devam edilmiştir. 23 işlem sonrasında dört (4) faktör altında olmak üzere toplam 16 madde ile %76,781'lik varyansa ulaşılmış ve işlem bitirilmiştir. Bu analiz sonucuna göre anlamlı bir etkiye sahip maddelerin yükleri ve faktör yükleri aşağıda Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3. Faktör yükleri tablosu

Faktör 1: Uçuş Okulunun Teknik Yeterliliği	Faktör Yükleri	% Varyans	% Toplam Varyans
Teknik personel yeterliliği	0,841		
Öğretmen pilotların geçmiş tecrübeleri	0,828		
Uçuş simülatörleri	0,826		
Eğitimin içeriği/kalitesi	0,824		
Uçuş öğretmenlerinden duyulan memnuniyet	0,816	55,666	55,666
Yönetimin etkinliği	0,803		
Eğitim uçaklarından duyulan memnuniyet	0,780		
Eğitim programının güvenlik kayıtları	0,772		
Faktör 2: Okul Personelinin Etkinliği			
Okulun satış personeli	0,905		
Okul personeli	0,871	8,926	64,592
Okulun üst yöneticileri	0,867		
Faktör 3: Eğitim Programının Etkinliği			
Eğitim planlamasındaki esneklik	0,886		
Mevsim koşullarına bağlı yıllık uçulabilen gün sayısı	0,875	6,692	71,284
Programı tamamlamak için geçen süre	0,730		
Faktör 4: Referans Grupları			
Mezun olan pilotlar	-0,922	5,497	76,781
Mevcut öğrenciler	-0,907		

Tablo 3'te görüldüğü üzere en fazla açıklama oranına sahip faktör uçuş okulunun teknik yeterliliği (% 55,666), ikinci sırada okul personelinin etkinliği (%8,926), üçüncü sırada eğitim programının etkinliği (% 6,692) ve son

sırada ise referans grupları (%5,497) gelmektedir. Tablo 4'te elde edilen faktörlerdeki değişkenlerin tanımlayıcı ve güvenilirlik bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4. Araştırma değişkenleri tanımlayıcı ve güvenilirlik bulguları

Faktörler	Sayı	Ort.	Std. Sapma	Cronbach Alpha
Faktör 1: Uçuş Okulunun Teknik Yeterliliği	168	3,91	1,05	0,930
Teknik personel yeterliliği	168	3,72	1,34	
Öğretmen pilotların geçmiş tecrübeleri	168	3,96	1,28	
Uçuş simülatörleri	168	3,88	1,31	
Eğitimin içeriği/kalitesi	168	4,32	1,16	
Uçuş öğretmenlerinden duyulan memnuniyet	168	4,10	1,21	
Yönetimin etkinliği	168	3,73	1,34	
Eğitim uçaklarından duyulan memnuniyet	168	4,05	1,25	
Eğitim programının güvenlik kayıtları	168	3,57	1,34	
Faktör 2: Okul Personelinin Etkinliği	168	3,23	1,32	0,904
Okulun satış personeli	168	2,90	1,41	
Okul personeli	168	3,37	1,46	
Okulun üst yöneticileri	168	3,43	1,44	
Faktör 3: Eğitim Programının Etkinliği	168	3,93	1,11	0,821
Eğitim planlamasındaki esneklik	168	3,79	1,33	
Mevsim koşullarına bağlı yıllık uçulabilen gün sayısı	168	3,95	1,24	
Programı tamamlamak için geçen süre	168	4,05	1,30	
Faktör 4: Referans Grupları	168	3,63	1,36	0,871
Mezun olan pilotlar	168	3,70	1,47	
Mevcut öğrenciler	168	3,55	1,41	

Faktör olarak ifade edilen dört boyutun da söz konusu güvenilirlik katsayılarının sosyal bilim araştırmalarında aranan 0,7 katsayısından büyük olduğu, bu sonuca göre boyutların uçuş okulu tercih nedenlerinin anlaşılmasında kullanılabileceği söylenebilir. Bunun yanında maddelerin aritmetik ortalamaları incelendiğinde pilot adaylarının tercihlerinde en çok eğitimin içeriği (kalitesi)

unsurunu önemseydiği (4,32) buna karşılık en az ise okulun satış personelinden (2,90) etkilendiği görülmektedir.

Araştırma katılımcılardan demografik özelliklerinin yanı sıra uçuş okulu seçimi ile ilgili veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin frekans dağılımları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Katılımcıların demografik, sosyo-ekonomik ve uçuş okulu seçimiyle ilgili bulgular

Cinsiyet	Kişi	%	Aylık Gelir(TL)	Kişi	%
Erkek	144	85,7	5000 ve altı	24	14,3
Kadın	24	14,3	5001 – 7500	20	11,9
Toplam	168	100,0	7501 – 10000	26	15,5
Yaş	Kişi	%	10001 – 12500	16	9,5
19 - 24	13	7,7	12501 ve üzeri	82	48,8
25 – 34	96	57,1	Toplam	168	100,0
35 – 44	48	28,6	Eğitim Bedeli	Kişi	%
45 ve üzeri	11	6,5	Ailem karşıladı	52	31,0
Toplam	168	100,0	Kendim karşıladım	93	55,4
Eğitim Düzeyi	Kişi	%	İşe alındığım havayolu karşıladı	23	13,7
Lise-Ön lisans	16	9,6	Toplam	168	100,0
Lisans	121	72,0	Uçuş Eğitim Zamanı	Kişi	%
Lisansüstü	31	18,5	Başka bir kurumda / kendi işimde çalışırken	76	45,2
Toplam	168	100,0	Mevcut işten ayrıldıktan sonra	44	26,2
Pilot Olma Nedeni	Kişi	%	Okulu bitirdikten sonra iş bulamayınca	48	28,6
Uçma tutkusu	102	60,7	Toplam	168	100,0
Kariyer	55	32,7			
Ailemin yönlendirmesi	5	3,0			
Diğer	6	3,6			
Toplam	168	100,0			

Tablo 5 incelendiği zaman katılımcıların %85,7’sinin erkek, %57,1’inin 25-34 yaş aralığında olduğu, %72’sinin lisans seviyesinde eğitim aldığı %48,8’inin de 12.500’nin üzerinde gelire sahip olduğu görülmektedir. Pilot olma ile ilgili cevaplar incelendiği zaman; %60,7’sinin uçma tutkusuyla bu mesleği tercih ettiği, %45,2’sinin mevcut işine

devam eder iken pilotaj eğitimi aldığı ve %55,4’ünün pilotaj eğitim bedelini kendisinin karşıladığı bulgulanmıştır.

Katılımcıların demografik özellikleri ile uçuş okulu seçiminde etkili olduğu düşünülen faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmak adına analizler yapılmıştır.

Tablo 6. Cinsiyete göre uçuş okulu seçim faktörleri t testi bulguları

Faktörler	Erkek Ortalama (Std. Sapma)	Kadın Ortalama (Std. Sapma)	t- değeri
Eğitim Programının Etkinliği	3,85 (1,12)	4,40 (0,91)	-2,301*◇
Referans Grupları	3,54 (1,38)	4,15 (1,12)	-2,053*◇

◇ Varyanslar homojen, *p<0,05.

Tablo 6’da uçuş okulu seçiminde etkili olduğu düşünülen dört faktörün ortalamalarının cinsiyete göre değişip değişmediği incelenmiştir. Üçüncü faktör olarak belirtilen “Eğitim Programının Etkinliği” ve dördüncü faktör olarak belirtilen

“Referans Grupları” faktörlerinin cinsiyete göre ortalamalarının % 5 ve daha az hata payında farklı oldukları tespit edilmiştir. Buna göre; kadınların uçuş okulu tercihlerinde her iki faktörde de erkeklere göre faktör değişkenlerinin daha etkili

oldukları görülmüştür. Bu durumda kadınların uçuş okulu seçiminde, erkeklere göre eğitim programına

ve referans gruplarına daha çok önem verdiği değerlendirilmektedir.

Tablo 7: Pilot olma sebebine göre uçuş okulu seçim faktörleri t testi bulguları

Faktörler	Uçma Tutkusu Ortalama (Std. Sapma)	Kariyer Ortalama (Std. Sapma)	t- değeri
Uçuş Okulunun Teknik Yeterliliği	4,06 (1,01)	3,66 (1,14)	2,233*◇

◇ Varyanslar homojen, * $p < 0,05$.

Diğer Uçuş Okulu seçim faktörleri p değerleri anlamlı çıkmadığından tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 7’de yapılan t testi karşılaştırmasında ise uçuş okulu tercihi yapan pilot adaylarının pilot olma sebeplerine göre hangi faktör ortalamasının farklı olduğu konusu irdelenmiştir. Tanımlayıcı bulgularda “Aile” ve “Diğer” seçeneklerini belirten kursiyerlerin sayısı karşılaştırma yapmaya yeterli olmadığı için iki bağımsız grup t testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda, sadece birinci faktör olan “Uçuş Okulunun Teknik Yeterliliği” faktör değişkenlerinin uçuş okulu tercihinde bulunmada %5 hata payında anlamlı bir farklılığı olduğu belirlenmiştir. Buna göre “Uçma tutkusu” ile uçuş okulu tercih eden pilot adaylarının “Kariyer” amaçlı pilotluk mesleğini seçen adaylara göre uçuş okulunun teknik özelliklerini daha fazla önemseyip tercih kriteri olarak belirttikleri

değerlendirilmektedir. Bu durumda uçma tutkusu ile pilotluk mesleğini seçenlerin okul seçiminde daha detaycı oldukları, mesleki beceri kazanımlarına daha fazla odaklandıkları düşünülmektedir.

Faktör değişkenlerinin grupsal farklılıklarının sorgulanması amacıyla tek yönlü varyans analizinden (ANOVA) yararlanılmıştır. Yapılan ANOVA testinde grup değişkenleri olarak “Eğitim Düzeyi” ve “Eğitim Bedelinin” kimin tarafından ödendiği durumu dikkate alınarak faktör değişkenliklerinin farklılıkları incelenmiş, istatistiksel olarak en az %5 ve daha az hata payında anlamlı çıkmayan faktör değişkenleri tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 8. Eğitim düzeyi ve eğitim bedeline göre uçuş okulu seçim faktörlerinin karşılaştırılması

Faktör Değişkenleri	Grup Değişkeni			
	Eğitim Düzeyi		Eğitim Bedeli	
Okul Personelinin Etkinliği	Levene’s	ANOVA		
	İstatistik	P	F	P
	0,530	0,590 ◇	3,816	0,024*
Eğitim Programının Etkinliği	Levene’s	ANOVA		
	İstatistik	P	F	P
	3,441	0,034	5,782	0,004**

◇ Varyanslar homojen, * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$.

Her iki faktör değişkeninin grup değişken özellikleri içerisindeki farklılıkların kaynağını araştırmak amacıyla çoklu karşılaştırma testi (Posthoc) kapsamında eşit varyans varsayımında

Tukey testi; Eşit varyans olmama durumu için ise Tamhane testi uygulanmış ve Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9: Eğitim düzeyi ve eğitim bedeline göre okul personelinin etkinliği ve eğitim programının etkinliği faktör değişkenleri çoklu karşılaştırma sonuçları

Tukey	Eğitim Düzeyi	Eğitim Düzeyi	Ortalama fark	Std. Hata	P
Okul Personelinin Etkinliği	Lise-Ön lisans	Lisans	0,3290	0,3442	0,606
		Lisansüstü	0,9576*	0,3983	0,045
	Lisans	Lise	-0,3290	0,3442	0,606
		Lisansüstü	0,6286*	0,2604	0,044
	Lisansüstü	Lise	-0,9576*	0,3983	0,045
		Lisans	-0,6286*	0,2604	0,044
Tamhane	Eğitim Bedeli	Eğitim Bedeli	Ortalama fark	Std. Hata	P
Eğitim Programının Etkinliği	Ailem karşıladı	Kendim karşıladım	-0,417*	0,177	0,049
		İşe alındığım havayolu karşıladı	0,352	0,326	0,640
	Kendim karşıladım	Ailem karşıladı	0,417*	0,177	0,049
		İşe alındığım havayolu karşıladı	0,769*	0,312	0,049
	İşe alındığım havayolu karşıladı	Ailem karşıladı	-0,352	0,326	0,640
Kendim karşıladım		-0,769*	0,312	0,049	

Eğitim düzeyi için yapıla Tukey çoklu test bulgularına bakıldığında; Lise-Ön lisans mezunu pilot adaylarının Lisansüstü mezunu olan pilot adaylarına göre (0,9576); Lisans mezunu pilot adaylarının yine Lisansüstü mezunu olan pilot adaylarına göre uçuş okul tercihlerinde Okul Personelinin Etkinliğinin (0,6286) daha fazla önemli olduğu söylenebilir. Lise-Ön lisans mezunları ile Lisans mezunları arasında bu faktörün tercihi yönünden anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Eğitim seviyesi yükseldikçe okul personelinin öğrenci ikna çabalarının etkisinin daha azaldığı görülmüştür.

Eğitim bedelinin nasıl karşılandığına dair ele alınan grup değişkeninin; “Eğitim Programının

Etkinliği” açısından yapılan eşit varyans olmama durumu Tamhane çoklu testi bulgularına göre; Pilotluk eğitim bedelini kendisi karşılayanların, hem ailesi (0,417) hem de işe alınan havayolu (0,769) tarafından bedeli karşılanan pilot adaylarına göre uçuş okulu tercihlerinde eğitim programının etkisinin daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Pilotluk eğitim bedelini ailesi karşılayan pilot adaylarıyla işe alınan havayolu tarafından eğitim bedeli karşılananlar arasında bu faktörün etkisi yönünde anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Eğitim bedelini kendisi karşılayacak olanların verilen eğitimin kalitesini ana unsurlarından oluşan eğitim programı ile daha çok ilgilendiği düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Uluslararası Kadın Havayolu Pilotları Derneği'ne göre dünyadaki havayolu pilotları içerisinde kadın oranı %5,8'dir [16]. Araştırmanın katılımcıları içerisinde dünya ortalamasının üzerinde, %14,3 oranında kadın bulunması gelecekte kokpitte daha fazla kadın pilotun olacağı

düşüncesini oluşturmuştur. Kadınların uçuş okulu seçiminde, erkeklere göre eğitim programına ve referans gruplarına daha çok önem vermesi uçuş okullarının pazarlama stratejisi geliştirmede dikkat etmeleri gereken önemli bir detaydır. Özellikle kadınlara yönelik pazarlama çabalarında kadınların daha detaylı araştırmalar yaptığına dikkat edilmelidir. Eğitim programını oluşturan süre,

mevsim koşulları, esnek eğitim planlaması gibi koşullar pazarlama açısından tutundurma faaliyetlerinde göz önünde bulundurulmasında büyük yarar görülmektedir. Özellikle eğitimi tamamlamak için geçen sürenin ($\bar{x}=4,05$) en önemli en eğitim programı kriteri olması uçuş okullarının pazarlama çabalarında yer vermesi gereken önemli kriterler arasındadır.

Referans gruplarının pazarlamada kullanımını geçmişten günümüze yaygın olmakla birlikte son zamanlarda kullanıcı yorumları da pazarlama literatüründe sıklıkla öne çıkmaktadır. Çalışmada da mevcut ve mezun öğrencilerin yorumları önemli bir faktör olarak görülmektedir. Dolayısıyla uçuş okulları, mezun öğrencilerin sayısı, iş bulma oranı gibi nicel verilerin yanı sıra mezunların ($\bar{x}=3,70$) yorumlarına da yüz yüze, sosyal medya, web sayfası gibi tanıtım mecralarında yer vermesinde yarar görülmektedir.

Uçuş okullarının teknik yeterliliğine bakıldığı zaman eğitimin içeriği / kalitesi ($\bar{x}=4,32$) ve eğitim uçaklarından duyulan memnuniyet ($\bar{x}=4,05$) değişkenleri öne çıkmaktadır. Jin (2019)'in araştırmasında okulların sunduğu eğitimin kalitesi, uçuş fırsatları, eğitim maliyeti, okulun itibarı, öğretmen pilotların niteliği seçim kriterlerinde öne çıkmıştır. Araştırmada da uçuş okullarının sundukları eğitimin içeriği ve kullanılan eğitim uçakları değişkenleri öne çıkmaktadır. Türkiye'de uçuş eğitimi bedelleri birbirine çok yakın olduğu için eğitim ücreti kriterler arasında önemli yere sahip değildir. Özellikle uçuş tutkusuyla pilotluk mesleğini tercih edenlerde kariyer amacıyla pilotluğu tercih edenlere göre teknik kriterlere daha fazla önem verilmesi bu mesleği kariyer / paradan ziyade tutkuyla icra etmek isteyenler için öne çıkan bir değişkendir. Mesleğin geleceği açısından da bu amaçla pilot olmak isteyenlere yönelik pazarlama çabalarında bu kriterler öne çıkartılmalı, hatta pilot adayları seçim kriteri olarak da göze alınmasında yarar görülmektedir.

Uçuş okulunun üst yöneticileri ($\bar{x}=3,43$) personel arasında öne çıkan kriterlerdir. Uçuş okulu yöneticilerinin geçmiş deneyimi, sektördeki itibarı, mevcut ve geçmiş bağlantılarının mezun pilotların iş bulmasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Pilotaj eğitim bedelini kimin karşıladığı da okul seçiminde öne çıkmaktadır. Türkiye'deki pilotaj eğitimine bakıldığı zaman farklı seçenekler bulunmaktadır. Üniversite sınavı ile öğrenci kabul

eden devlet ve vakıf üniversitelerinde alınan eğitim, havayollarının adayları kendisinin seçip sonrasında anlaşmalı veya kendi bünyesinde bulunan uçuş okulunda eğitim aldırması, silahlı kuvvetlerin personeli arasından yaptığı seçim sonrası eğitim vermesi ve çalışmanın da konusu olan özel uçuş okulları tarafından verilen eğitim görülmektedir. Pilotaj eğitimini kendi imkanları ile karşılayan pilot adaylarının uçuş okulu seçiminde uçuş okulu eğitim programına daha fazla dikkat ettikleri tespit edilmiştir.

Uçuş okullarının pazarlama planlarını belirleme ve uygulama aşamasında pilot adayları öğrenci gözüyle düşünmesinde yarar vardır. Uçuş okullarının; araştırmada tespit edilen uçuş okulu seçim kararını etkileyen faktörlere önem vermeleri, okulların faaliyetlerini sürdürmelerinde ve karlılığını arttırmalarında olumlu katkılar sunacaktır. Böylelikle tespit edilen bu kriterlere uygun pazarlama politikası uygulayan uçuş okulları, öğrenciler için fark yaratmayan pazarlama çabalarında bulunmayarak pazarlama maliyetlerini düşürebileceklerdir. Aynı zamanda pilotluk mesleğini sadece kariyer / para olarak görmeyen, uçmayı tutku olarak gören bireylerin pilot olarak sektöre kazandırılmasının mezunların iş bulma oranlarını arttıracacağı gibi mesleğin itibarının korunmasına da fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Pilot seçimi ile ilgili çalışmaların genellikle askeri havacılıkta olması, dünyada çok sınırlı Türkiye'de ise daha önce yapılmamış olması çalışma hakkında literatürü sınırlandırmaktadır. Araştırma evreninin tam belirli olmaması (uçuş okulundan mezun pilot sayısı ve okullara kayıtlı öğrenci sayısı hakkında resmi bilgiler paylaşılmamaktadır), bu konuda havacılık otoritesi olan SHGM'nin paylaşımcı olmaması, bazı uçuş okullarının yapılan araştırmaya katılım göstermemesi, pilotların mesleki olarak yoğun bir tempoda çalışıyor olmalarından kaynaklı olarak ankete katılmaya çok istekli olmamaları gibi sebeplerle katılımcı sayısı 168 ile sınırlı kalmıştır. Daha fazla katılımcı dahil olduğu araştırmaların yapılması sonucu daha kapsamlı bilgilere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Etik Kurul Onayı

Bu araştırmaya Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik

Kurulu'nun 24.12.2020 tarih ve 78 sayılı onay kararı sonrasında başlanmıştır.

Kaynaklar

- [1] ICAO, "Member States Multilingual", <https://www.icao.int/MemberStates/Member%20States.Multilingual.pdf>. [Erişim Tarihi: 13-Ekim-2020].
- [2] SHGM, "Tarihçe", <http://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/1--tarihce#:~:text=%C4%B0lk%20Sivil%20Hava%20Ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20ise,ve%20ta%C5%9F%C4%B1ma%20yapmak%20%C3%BCzere%20g%C3%B6revlendirilmi%C5%9Ftir.> [Erişim Tarihi: 18-Kasım-2020].
- [3] R. Schiller, "The curious origins of airline deregulation: Economic deregulation and the American left," *Business History Review*, 93(4), 729-753, 2019.
- [4] İ. Sağbaş and E. Çelik, "Türk sivil havayolu taşımacılığında regülasyonların sektöre etkisi (2003-2017)," *Maliye Dergisi*, (176), 152-171, 2019.
- [5] SHGM, "Faaliyet Raporu 2020," <http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/faaliyet/2020.pdf>. [Erişim Tarihi: 18-Eylül-2020].
- [6] BOEING, "Commercial Market Outlook 2020-2039," https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/market/assets/downloads/2020_CMO_PDF_Download.pdf. [Erişim Tarihi: 26-Ağustos-2021].
- [7] AIRBUS, "Airbus' Global Market Forecast," <https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html>. [Erişim Tarihi: 26-Ekim-2020].
- [8] G. Sarkane and B. Sloka, "Factors influencing the choice of higher education establishment for marketing strategies of higher education," *Economics and Business*, 27(1) 76-80, 2015.
- [9] M. James-MacEachern and D. Yun, "Exploring factors influencing international students' decision to choose a higher education institution: A comparison between Chinese and other students," *International Journal of Educational Management*, 31(3), 343-363, 2017.
- [10] A.N.M. Saif, N. Nipa and M.A. Siddique, "Assessing the factors behind choosing universities for higher education: A case of Bangladesh," *Global Journal of Management and Business Research*, 16 (11), 45-51, 2016.
- [11] W. K. Kershner, *The Flight Instructor's Manual*. 2nd Edition, Iowa, Iowa State Press, 1972.
- [12] G. Aguilar, "Service quality and its link to student pilot retention in general aviation flight training: A pilot study". http://www.pilottrainingreform.org/documents/Aguilar_Student_Pilot_Retention.pdf. [Erişim Tarihi: 10-Ekim-2020].
- [13] A.M. Pampaloni, "The influence of organizational image on college selection: what students seek in institutions of higher education," *Journal of Marketing for Higher Education*, 20 (1), 19-48, 2010.
- [14] Salem, O. (2020). "Social media marketing in higher education institutions", *SEA-Practical Application of Science*, 8(23), 191-196, 2020.
- [15] J. Jin, "An examination of student pilot school choice factors for flight schools in california," *Doctoral Thesis*, California School of Management and Leadership Alliant International University, 2019.
- [16] ISWAP, *International Society of Women Airline Pilots 2021*, <https://isa21.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-ISA21-Graphs.pdf> [Erişim Tarihi: 28-Ekim-2021].

Havayolu Stratejik İşbirliklerinde Veri Zarflama Analizi ile Finansal Performansın İncelenmesi

Veysi ASKER^{1*} 

¹ Dicle Üniversitesi, Sivil Havacılık yüksekokulu, Havacılık Yönetimi Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

Özet

Bu çalışmanın amacı, Uluslararası havayolu işbirlikleri olarak kabul edilen Star Alliance, SkyTeam ve Oneworld gruplarına üye olan toplam 31 havayolu işletmesinin 2016-2019 dönemine ait finansal performansının veri zarflama analizi ile incelenmesi ve havayolu stratejik işbirliklerinin etkinlik değerleri açısından kendi içerisinde karşılaştırılmasıdır. Bununla birlikte havayolu stratejik işbirliklerinin Covid-19 salgını öncesi dönemdeki finansal performansının araştırılmasıdır. Araştırmanın sonucunda 2016-2017 döneminde tüm havayolu stratejik işbirliklerinde etkinliğin arttığı görülürken 2017-2018 döneminde ise azaldığı görülmüştür. 2018-2019 döneminde ise Star Alliance grubunda etkinliğin azalmaya devam ettiği görülürken Oneworld ve SkyTeam gruplarında ise etkinliğin tekrar arttığı görülmüştür. Star Alliance grubuna üye olan Aegean Airlines ve United Continental işletmelerinin, SkyTeam grubuna üye olan Delta Airlines işletmesinin ve Oneworld grubuna üye olan Alaska Airlines ile Japan Airlines işletmelerinin tüm dönem boyunca etkin olduğu tespit edilmiştir. Star Alliance grubuna üye olan 6 havayolu işletmesinin, SkyTeam ve Oneworld grubuna üye olan 3 havayolu işletmesinin tüm dönem boyunca etkin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, Finansal Performans, Havayolu Stratejik İşbirlikleri, Veri Zarflama Analizi

Investigation of Financial Performance in Airline Strategic Alliances with Data Envelopment Analysis

Abstract

The aim of this study is to examine the financial performance of a total of 31 airline companies, which are members of Star Alliance, SkyTeam and Oneworld groups, which are accepted as international airline alliances, for the period of 2016-2019, with data envelopment analysis and to compare the airline strategic alliances in terms of their efficiency values. In addition, it is an investigation of the financial performance of airline strategic alliances in the period before the Covid-19 outbreak. As a result of the research, it was seen that the efficiency of all airline strategic cooperation increased in the 2016-2017 period, while it decreased in the 2017-2018 period. In the 2018-2019 period, it was observed that the efficiency continued to decrease in the Star Alliance group, while the efficiency increased again in the Oneworld and SkyTeam groups. It has been determined that Aegean Airlines and United Continental companies, members of the Star Alliance group, Delta Airlines, members of the SkyTeam group, and Alaska Airlines and Japan Airlines, members of the Oneworld group, were efficiency throughout the entire period. It was observed that 6 airline companies that are members of Star Alliance group, 3 airline companies that are members of SkyTeam and Oneworld group were not efficiency during the whole period.

Keywords: Efficiency, Financial Performance, Airline Strategic Alliances, Data Envelopment Analysis.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Veysi Asker veysi-asker@outlook.com

Citation/Alıntı: Asker V. (2021). Havayolu Stratejik İşbirliklerinde Veri Zarflama Analizi ile Finansal Performansın İncelenmesi. J. Aviat. 5 (2), 181-191.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-8969-7822>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.988297>

Gelis/Received: 29 Ağustos 2021 **Kabul/Accepted:** 18 Kasım 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

1. Giriş

Son yıllarda teknoloji alanında yaşanan gelişmeler, sosyal, ekonomik ve politik alanda birçok değişimin yaşanmasına öncülük etmiştir. Bu durum işletmelerin dış çevre ile olan etkileşimini arttırarak dünya ekonomisinin küreselleşmesine neden olmuştur. Küreselleşme ile birlikte dünya ekonomisinde yoğun bir rekabet ortamı oluşmuştur. İşletmeler rekabetin arttığı yeni dünya düzeninde hayatta kalabilmek ve faaliyetlerini sürdürebilmek adına çeşitli stratejiler geliştirmek zorunda kalmışlardır. Bu yeni dönem birçok sektörü etkilediği gibi hava taşımacılığı sektörünü de etkilemiştir. Hava taşımacılığı sektöründe faaliyet gösteren işletmeler yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmek, sistematik ve sistematik olmayan risklere karşı mücadele edebilmek ve mevcut risklerini minimize etmek adına iş birliği içerisinde hareket etmek zorunda kalmışlardır [1]. Bu stratejik iş birliklerinin en yaygın olanı birçok havayolu işletmesinin bir araya gelerek kurmuş olduğu havayolu stratejik işbirlikleridir.

Havayolu stratejik işbirlikleri, işbirliğine üye olan havayolu işletmelerinin ağ yapısını genişleterek daha fazla noktaya ulaşmasını sağlamakta ve bunun sonucunda havayolu işletmelerinin işlem maliyetlerini ve riskini azaltarak daha fazla kâr elde etmesini sağlamaktadır. Söz konusu avantajlardan yararlanmak isteyen havayolu işletmeleri havayolu stratejik işbirliklerine üye olmak istemektedirler [2]. Günümüzde hava taşımacılığı pazarında havayolu işletmelerinin üye olduğu üç büyük küresel havayolu işbirliği bulunmaktadır. Bu havayolu işbirlikleri; Star Alliance, SkyTeam ve Oneworld şeklinde sıralanabilmektedir. Söz konusu havayolu stratejik işbirliklerine ilişkin güncel veriler Tablo 1’de verilmiştir.

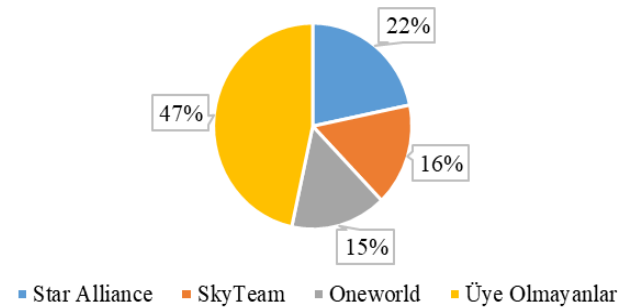
Tablo 1. Dünyanın En Büyük Havayolu İşbirliklerinin Genel Durumu

	Star Alliance	SkyTeam	Oneworld
Üye Sayısı	28	19	14
Kuruluş Tarihi	1997	2000	1999
Yıllık Yolcu Sayısı (Milyon)	762	676	548
Filo Büyüklüğü	5033	3054	3553
Günlük Uçuş Sayısı	19100	15445	13100
Çalışan Sayısı	443703	392155	493650
Uçulan Ülke Sayısı	195	170	161

Kaynak: www.staralliance.com, www.oneworld.com, www.skyteam.com (2020)

Havayolu işletmeleri, ağ yapısını sorunsuz bir hale getirmek, pazar paylarını arttırmak, diğer havayolu işletmeleri ile riski paylaşmak ve maliyetleri azaltmak amacıyla küresel havayolu işbirliklerine üye olmaktadır. Küresel havayolu işbirlikleri sayesinde havayolu işletmeleri yolcularını uçuş gerçekleştirmedikleri noktalara diğer havayolu işletmeleri sayesinde uçurabilmekte ve böylece kesintisiz bir uçuş ağ yapısına sahip olabilmektedirler [3].

Havayolu Stratejik İşbirliklerinin Pazar Payları



Şekil 1. Havayolu Stratejik İş birliklerinin 2019 Yılına Ait Pazar Payları (Airline Business 2020, s. 41)

Şekil 1’de üç büyük (Star Alliance, SkyTeam, Oneworld) küresel havayolu işbirliğinin pazar

payları ile herhangi bir küresel havayolu işbirliğine üye olmayan havayolu işletmelerinin toplam pazar payları gösterilmektedir. Buna göre küresel havayolu işbirliklerinin toplam pazar payları % 53' tür.

Bu çalışmanın amacı, havayolu stratejik işbirliklerine üye olan toplam 31 havayolu işletmesinin 2016-2019 dönemine ait finansal açıdan performansının veri zarflama analizi ile incelenmesi ve havayolu işbirliklerinin etkinlik değerleri açısından kendi içerisinde karşılaştırılmasıdır. Bununla birlikte havayolu işbirliklerinin Covid-19 salgını öncesi dönemdeki finansal performansının araştırılmasıdır. Bu çalışmayı, alanyazında yer alan benzer çalışmalardan ayıran bazı özellikler bulunmaktadır. Bu özellikler; havayolu stratejik işbirliklerine üye olan havayolu işletmelerinin finansal etkinlik açısından analiz edilmesi ve havayolu işbirliklerinin Covid-19 salgını öncesi dönemdeki finansal performansının incelenmiş olmasıdır.

Araştırmanın ilerleyen bölümlerinde alanyazında yapılmış olan benzer çalışmalardan bahsedilmiş sonrasında veri zarflama analizi anlatılmıştır. Daha sonraki bölümlerde analize dahil edilen karar verme birimleri ile değişkenler hakkında ayrıntılı bir biçimde bilgi verilmiş ve analizin uygulanış biçiminden bahsedilmiştir. Son bölümde ise etkinlik ölçümü sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

2. Literatür

İşletmelerin büyümelerinde ve yaşamlarını devam ettirmelerinde oldukça önemli bir yere sahip olan finansal performans konusu diğer birçok sektörde olduğu gibi hava taşımacılığı sektöründe de hayati bir öneme sahip olmaktadır. Bundan dolayı hava taşımacılığı ile ilgili alanyazında finansal performansla ilgili yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin Chuang vd., yapmış olduğu çalışmada, Asya merkezli faaliyet gösteren 6 havayolu işletmesinin 1992-2000 dönemine ait hisse senedi performansını karşılaştırmıştır [4]. Wang, Tayvan ve Çin merkezli faaliyet gösteren 3 havayolu işletmesinin 2001-2005 dönemine ait finansal performansını bulanık TOPSIS ve gri ilişkisel analiz yöntemleri ile incelemiştir [5]. Pires ve Fernandes, Amerika merkezli faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin 2001-2002 dönemindeki finansal performansını

veri zarflama analizi ile malmquist toplam faktör verimliliği endeksi yöntemleri aracılığı ile karşılaştırmıştır [6]. Lee ve Hooy, Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika merkezli faaliyet gösteren bazı havayolu işletmelerinin maruz kalmış oldukları sistematik risk açısından finansal performanslarını incelemiştir [7]. Lin, Dünyanın çeşitli bölgelerinde faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin etkinliklerini hem müşteri ilişkileri açısından hem de finansal açıdan karşılaştırmıştır [8]. Teker vd., 20 havayolu işletmesinin 2011-2014 dönemine ait finansal performansını harmonik endeks yöntemi aracılığı ile incelemiştir [9]. Bourjade vd., finansal kiralama işleminin kârlılık üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla finansal kiralama işlemi gerçekleştiren 73 havayolu işletmesinin 1996-2011 dönemine ait finansal performansını karşılaştırmıştır [10]. Wang vd., dünyanın çeşitli bölgelerinde faaliyet gösteren 49 havayolu işletmesinin finansal açıdan etkinliğini dinamik veri zarflama analizi aracılığı ile incelemiştir [11]. Pineda vd., 8 havayolu işletmesinin 2005-2014 dönemine ait finansal performansını Dematel temelli ANP (DANP) ve VIKOR yöntemleri aracılığı ile karşılaştırmıştır [12]. Renold vd., farklı iş modelini uygulayan ve uzun menzilli uçuş faaliyeti gerçekleştiren havayolu işletmelerinin finansal performansına etki eden faktörleri incelemiştir [13]. Zuidberg, Geleneksel iş modelini uygulayan bir havayolu işletmesi ile düşük maliyetli iş modelini uygulayan bir havayolu işletmesinin finansal performansını finansal oranlar aracılığı ile karşılaştırmıştır [14]. Kiracı, 15 havayolu işletmesinin 2003-2014 dönemine ait finansal performansını MACBETH, MABAC ve trend analizi yöntemleri ile incelemiştir [15]. Alıcı ve Sevil, havayolu işletmelerinin içsel finansal faktörleri ile hisse senetleri arasındaki ilişkiyi panel veri analizi yöntemi aracılığı ile araştırmıştır [16]. Asker ve Aydın, farklı iş modelini uygulayan toplam 54 havayolu işletmesinin 2010-2017 dönemine ait finansal performansını veri zarflama analizi ile karşılaştırmış ve finansal performans üzerinde etkili olan faktörleri tobit regresyon modeli aracılığı ile tahmin etmiştir [17].

Hava taşımacılığı sektöründe etkinlik ölçümü ile ilgili alanyazın çalışmalarına bakıldığında bazı çalışmaların havayolu stratejik işbirliklerini konu aldığı görülmektedir. Örneğin; Kuzminykh ve Zufan, yapmış oldukları çalışmada Havayolu

stratejik iş birliklerine üye olan 65 havayolu işletmesinin 2003-2012 dönemine ait finansal performansını etkileyen faktörleri panel veri analizi yöntemi ile araştırmışlardır. [18]. Kanbur ve Karakavuz, üç büyük (Star Alliance, Skyteam, Oneworld) havayolu stratejik işbirliğinin stratejik ve finansal yönetim açısından performansını SWOT analizi aracılığı ile incelemişlerdir [19]. Min ve Joo, havayolu stratejik ittifaklarına üye olan 44 ve üye olmayan 15 havayolu işletmesinin 2006-2010 dönemine ait operasyonel açıdan etkinliğini VZA yöntemi aracılığı ile karşılaştırmıştır [20]. Yu vd., havayolu stratejik işbirliğine üye olan 30 havayolu işletmesinin 2009-2012 dönemine ait operasyonel açıdan performansını ilk aşamada dinamik veri zarflama analizi ile incelemiş ikinci aşamada ise operasyonel performansı etkileyen faktörleri truncated regresyon modeli ile tahmin etmişlerdir [21]. Kottas ve Madas, stratejik işbirliklerine üye olan 23 havayolu işletmesi ile havayolu stratejik işbirliklerine üye olmayan 7 havayolu işletmesinin operasyonel açıdan performansını veri zarflama analizi aracılığı ile incelemiştir [22]. Kiracı, havayolu stratejik ittifaklarına üye olan 20 havayolu işletmesinin stratejik ittifaklara üye olmadan önceki ve üye olduktan sonraki finansal performansını Critic temelli TOPSIS ve trend analizi yöntemi aracılığı ile karşılaştırmıştır [23]. Kiracı ve Bakır, Star Alliance havayolu stratejik işbirliğine üye olan 12 havayolu işletmesinin 2015-2017 dönemine ait finansal performansını Critic temelli CODAS yöntemi aracılığı ile karşılaştırmıştır [24].

Alan yazında havayolu stratejik işbirliklerinin operasyonel açıdan performanslarının incelenmiş olduğu çok sayıda çalışma olmasına rağmen [20-22] havayolu stratejik işbirliklerinin finansal açıdan performansının incelenmiş olduğu çalışma sayısının çok az olduğu görülmüştür [23-24]. Bundan dolayı üç büyük (Star Alliance, Skyteam, Oneworld) havayolu stratejik işbirliklerinin finansal performansının VZA aracılığı ile incelenmiş olduğu bu çalışmanın bu yönüyle alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. Veri Zarflama Analizi

Etkinlik ölçümü ile ilgili yapılmış çalışmalarda sıklıkla kullanılan veri zarflama analizi ilk olarak 1957 yılında Farell tarafından geliştirilmiş olan sınır

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımını baz alan CCR modeli, veri zarflama analizinde kullanılan ilk

üretim fonksiyonu önerisi ile ortaya atılmıştır [25]. İlk orijinal veri zarflama analizi ise Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilmiştir [26]. Veri zarflama analizi benzer mal ve hizmet üreten ve çok sayıda girdi ve çıktı değişkenine sahip olan karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin karşılaştırılması aşamasında kullanılan bir analiz tekniğidir [27]. Bununla birlikte veri zarflama analizi tekniği farklı ölçeklere sahip girdi ve çıktı değişkenlerinin ait olduğu karar verme birimlerinin karşılaştırılmasının güç olduğu durumlarda da kullanılabilir [28].

Etkinlik ölçümü aşamasında parametrik yöntemlere nazaran daha çok tercih edilen veri zarflama analizi aynı sektörde faaliyet gösteren işletmelerin veya benzer amaçları olan kurum ve kuruluşların etkinlik ölçümü aşamasında kullanılmaktadır. Örneğin bir işletmenin veya bir bankanın şubelerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi aşamasında veri zarflama analizi tekniği kullanılabilir [29].

Veri zarflama analizi tekniği, belirli bir üretim fonksiyonuna ihtiyaç duymadan çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanarak karar verme birimlerinin etkinliğini ölçen ve parametrik olmayan bir ölçüm yöntemidir [30]. Bunun yanı sıra veri zarflama analizi, regresyon analizinin uygulanmadığı durumlarda karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçebilen bir ölçüm tekniğidir [31].

Veri zarflama analizi, benzer özelliklere sahip olan karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerini girdi ve çıktı değişkenleri aracılığı ile ölçebilen ve bu etkinlik ölçümü sonucunda en iyi etkinlik değerine sahip olan karar verme birimine göre etkinlik sınırını belirleyen ve diğer karar verme birimlerinin bu etkinlik sınırına olan uzaklığını hesaplayabilen bir yöntemdir [32].

Veri zarflama analizi, ilk olarak toplam etkinliği ölçen CCR modelinin kullanılmasından sonra takip eden yıllarda gerek metodolojik gerekse teorik açıdan hızlı bir gelişim ve dönüşüm dönemine girmiştir [33]. İlk olarak 1984 yılında CCR modeline $\sum_{j=1}^n \beta_j = 1$ konvekslik kısıtının eklenmesi ile teknik ve ölçek etkinliğini ayrı ayrı ölçebilen BCC modeli geliştirilmiştir [26].

3.1. CCR Modeli

model olma özelliği taşımaktadır. CCR modeli aracılığı ile karar verme birimlerinin toplam etkinlik

değerleri hesaplanabilmekte ve etkinsizliğe neden olan faktörler tesbit edilebilmektedir [34]. CCR modelinin matematiksel yapısı aşağıda ifade edilmiştir [35].

$$Q_k = \max \left(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \quad (1)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \beta_j - S_i^- - \beta_j Y_k = 0 \quad (3)$$

$$r = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, n = 1, \dots, m$$

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0$$

3.2. BCC Modeli

Ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan ve karar verme birimlerinin teknik ve ölçek etkinliğini ayrı ayrı ölçebilen BCC modeli, Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilmiştir [36]. Model CCR modeline kovenkslik kısıtının eklenmesi sonucunda elde edilmiştir. BCC modelinin matematiksel formülü aşağıda yer almaktadır [37]:

$$E_o = \text{Max} \left(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \right) \quad (4)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \beta_j - \theta Y_{rk} - S_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, p \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 1 \quad (7)$$

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_i^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, p$$

4. Ampirik Bulgular

Bu çalışmada, havayolu stratejik ittifaklarına (Star Alliance, SkyTeam ve Oneworld) üye olan toplam 31 havayolu işletmesinin 2016-2019 dönemine ait finansal açıdan etkinlik ölçümü veri zarflama analizi tekniği aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Havayolu işletmelerine ait finansal veriler Thomson Reuters Data Stream veri tabanından elde edilerek analize dâhil edilmiştir. İlgili havayolu işletmelerinin etkinlik analizi aşamasında Deap 2.1 yazılım programından faydalanılmıştır.

Tüm etkinlik ve verimlilik analizlerinde olduğu gibi veri zarflama analizinde de girdi ve çıktı değişkenlerinin doğru seçilmesi analizin başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu açıdan analize dahil edilecek girdi ve çıktı değişkenlerinin kendi içinde uyumlu olması ve karar verme biriminin etkinlik durumunu en iyi şekilde yansıtacak değişkenler arasından seçilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı değişkenler seçilmeden önce değişkenler arasında korelasyon analizi gerçekleştirilerek aralarında yüksek korelasyon bulunan değişkenlerden biri elenebilmektedir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında girdi ve çıktı değişkeni olarak kullanılan finansal verilere korelasyon analizi uygulanmıştır. Çalışmada yer alan finansal değişkenlere ait tanımlayıcı istatistik ve korelasyon analizi tablosu EK A-B’de yer almaktadır.

Çalışma kapsamında kullanılan finansal değişkenlerin seçim aşamasında alanyazında yapılmış olan benzer çalışmalardan faydalanılmıştır [6, 9, 11-13, 15,17, 38-43]. Analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Açıklama
Dönen Varlıklar	Havayolu işletmelerinin sahip olduğu dönen varlıkların toplamı
Duran Varlıklar	Havayolu işletmelerinin sahip olduğu duran varlıkların toplamı
Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Havayolu işletmelerinin kısa vadede kullanmış olduğu kaynaklar
Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar	Havayolu işletmelerinin uzun vadede kullanmış olduğu kaynaklar
Çıktı Değişkenleri	Açıklama
Net Kâr	Havayolu işletmelerinin elde etmiş olduğu net kar miktarı
Net Satışlar	Havayolu işletmelerinin yapmış olduğu satış toplamı
Pazar Değeri	Havayolu işletmelerinin pazar (piyasa) değerleri

Havayolu işbirliklerine üye olan havayolu işletmelerinin etkinlik ölçümü VZA'nın hem BCC hem de CCR modelleri aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. BCC modeli ile ilgili havayolu işletmelerinin teknik etkinlik değerleri ölçülebilirken CCR modeli ile ilgili havayolu işletmelerinin toplam etkinlik değerleri ölçülebilmektedir.

Havayolu ulaştırma sektöründe VZA'nın kullanılmış olduğu çalışmalarda uygulanacak olan modelin seçiminde iki farklı görüşün savunulduğu görülmüştür. İlk görüşe göre sabit maliyetlerin yüksek olduğu hava taşımacılığı sektöründe girdi maliyetlerini azaltmanın kolay olmadığı ve bundan dolayı etkinliğini arttırmak isteyen havayolu işletmelerinin çıktı değişkenleri üzerinde değişiklikler gerçekleştirerek bunu

başarabilecekleri ifade edilmekte ve bu doğrultuda çıktı odaklı modelin kullanılması gerektiği savunulmaktadır [44-46]. Diğer görüşe göre ise hava ulaştırma sektöründeki işletmelerin çıktı değişkenlerini arttırmalarının kolay olmadığı belirtilmekte ve bu doğrultuda etkinliğini arttırmak isteyen havayolu işletmelerinin girdi değişkenleri üzerinde değişiklikler gerçekleştirerek bunu başarabilecekleri ve bundan dolayı girdi odaklı modelin kullanılması gerektiği ifade edilmektedir [47-49]. Bu çalışmada ilk görüş doğrultusunda çıktı odaklı modelin kullanılması tercih edilmiştir.

Çalışma kapsamında Star Alliance, SkyTeam ve Oneworld Grubuna üye olan havayolu işletmelerinin etkinlik değerleri Tablo 3-5'te verilmiştir.

Tablo 3. Star Alliance Grubunun Etkinlik Değerleri

	2016		2017		2018		2019	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
HAVAYOLLARI								
AEGEAN AIRLINES	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
AIR CANADA	0.854	0.938	1.000	1.000	0.920	0.996	0.875	0.935
AIR CHINA	1.000	1.000	1.000	1.000	0.986	0.986	0.942	0.946
AIR NEW ZEALAND	0.633	0.635	0.721	0.741	0.683	0.686	0.714	0.719
ALL NIPPON AIRWAYS	0.898	0.934	0.880	0.945	0.908	0.923	0.943	1.000
ASIANA AIRLINES	0.888	0.985	0.946	1.000	0.872	0.880	0.767	0.801
AVIANCA	0.826	0.908	0.741	0.756	0.682	0.708	0.540	0.563
COPA AIRLINES	0.944	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
EVA AIRWAYS	0.618	0.620	0.729	0.732	0.783	0.790	0.693	0.708
LUFTHANSA	0.767	1.000	0.908	1.000	0.955	1.000	0.768	1.000
SAS	0.945	1.000	0.976	0.980	0.869	0.893	1.000	1.000
SINGAPORE AIRLINES	1.000	1.000	0.836	0.893	0.886	0.934	0.723	0.788
THAI AIRWAYS	0.643	0.665	0.702	0.723	0.704	0.719	0.705	0.712
TÜRK HAVA YOLLARI	0.540	0.573	0.733	0.739	0.671	0.671	0.692	0.705
UNITED CONTINENTAL	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ORTALAMA	0.837	0.883	0.878	0.900	0.861	0.879	0.824	0.858

Tablo 3'e göre veri zarflama analizi aracılığı ile gerçekleştirilen etkinlik ölçümü sonucunda Star Alliance grubuna üye olan havayolu işletmeleri içerisinde Aegean Airlines işletmesi ile United Continental işletmesinin tüm dönem boyunca etkin olduğu tespit edilmiştir. Air New Zealand, Asiana Airlines, Avianca, Eva Airways, Thai Airways ve Türk Hava Yolları işletmelerinin tüm dönem boyunca etkinlik sınırının altında kaldıkları görülmüştür. Air Canada işletmesinin sadece 2017 yılında, Air China işletmesinin 2016-2017 döneminde, Copa Airlines işletmesinin 2017-2019 döneminde, SAS işletmesinin sadece 2019 yılında ve Singapore Airlines işletmesinin ise sadece 2016

yılında etkinlik sınırına ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca All Nippon Airways işletmesinin 2019 yılında, Copa Airlines işletmesi ile SAS işletmesinin 2016 yılında ve Lufthansa işletmesinin ise tüm dönem boyunca BCC modeli açısından etkin olduğu görülürken CCR modeli açısından etkin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4. SkyTeam Grubunun Etkinlik Değerleri

	2016		2017		2018		2019	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
HAVAYOLLARI								
AEROFLOT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.913	0.958
AEROMEXICO	0.731	0.755	0.704	0.713	0.751	0.766	0.734	0.771
AIR FRANCE - KLM	0.783	1.000	0.758	1.000	0.675	0.874	0.688	0.935
CHINA AIRLINES	0.651	0.677	0.794	0.805	0.749	0.756	0.704	0.726
CHINA EASTERN AIRLINES	1.000	1.000	0.952	0.962	1.000	1.000	1.000	1.000
DELTA AIRLINES	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
GARUDA INDONESIA	0.897	0.912	1.000	1.000	0.758	0.773	1.000	1.000
KOREAN AIR LINES	0.633	0.643	0.661	0.671	0.573	0.578	0.622	0.629
VIETNAM AIRLINES	0.723	0.771	0.882	0.897	0.994	1.000	1.000	1.000
ORTALAMA	0.824	0.862	0.861	0.894	0.833	0.860	0.851	0.891

Tablo 4'e göre VZA aracılığı ile gerçekleştirilmiş olan etkinlik ölçümü sonucunda SkyTeam grubuna üye olan havayolu işletmeleri içerisinde Delta Airlines işletmesinin tüm dönem boyunca etkinlik sınırına ulaştığı görülürken Aeromexico, China Airlines ve Korean Airlines işletmelerinin ise tüm dönem boyunca etkinlik sınırının altında kaldığı görülmüştür. Aeroflot işletmesinin 2016-2018 döneminde, China Eastern Airlines işletmesinin

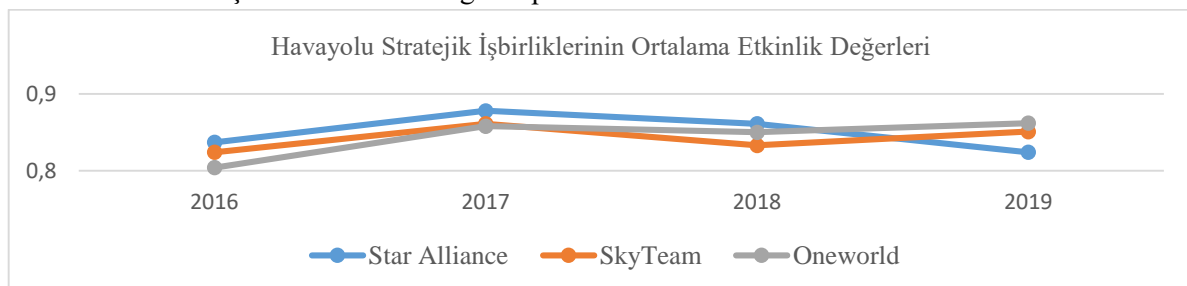
2016, 2018 ve 2019 yıllarında, Garuda Indonesia işletmesinin 2017 ve 2019 yıllarında ve Vietnam Airlines işletmesinin ise sadece 2019 yılında her iki model açısından da etkin olduğu tespit edilmiştir. Air France- KLM işletmesinin 2016-2018 döneminde ve Vietnam Airlines işletmesinin 2018 yılında sadece BCC modeli açısından etkin olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Oneworld Grubunun Etkinlik Değerleri

	2016		2017		2018		2019	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
HAVAYOLLARI								
ALASKA AIRLINES	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ROYAL JORDANIAN	0.697	1.000	0.900	1.000	0.858	1.000	0.806	1.000
AMERICAN AIRLINES	0.890	1.000	0.962	1.000	0.854	1.000	1.000	1.000
CATHAY PACIFIC	0.678	0.688	0.720	0.729	0.704	0.706	0.719	0.719
FINNAIR	0.617	0.640	0.622	0.645	0.672	0.679	0.796	0.810
JAPAN AIRLINES	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
QANTAS AIRWAYS	0.749	0.749	0.803	0.806	0.866	0.867	0.716	0.752
ORTALAMA	0.804	0.868	0.858	0.882	0.850	0.893	0.862	0.897

Tablo 5'e göre VZA aracılığı ile yapılmış olan etkinlik analizi sonucunda Alaska Airlines işletmesi ile Japan Airlines işletmesinin tüm dönem boyunca etkin olduğu tespit edilirken Cathay Pasific, Finnair ve Qantas Airways işletmelerinin ise tüm dönem boyunca etkin olmadığı görülmüştür. American Airlines işletmesinin sadece 2019 yılında hem CCR hem de BCC modeli açısından etkin olduğu tespit

edilmiştir. Royal Jordanian işletmesinin 2016-2019 döneminde ve American Airlines işletmesinin 2015-2018 döneminde sadece BCC modeli açısından etkin çıktığı görülmüştür. Havayolu Stratejik İşbirliklerinin 2016-2019 dönemine ait ortalama etkinlik değerleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Havayolu Stratejik İşbirliklerinin Ortalama Etkinlik Değerleri

Şekil 2’de görüldüğü gibi üç büyük havayolu stratejik iş birliğinin finansal açıdan ortalama etkinlik değerlerinin 2016-2017 döneminde arttığı görülürken 2017-2018 azaldığı görülmüştür. 2018-2019 döneminde Oneworld ve SkyTeam gruplarında bir toparlanma olduğu görülürken Star Alliance grubunda ise ortalama etkinliğin düştüğü tespit edilmiştir.

5. Sonuç

Bu çalışmada üç büyük stratejik iş birliğine (Star Alliance, SkyTeam, Oneworld) üye olan havayolu işletmelerinin finansal açıdan performansının karşılaştırılması amacıyla toplam 31 havayolu işletmesinin 2016-2019 dönemine ait etkinlik ölçümü veri zarflama analizi tekniği aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Etkinlik ölçümü sonucunda Star Alliance grubuna üye olan havayolu işletmeleri içerisinde 2 havayolu işletmesinin (Agean Airlines, United Continental) tüm dönem boyunca etkin olduğu görülürken 6 havayolu işletmesinin (Airnewzealand, Asiana airlines, Avianca, Ewa Airways, Thai Airways, Türk Hava Yolları) ise tüm dönem boyunca etkin olmadığı görülmüştür. SkyTeam grubuna üye olan havayolu işletmeleri içerisinde 1 havayolu işletmesinin (Delta Airlines) tüm dönem boyunca etkin olduğu, 3 havayolu işletmesinin (Aeromexico, China Airlines, Korean Airlines) ise tüm dönem boyunca etkin olmadığı tespit edilmiştir. Oneworld grubuna üye olan havayolu işletmeleri içerisinde ise 2 havayolu işletmesinin (Alaska Airlines, Japan Airlines) tüm dönem boyunca etkin olduğu, 3 havayolu işletmesinin (Cathay Pasific, Finnair, Qantas Airways) ise tüm dönem boyunca etkin olmadığı görülmüştür.

Star Alliance grubunda Lufthansa işletmesinin 2016 yılında, Thai Ariways işletmesinin 2017 yılında, Türk Havayolları işletmesinin 2018 yılında ve Avianca işletmesinin 2019 yılında en kötü performansa sahip işletmeler olduğu tespit edilmiştir. SktyTeam grubunda Korean Airlines işletmesinin tüm dönem boyunca en kötü performansa sahip işletme olduğu görülürken Oneworld grubunda ise 2016-2018 döneminde Finnair işletmesinin 2019 yılında ise Cathay Pasific işletmesinin en kötü performansa sahip işletme olduğu görülmüştür.

Ortalama toplam etkinlik değerleri açısından bakıldığında ise (Şekil 2) 2016-2017 döneminde her

üç havayolu stratejik iş birliğinin etkinlik değerlerinin arttığı, 2017-2018 döneminde azaldığı, 2018-2019 döneminde ise Oneworld ve SkyTeam grubunun toparlanma içerisine girerek etkinliğini arttırdığı ancak Star Alliances grubunun etkinlik değerlerinin azalmaya devam ettiği görülmektedir. Bu durumun nedenleri arasında Star Alliance grubuna üye olan havayolu işletmelerinin büyük ölçekte faaliyet göstermesi ve ölçek büyüklüğünden dolayı değişim ve dönüşümün daha yavaş olmasından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, havayolu stratejik işbirliklerine üye olan havayolu işletmelerinin yöneticilerine elde edilen sonuçları analiz etme ve değerlendirme noktasında yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Havayolu stratejik iş birliklerinin finansal performansının veri zarflama analizi ile incelenmiş olduğu bu çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Bu kısıtlar; Star Alliance grubuna üye olan 28 havayolu işletmesi içerisinde 15, Skyeam grubuna üye olan 19 havayolu işletmesi içerisinde 9 ve Oneworld grubuna üye olan 14 havayolu işletmesi içerisinde 7 havayolu işletmesinin analize dâhil edilmesidir. Bununla birlikte finansal performansı yansıtan 4 girdi ve 3 çıktı değişkeninin kullanılması da diğer bir kısıt olarak gösterilebilmektedir. İlerleyen dönemlerde yapılacak olan çalışmalarda tüm havayolu stratejik işbirliklerine üye olan havayolu işletmelerinin finansal, operasyonel ve çevresel performansını yansıtan birçok girdi ve çıktı değişkeni ile havayolu stratejik işbirliklerinin performansı incelenebilir.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

Kaynaklar

- [1] B. Kleyman, and H. Seristö, "Levels of airline alliance membership: balancing risks and benefits", *Journal of Air Transport Management*, 7(5), 303-310, 2001.
- [2] C. F. Goetz, and A. H. Shapiro, "Strategic alliance as a response to the threat of entry: evidence from airline codesharing", *International Journal of Industrial Organization*, 30(6), 735-747, 2012.
- [3] B.-S. Teng, "Collaborative advantage of strategic alliances: value creation in the value

- net", *Journal of General Management*, 29(2), 1-22, 2003.
- [4] I.-Y. Chuang, Y.-C. Chiu, and C. E. Wang, "The performance of asian airlines in the recent financial turmoil based on VAR and modified sharpe ratio", *Journal of Air Transport Management*, 14(5), 257-262. 2008.
- [5] Y.-J. Wang, "Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in taiwan", *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1837-1845, 2008.
- [6] H. M. Pires, and E. Fernandes, "Malmquist financial efficiency analysis for airlines", *Transportation Research Part E*, 48(5), 1049-1055, 2012.
- [7] C.-H. Lee, and C.-W. Hooy, "Determinants of systematic financial risk exposures of airlines in north america, europe and asia", *Journal of Air Transport Management*, 24(5), 31-35, 2012.
- [8] W.-C. Lin, "Financial performance and customer service: an examination using activity-based costing of 38 international airlines", *Journal of Air Transport Management*, 19(1), 13-15, 2012.
- [9] S. Teker, D. Teker, and A. Güner, "Financial performance of top 20 airlines", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 235(3), 603-610, 2016.
- [10] S. Bourjade, R. Huc, and C. M. Vibes, "Leasing and profitability: empirical evidence from the airline industry", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 97(2), 30-46. 2017.
- [11] W.-K. Wang, F. Lin, I. W. Ting, Q. L. Kweh, , W.-M. Lu, and T.-Y. Chiu, "Does asset-light strategy contribute to the dynamic efficiency of global airlines?", *Journal of Air Transport Management*, 62(3), 99-108, 2017.
- [12] P. G. Pineda, J. J. Liou, C.-C. Hsu, and Y.-C. Chuang, "An integrated MCDM model for improving airline operational and financial performance", *Journal of Air Transport Management*, 68(2), 103-117, 2018.
- [13] M. Renold, J. Kualijanin, and M. Kalic, "The comparison of financial performance of airlines with different business model operated in long-haul market", *Transportation Research Procedia*, 43(1), 178-187, 2019.
- [14] J. Zuidberg, "Network geographies and financial performances in low-cost carrier versus network carrier competition: the case of norwegian versus SAS", *Journal of Transport Geography*, 79(4), 1-12, 2019.
- [15] K. Kiracı, "Financial Risk & Financial Performance: The Impact of the Global Financial Crisis on Airlines", *Research in Economics, Econometrics & Finance*, 257-284, 2019.
- [16] A. Alıcı, and G. Sevil, "Analysis of internal financial factors affecting stock price in airline businesses", *The Journal of International Scientific Researches*, 5(28), 28-46, 2020.
- [17] V. Asker, and N. Aydın, "Financial efficiency measurement in airlines and determining factors of efficiency", *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 5(2), 793-814, 2021.
- [18] [18] N. Kuzminykh, and P. Zufan, "Airline alliances and their influence on firm performance", *Procedia Economics and Finance*, 12(1), 329-333, 2014.
- [19] [19] E. Kanbur, ve H. Karakavuz, "Stratejik yönetim kapsamında küresel havayolu işbirliklerinin SWOT analizi", *Journal Of Aviation*, 1(2), 74-86, 2017.
- [20] H. Min, and S.-J. Joo, "A comparative performance analysis of airline strategic alliances using data envelopment analysis", *Journal of Air Transport Management*, 52(3), 99-110, 2016.
- [21] M.-M. Yu, L.-H. Chen, and Chiang, H. "The effects of alliances and size on airlines dynamic operational performance", *Transportation Research Part A*, 7(106), 197-214, 2017.
- [22] A. T. Kottas, and M. A. Maddas, "Comparative efficiency analysis of major international airlines using data envelopment analysis: exploring effects of alliance membership and other operational efficiency determinants", *Journal of Air Transport Management*, 70(5), 1-17, 2018.
- [23] K. Kiracı, "Does joining global alliances affect airlines financial performance", *Contemporary Challenges in Business and Life Sciences*, 39-59, 2019.
- [24] K. Kiracı, and M. Bakır, "Evaluation of airlines performance using an integrated CRITIC and CODAS methodology: the case of star alliance member airlines", *Studies in Business and Economics*, 15(1), 83-99, 2020.
- [25] Y. J. Lee, S.-J. Joo, and H. G. Park, "An application of data envelopment analysis for korean banks with negative data" *Benchmarking: An International Journal*, 24(4), 1052-1064, 2017.
- [26] W. W. Cooper, L. M. Seiford, and J. Zhu, "Handbook on data envelopment analysis

- history, models and interpretations", International Series in Operations Research & Management Science, 164(1), 1-39, 2011.
- [27] P. Lang, R. Yolalan, and O. Kettani, "Controlled envelopment by face extension", Journal of the Operational Research Society, 46(4), 473-491, 1995.
- [28] R. Ramanathan, An Introduction To Data Envelopment Analysis A Tool For Performance Measurement. New Delhi, India: Sage Publications: 2003.
- [29] M. Timor, "Hastane performansını belirlemede veri zarflama analizi", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 30(1), 69-79, 2001.
- [30] E. Pourjavad, and H. Shirouyehzad, "A data envelopment analysis approach for measuring the efficiency in continuous manufacturing lines: a case study" International Journal of Services and Operations Management, 18(2), 142-158, 2014.
- [31] Y. Akan, ve G. Çalmaşur, "Etkinliğin hesaplanmasında veri zarflama analizi ve stokastik sınır yaklaşımı yöntemlerinin karşılaştırılması," Atatürk Üniveristesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi, 25(1), 13-32, 2011.
- [32] H. Zhou, Y. Yi, Y. Chen, and J. Zhu. "Data envelopment analysis application in sustainability: the origins, development and future directions", European Journal of Operational Research, 264(1), 1-16, 2018.
- [33] Z. Başkaya, and B. Avcı Öztürk, "Measuring financial efficiency of cement firms listed in ıstanbul stock exchange via fuzzy data envelopment analysis", Muhasebe ve Finansman Dergisi, 54(3), 175-188, 2012.
- [34] S. J. Weng , T. Wu, J. Blackhurst, and G. Mackulak, "An extended DEA model for hospital performance evaluation and improvement", Health Service Outcomes Research Method, 9(1), 39-53, 2009.
- [35] [35] W. D. Cook, and J. Zhu, Modeling Performance Measurment Application and Implementation Issues in DEA New York, USA: Springer, 2005.
- [36] W. Cooper, L. Seiford, and K. Tone, Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text With Models, Applications References And Dea- Solver Software, Newyork, USA: Springer, 2007.
- [37] A. Elsayed, and N. S. Khalil, "Evaluate and analysis efficiency of safaga port using DEA-CCR, BCC and SBM models–comparison with DP world sokhna", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 245(4), 1-11, 2017.
- [38] Ü. Battal, "Avrupadaki havaalanı grup şirketlerinin finansal performanslarının ölçülmesi: veri zarflama analizi yöntemi", Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(1), 171-184. 2020.
- [39] M. Bakır, Ş. Akan, K. Kiracı, D. Karabasevic, , D. Stanujkic, and G. Popovic, "Multiple-criteria approach of the operational performance evaluation in the airline industry: evidence from emerging market", Romanian Journal of Economic Forecasting, 23(2), 149-172, 2020.
- [40] F. Dayı, and Y. Esmer, "Measuring financial performance of airline passenger transport company in european. 33rd International Academic Conference, ISES, Vienna, 60-71, 2019.
- [41] S. Perçin, and E. Aldalou, "Financial performance evaluation of turkish airline companies using integrated fuzzy AHP fuzzy TOPSIS model", Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 2018(1), 583-598, 2018.
- [42] V. Ömürbek, ve B. Kınay, "Havayolu taşımacılığı sektöründe TOPSIS yöntemiyle finansal performans değerlendirmesi", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3), 343-363, 2013.
- [43] R. Mahesh, and D. Prasad, "Post merger and acquisition financial performnace analysis: a case study of select indian airline companies"., International Journal Of Engineering and Management Sciences, 3(3), 362-369, 2012.
- [44] A. G. Assaf, and A. Josiassen, "The operational performance of UK airlines: 2002-2007," Journal of Economic Studies, 38(1), 5-16, 2011.
- [45] C. Barros, and N. Peypoch, "An evaluation of european airlines' operational performance", International Journal of Production Economics, 122(2), 525-533, 2009.
- [46] D. Bhadra, "Race to the bottom or swimming upstream: performance analysis of US airlines" Journal of Air Transport Management, 15(5), 227-235, 2009.
- [47] V. Sakthidhran, and S. Sivaraman, "Impact of operating cost components on airline efficiency in india: A DEA approach", Asia Pacific Management Review, 23(3), 258-267, 2018.

[48] M.-M. Yu, Y.-C. Chang, and Chen, L.-H. "Measurement of airlines' capacity utilization and cost gap: evidence from low-cost carriers", Journal of Air Transport Management, 53(3), 186-198, 2016.

[49] H. Saranga, and R. Nagpal, "Drivers of operational efficiency and its impact on market performance in the indian airline industry", Journal of Air Transport Management, 53(3), 165-176, 2016.

EK-A. Girdi- Çıktı Değişkenlerine ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Pazar Değeri	Net Kâr	Net Satışlar	Dönen Varlıklar	Duran Varlıklar	K.V.Y.K	U.V.Y.K
Ort	6.161.15	657698	129439	351236	113063	551781	776668
Median	2.892.94	235222	8844141	2369543	242510	3217307	4489232
Maximum	40018.59	4767000	4700700	1266492	4373200	2020400	4150800
Minimum	8.673.00	1.000.00	843208	244856	104452	305696	81477.
Std. Sapma	7.618.10	954933.	1260825	2997880	1067767	5142644.	8362806.
Eğiklik	2.257.36	2.203.89	1.451.85	1.288.25	1.127.94	1.257.62	1.846.20
Basıklık	8.857.38	7.981.50	3.906.18	3.878.11	3.433.07	3.494.70	6.692.44
Toplam	763983.2	8155455	1.61E+1	4.36E+1	1.40E+1	6.84E+1	9.63E+1
Toplam Std. Sapma	7.14E+09	1.12E+1	1.96E+1	1.11E+1	1.40E+1	3.25E+1	8.60E+1
Gözlem Sayısı	124	124	124	124	124	124	124

EK-B. Girdi- Çıktı Değişkenlerine ait Korelasyon Analizi

	Pazar Değ.	Net Kâr	Net Sat.	Dönen V.	Duran V.	K.V.Y.K.	U.V.Y.K.
Pazar Değ.	1	0.804340	0.770350	0.621074	0.718267	0.723060	0.704283
Net Kâr	0.804340	1	0.761018	0.702890	0.680792	0.732409	0.696385
Net Sat.	0.770350	0.761018	1	0.800511	0.796173	0.808403	0.798414
Dönen V.	0.621074	0.702890	0.800511	1	0.684417	0.735848	0.704939
Duran V.	0.718267	0.680792	0.796173	0.684417	1	0.809119	0.806597
K.V.Y.K.	0.723060	0.732409	0.808403	0.735848	0.809119	1	0.791471
U.V.Y.K.	0.704283	0.696385	0.798414	0.704939	0.806597	0.791471	1

COVID-19 Pandemisi Havayollarının Filo Kullanımı Nasıl Etkiledi, Etkileyecek?

Halil SEMERCİOĞLU^{1*} , Hatice Hicret ÖZKOÇ² 

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Dalaman Meslek Yüksekokulu, Muğla, Türkiye

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Muğla, Türkiye

Özet

Küresel çapta krize sebep olan COVID-19 virüsü havayolu kullanımını olumsuz şekilde etkilemiştir. Havayolları, sınırların kapatılmasıyla uçuş yapamaz hale gelmiştir. Kriz sebebiyle yolculuk talebi azalmış, uçuş rotaları kısalmış, uçuş sıklıkları azalmış, kullanılan uçakların ortalama ağırlıkları düşmüştür. Havayolları düşen talep karşısında kullanmadıkları uçaklarını Avrupa'nın dört bir yanında farklı havaalanlarına park etmişlerdir. Her havayolu filo yönetimi konusunda bazı kararlar almış, farklı tercihlerde bulunmuşlardır. İçinde bulunduğumuz pandemi koşulları her havayolunu farklı düzeyde etkilediği düşünülmektedir. Eurocontrol verileri doğrultusunda havayollarının filolarının kullanımlarının incelendiği bu çalışmada, Avrupa hava sahasında en yoğun uçuş trafiği yaratan ve en büyük filoya sahip 10 havayolunun filo kullanımları zaman serisi analizi yöntemi kullanılarak incelenmektedir. Çalışmada amaç örneklem içerisine alınan havayollarının filo kullanımlarının farklı zamanlarda nasıl etkilendiğini gözlemlemek ve bu gözlem doğrultusunda bahsedilen etkilerin nedenleri doğrultusunda tahmin yapmaktır. Böylece havayollarının filo yapılarını tekrar gözden geçirme olanağı bulabilecekleri düşünülmektedir. Analiz neticesinde filo kullanımında en büyük dalgalanmanın Vueling ve Easyjet'te, diğer havayollarına nispeten en az dalgalanmanın Türk Hava Yolları (THY) ve KLM'de olduğu gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar neticesinde havayollarına farklı öneriler sunulmuştur. Havayolları politik bağlarını gözden geçirmeli, hükümetlerle daha yakın ilişkiler kurmalıdırlar. Filo yapılarını gözden geçirecek havayolları yeni uçak siparişlerinde ortaklık yapılarına uygun siparişler vermelidirler. Uçuş ağılarıyla birlikte iş modellerini değiştirecek havayolları filo yapılarını, bu yeni modele göre kurmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Havayolu Filo Yönetimi, COVID-19, Pandemi, Zaman Serisi, Yapısal Kırılma

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Halil Semercioğlu halilsemercioglu@mu.edu.tr

Citation/Alıntı: Semercioğlu H., Özkoç H.H. (2021). COVID-19 Pandemisi Havayollarının Filo Kullanımı Nasıl Etkiledi, Etkileyecek?. J. Aviat. 5 (2), 192-209.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-5779-6172>; ² <https://orcid.org/0000-0003-0037-4603>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.994820>

Gelis/Received: 13 Eylül 2021 **Kabul/Accepted:** 7 Aralık 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

How Has The Covid-19 Pandemic Affected Airline Fleet Utilization?

Abstract

The COVID-19 virus, which caused a global crisis, has negatively affected the use of airlines since the beginning of the pandemic. Airlines have become unable to fly with the closure of borders. Due to the crisis, travel demand has decreased, flight routes have shortened, flight frequencies have decreased, and the average weight of the aircraft used has decreased. In the face of falling demand, airlines have parked their aircraft, which they do not use for supply, at different airports all over Europe. Each airline has taken some decisions about fleet management and made different choices. It is thought that airlines are affected differently due to quarantines and closures under the current pandemic conditions. In the study, which examines the use of fleets of airlines between January 1, 2020 and June 26, 2021, in line with Eurocontrol data, the fleet usages of 10 airlines that create the heaviest flight traffic in the European Airspace and have the largest fleet are examined using the time series analysis method. The aim of the study is to observe how the fleet usage of the airlines included in the sample is affected at different times and to make predictions in line with the reasons for the mentioned effects in line with this observation. Thus, airlines will have the opportunity to reconsider their fleet structures. As a result of the analysis, it was observed that the highest volatility in fleet usage was in Vueling and Easyjet, and the least volatility in Turkish Airlines and KLM compared to other airlines. As a result of the results, different suggestions were presented to the airlines. Airlines should review their political ties and establish closer relations with governments. Airlines that will review their fleet structures should place orders in accordance with their partnership structure in new aircraft orders. Airlines that will change their business models with their flight networks should establish their fleet structures according to this new model.

Keywords: Airline Fleet Management, COVID-19, Pandemic, Time Series, Structural Break

1. Giriş

COVID-19 pandemisi tüm dünyayı etkisine almış, krizlere karşı kırılgan yapıda olan havayolları da büyük bir krizle karşı karşıya kalmıştır. Tüm dünyada ülkeler ve havacılık otoriteleri, yaşanan pandeminin etkisini anlayabilmek ve bu doğrultuda koruma önlemleri geliştirmek adına sınırlarını kapatmışlar, havayollarına sadece kurtarma uçuşları için izin vermişlerdir. Bu dönemde bayrak taşıyıcılar ve devletlerden izin alan havayolları vatandaşlarını kurtarma uçuşları yapmışlardır. Kurtarma uçuşları ve diplomatik uçuşlar haricinde kalan tüm hava araçları tamamıyla havaalanlarına park edilmiş, uçuşların açılışına kadar herhangi bir operasyon gerçekleştirilmemiştir [1].

COVID-19 pandemisinden dolayı yolcu trafiğinin dalgalanması, park edilmiş uçak sayısının değişmesi nedeniyle havayolları filolarını düzenleme kararları almaktadırlar. Bu noktada havayolları yüksek operasyon ve bakım maliyetine sahip olan uçakları filolarından kaldırmayı tercih etmektedirler. Finansal risklerden dolayı operasyonlarını ya durdurma kararı almakta ya da iflaslarını duyurmaktadırlar. Düşük kapasite ile çalışmayı göze alan havayolları ise düşük operasyon maliyetine ve yüksek verimliliğe sahip

uçakları filolarında tutarak dalgalanmalardan daha az etkilenmektedirler [2].

Adrienne, Budd, Ison'a göre havayolları operasyonlarını, iş gücünü ve uçuş ağlarını düzenlemenin yanında filo yapılarını da gözden geçirmişlerdir. Havayolları bu süreçte filolarıyla ilgili 3 farklı karar almaktadırlar [3]:

- Uçağın kalıcı şekilde filodan çıkarılması,
- Uçak sayısının azaltılması ve bu yolla standardizasyon sağlanması,
- Sipariş edilen uçakların ertelenmesi ya da iptal edilmesi.

İlk tercih olarak havayolları filolarında kiralık olarak bulunan uçakları ya da sahibi oldukları uçakları filolarından kalıcı olarak çıkarmaktadırlar. Filodan çıkarılan uçakların B747- B380- A340 gibi operasyon maliyetleri oldukça yüksek hava taşıtları olduğu görülmektedir [4]. Filolarından çıkardıkları uçakları kargo taşıyıcılarına satabildikleri gibi hurdaya da ayırabilmektedirler. Hurdaya ayrılan uçakların kullanılabilir, zarar görmeyen elemanları farklı bakım işlerinde faydalanılmaktadır. Uçakların mülkiyetini elinde bulunduran, farklı havayollarına mülkiyetindeki uçakları kiralayan havayolları da filoya geri dönen,

kira sözleşmesi sonlandırılan uçakları bakıma almakta, uçakların yerde kaldıkları zamanı bu şekilde değerlendirmektedirler.

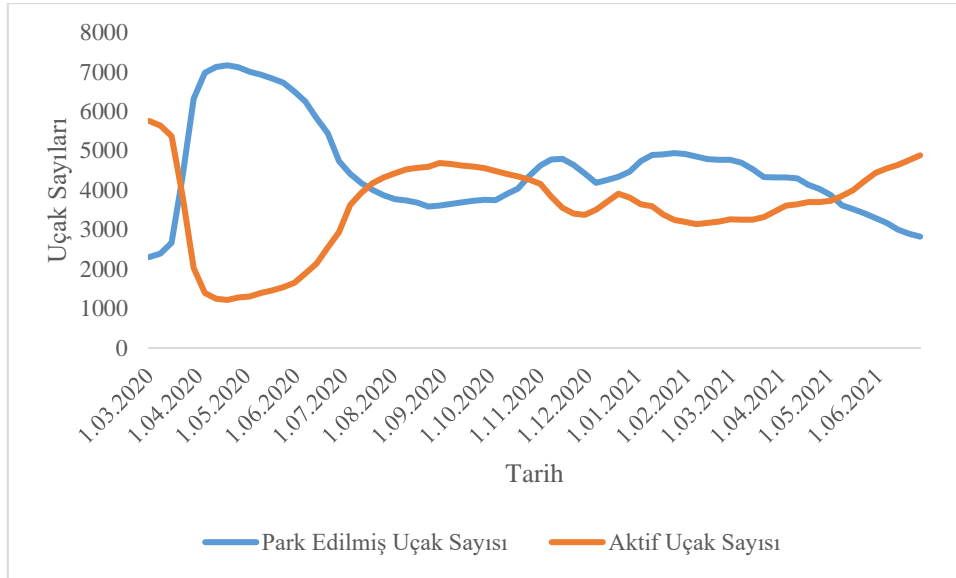
İkinci tercih olarak havayolları uçak tipi sayısını azaltarak ve filo standardizasyonu sağlayarak bakım maliyetlerini ve tip eğitimi maliyetlerini düşürmeyi amaçlamaktadırlar. Filo atama problemlerinin önüne geçmek için filolarını standart hale getirmeye çalışan havayolları filo karmaları gözden geçirmekte, bahsedilen hedefe ulaşmak için uçak sayısını da azaltmaktadırlar. Bütün filo yatırımları ve standardizasyon hamlelerinin pahalı olması havayolları tarafından göze alınmakta böylelikle elde edilen faydalar ile birlikte sürdürülebilir bir filo yönetimi sağlanmaktadır.

Sipariş edilen uçakların ertelenmesi ya da iptal edilmesi de bir diğer tercihtir. Havayolları 2020 ve 2021 yılında ellerinde olmasını istedikleri uçakların siparişlerini erteleme maliyetine katlanarak ertelemişlerdir. Bazı havayolları opsiyonlu olarak satın aldığı uçakların opsiyonunu iptal ederek filolarında gelecek yıllara dair bir esneklik sağlamaktadırlar [4]. Pandemi döneminde havayolları gelecek senelere dair senaryoları görmek istemekte, buna göre filolarını esnek bir yapıda tutmak istemektedirler [2].

Filolarını esnek bir yapıda tutmak isteyen havayollarının dalgalanan talep karşısında filo kullanım oranlarını ve şekillerini etkileyecek bazı unsurlar bu bölüm altında incelenmiştir. Havayollarının filo kullanım oranı ve şekillerini etkileyen COVID-19 pandemisi koşullarının daha iyi anlaşılması adına park edilmiş uçak sayıları, operasyon gerçekleşme oranı, uzun mesafeli rotalar ve sıklıkları, uçuşların ortalama ağırlığı ve mesafesi, uçak üreticileri ve Avrupa Havasahası'ndaki payları incelenmektedir.

Havacılık sektöründe yaşanan krizin daha iyi gözlemlenmesi için Eurocontrol'den alınan verilerle grafikler hazırlanmıştır. Şekil 1'de Eurocontrol [1] verilerine göre Avrupa'da park edilmiş veya aktif olan uçak sayıları yer almaktadır.

2020 yılının Haziran ayında özellikle turizm bölgelerine yapılan uçuşlarla park edilen uçak sayısı azalmış (Şekil 1), uçakların tekrar aktif şekilde kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Aradan geçen süre zarfında Eylül ayından itibaren Avrupa ülkelerinin gelen ikinci ve üçüncü dalgalar sebebiyle kapanmaya gittiği bilinmektedir. Bu sebeple hava trafiği tekrar askıya alındığı ve park edilmiş uçak sayısında artışlar yaşandığı görülmektedir (Şekil 1).

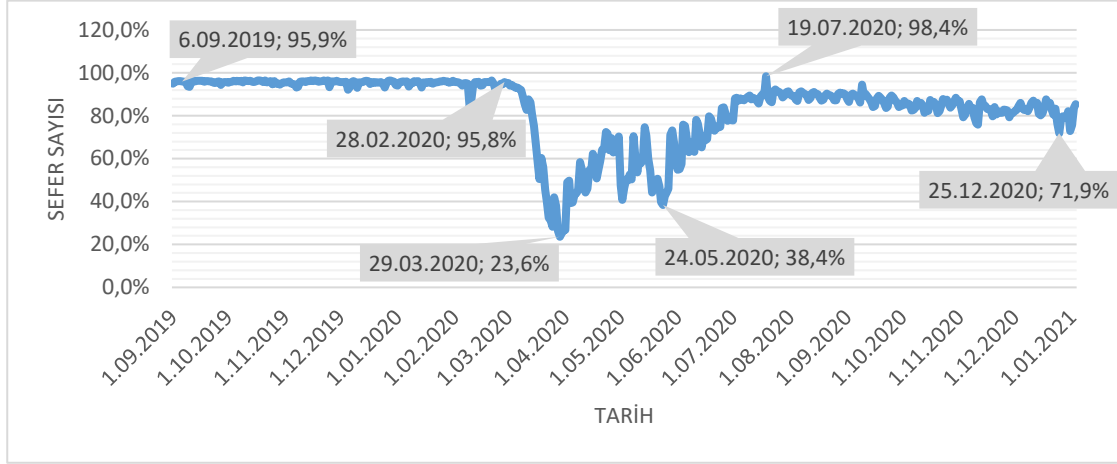


Şekil 1. Eurocontrol Verilerine Göre Avrupa'da Park Edilmiş Uçaklar İle Aktif Olarak Kullanılan Uçakların Sayıları [Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur.]

COVID-19 pandemisi uçakların operasyonu tam zamanında gerçekleştirme performanslarına da etki etmektedir. Öncesinde günlük %1 veya %2'lik tehirler yaşanan Avrupa Havasahası'nda 29 Mart 2020'de ilk kapanma sonucu %76'lık tehir

yaşanarak günlük planlanan uçuşların ancak %24'ü gerçekleştirilebilmiştir [5]. 2020 yaz aylarında %90'a çıkan gerçekleşen sefer oranı yine de "normal" sayıların çok daha gerisinde kalmış, ikinci ve üçüncü dalga sebebiyle kapanmalar sırasında

dalgalı bir şekilde %70 ve %90 arasında gerçekleşmiştir. Şekil 2’de planlanan ve gerçekleşen seferler grafik ile gösterilmektedir.

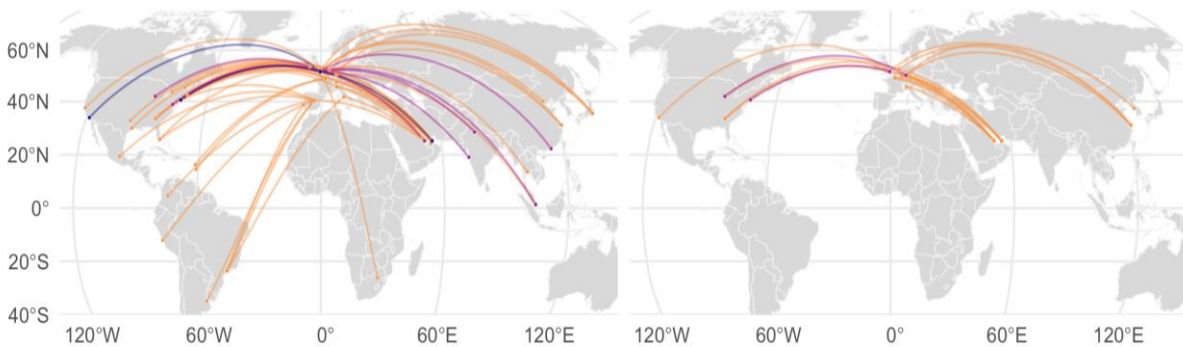


Şekil 2. Avrupa Hava Sahasında Planlanan Ve Gerçekleşen Seferler [Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur.]

Planlanan ve gerçekleşen sefer sayılarının farklı olması, havayollarını farklı sayıda uçakların farklı rotaları özel olarak kullanmaya ittiği düşünülmektedir. Çünkü geçen süre içerisinde trafiğin düşmesi ve talebin azalması neticesinde destinasyonlara düzenlenen sefer sayıları ve uçuş sıklığı da azalmıştır.

Toplama (hub) noktası Avrupa’da olan uzun mesafe uçuşlarda uçuş sıklığının düştüğü görülmektedir. Günlük frekansın 6’dan fazla olduğu destinasyon çifti sayısı azalmıştır. Uzun mesafeli uçuşlar için aktarma noktası olarak kullanılan ve kapasite sorunları ile bilinen Heatrow Havalimanı’nın günlük altıdan fazla uçuş

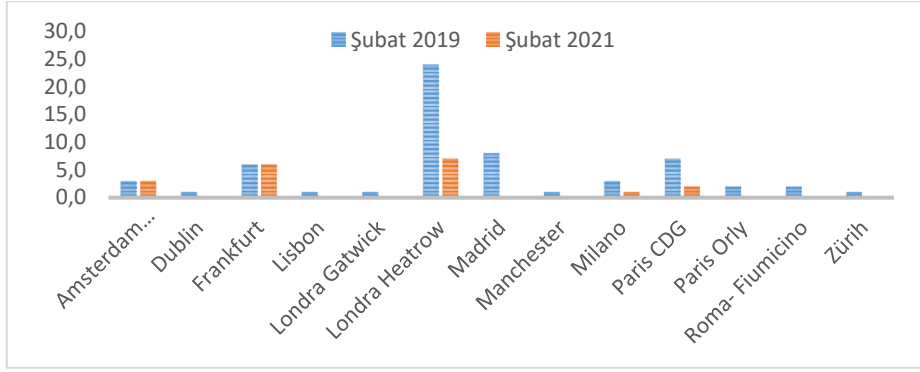
gerçekleştirilen rota sayısı 2020 Şubat ayında 25 iken 2021 Şubatı’nda 7’ye düşmüştür. Uzun mesafe uçuşları ürün yaşam eğrisinde varlığını sürdürseler de uçuş sıklıklarında büyük düşüş gerçekleşmiştir [6]. Şekil 3’de Eurocontrol’den sağlanmış uzun mesafe rotalarına ait frekans sayılarının haritada gösterimi bulunmaktadır. Turuncu rotalar günlük 6-12 arasındaki frekansları, mor rotalar 12-16 arasındaki frekansları, mavi rotalar 16’dan fazla olan frekansları ifade etmektedir. 2020 ve 2021 arasındaki farklara bakılarak mavi ve mor rota sayılarının azaldığı ve turuncu renge büründüğü, turuncu rotaların da yok olduğu fark edilmektedir.



Şekil 3. Uzun Mesafeli Rotaların Frekans Gösterimi [6]

Avrupa’da en fazla uzun mesafeli uçuş sağlayan havalimanlarının günlük uçuş sayılarındaki düşüş Şekil 4’te verilmektedir. Şekilde havalimanlarında günlük uçuş sayısı 6’dan fazla olan hatların gösterimi bulunmaktadır. Mavi renk Şubat 2019’da var olan hatları temsil ederken, turuncu renk Şubat

2021’de var olan hatları temsil etmektedir. 2020 ve 2021 Şubat aylarındaki turuncu ve mavi bar farklarına bakarak Avrupa’nın uzun rota uçuşlarında toplanma merkezi görevi üstlenen havaalanlarının uzun mesafeli uçuş sayılarında eksilme yaşadığı gözlemlenmektedir.

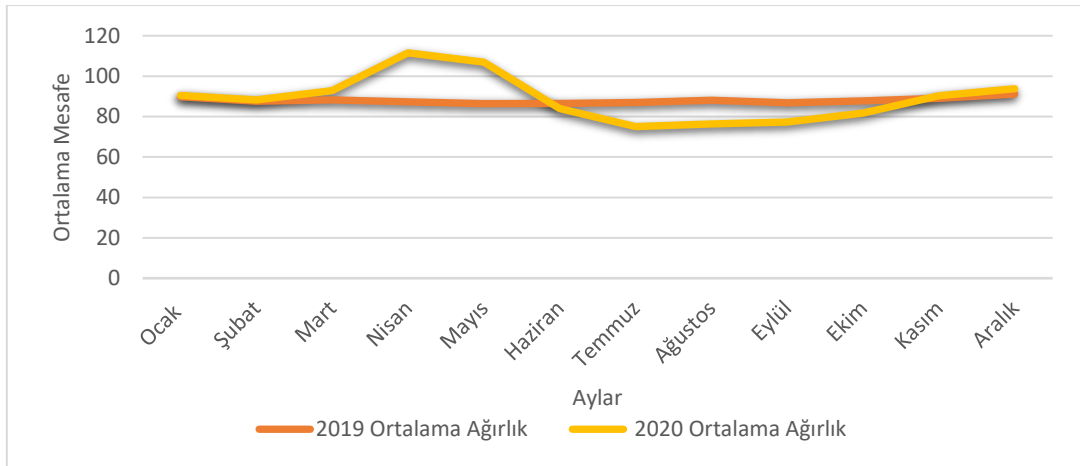


Şekil 4. Günlük 6'dan Fazla Frekansı Olan Hatların Gösterimi [Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur.]

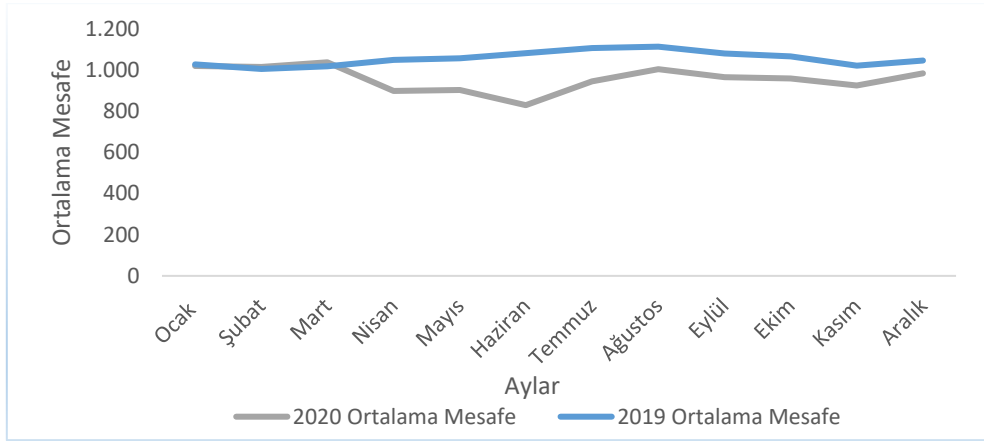
Uzun mesafeli uçuşların azalmasının yanında uçakların maksimum kalkış ağırlığında (Maximum Take- Off Weight- MTOW) ve uçuşlarda kat edilen mesafelerde azalma gözlemlenmektedir [7]. Şekil 5'de 2019 ve 2020 yıllarında gerçekleştirilen uçuşlardaki ortalama ağırlıklar yer alırken, Şekil 6'da 2019 ve 2020 yıllarında gerçekleştirilen uçuşlardaki ortalama mesafeler gösterilmektedir.

COVID-19 pandemisinin ilk dönemlerinde kargo taşımacılığı için ihtiyaç duyulan geniş gövdeli uçakların kullanılmasıyla ortalama ağırlığın arttığı gözlemlenmemektedir. Sonraki dönemlerde ortalama mesafenin de düşmesiyle küçük uçakların tercih edildiği düşünülmektedir. Böylelikle MTOW ortalaması düşmüştür. Bunun sebebinin doluluk

oranlarını artırarak birim maliyetlerin minimum düzeyde tutma ihtiyacı olduğu düşünülmektedir. Şekil 6'da da kat edilen ortalama mesafelerin 2020 yılında daha düşük olduğu göze çarpmaktadır. Uçakların ağırlığı içerisinde uçağın boş ağırlığının yanı sıra her operasyonda alınan yolcu, yolcu bagajları ve kargo miktarı da yer almaktadır ve bahsedilen ağırlıklar uçuştan uçuşa değişmektedir. Yolcu talebinin az olduğu da düşünülürse sefer başına düşen yolcu ve yolcu bagajının da ağırlığın azalmasında payı olduğu düşünülebilir. Ayrıca ortalama mesafenin de azalmasıyla uçağa alınan yakıt miktarı da düşecektir. Böylelikle ortalama ağırlık yine olumsuz şekilde etkilenecektir.



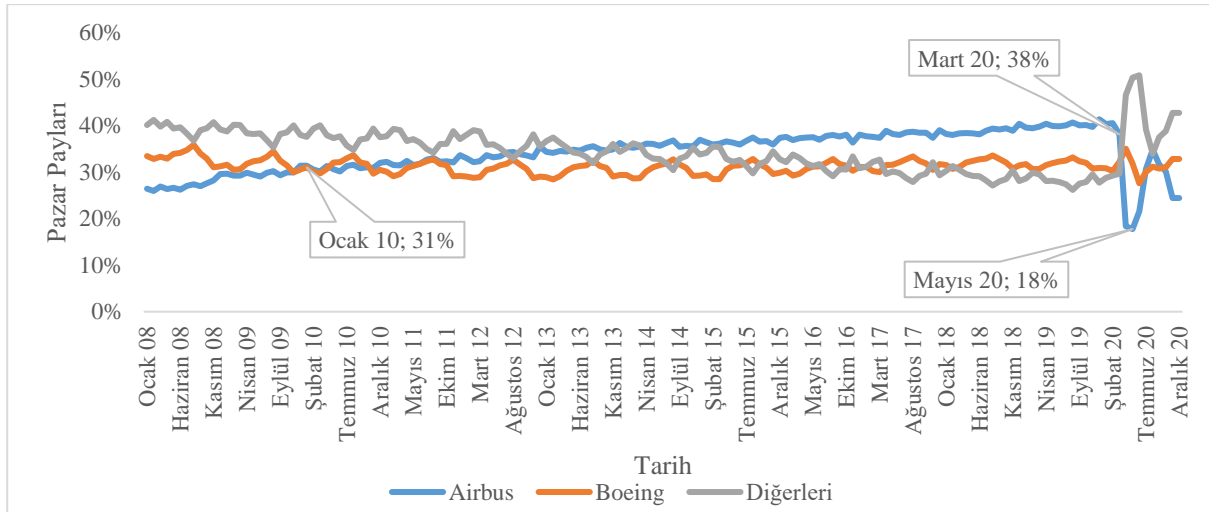
Şekil 5. 2019 ve 2020 Yıllarında Gerçekleştirilen Uçuşlardaki Ortalama Ağırlık(TON) [Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur.]



Şekil 6. 2019 ve 2020 Yıllarında Gerçekleştirilen Uçuşlardaki Ortalama Mesafeler (KM) [7]

Farklılaşan uzun mesafe rota tercihleri, ortalama mesafelerin kısalması, ortalama ağırlıkların dalgalanması havayollarının ve son kullanıcının ve üreticilerin sefer sayılarındaki payları yer almaktadır [8].

ulaşım tercihlerinin farklılaştığını işaret etmektedir. Bu konuda Şekil 7’de Avrupa Havasahası’nı kullanan hava araçlarının üreticileri



Şekil 7. Üreticiler ve Sefer Sayılarındaki Payları [Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur.]

Şekil 7.’de görüldüğü üzere Avrupa’da pazar payı olarak Boeing şirketini gerisinde olan Airbus şirketi 2010’da rakibini yakaladığı ve 2020’lere doğru aradaki farkı açarak rekabette üstün konuma geldiği ancak COVID-19 pandemisinin başlangıcından itibaren pazar payında dalgalanma yaşadığı, bunun neticesinde de elde ettiği pazar payını kaybettiği görülmektedir. Eurocontrol raporu [8] COVID-19 pandemisinde uçuşlarda daha fazla Boeing uçağının kullanılmasının pazar payının bu hale gelmesine sebep olduğunu belirtmektedir. Ancak Avrupa menşeli havayollarının politik ilişkiler sebebiyle filolarında Avrupa merkezli bir uçak üreticisi olan Airbus uçaklarını daha fazla bulundurma, düşen trafik neticesinde en çok park edilen uçakların Airbus olmasına sebep olduğu

düşünülmektedir. Ayrıca son kullanıcı olan yolcuların da yüksek kapasite ve yolcu yoğunluğu ile hizmet veren uçaklarda seyahat etmekten ziyade küçük uçaklarla seyahat etmesi de diğer üreticilerin pazar payı artışında bir başka neden olarak belirtilmektedir. Öyle ki, 2020’nin Nisan ve Haziran ayları arasında, S92 tipi Sikorsky helikopterler Airbus ve Boeing uçaklarının kullanılmadığı uçuşlarda en fazla kullanılan hava taşıtı olmuştur. “Diğer” hava taşıtları arasında ATR ve Bombardier gibi bölgesel hava taşımacılığında daha çok tercih edilen, araçlar da bulunmaktadır [8].

Görülmektedir ki, COVID-19 pandemisinin etkisi havayollarının rota tercihlerini etkilemekte, rotaların mesafesi ile her seferde ürettikleri ağırlıkları azaltmakta ve son kullanıcı olan

yolcuların hava aracı tercihleri değişmektedir. Bahsedilen bu unsurlar havayollarının filo kullanım oranlarının, tercihlerinin ve yapılarının değişmesine sebep olmuştur.

Bahsedilen değişimlere sebep olan havayollarının açtıkları her yeni hattın ve hali hazırda uçuş yapılan diğer hatların birer pazar olduğu ifade edilmektedir [9]. Pazarda rakipleriyle filo yapısıyla da mücadele eden havayollarının filo kullanımının nasıl etkilendiğini tespit etmek ve bundan sonraki süreçte nasıl etkileneceğini öngörmek araştırmanın konusunu ve amacını oluşturmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle havayollarının filo yapılarının nasıl oluşturulduğundan bahsedilmekte, filo yönetiminin nasıl gerçekleştirildiği, filo yönetiminin hangi unsurlardan etkilendiği alanyazın taraması ile ortaya konmaktadır. Alanyazın taramasının ardından araştırma doğrultusunda örneklem içerisine alınacak havayolları belirlenmiştir. Örneklemde yer alan havayollarının filoları ve kullanım oranları Eurocontrol'den elde edilen veriler ile incelenmiştir. Havayollarının filolarının kullanımının pandemi döneminde nasıl etkilendiği Zaman Serisi- Yapısal Kırılma testi ile belirlenmekte ve hangi tarihlerde filo kullanım kararlarının farklılaştığı araştırılmaktadır. Araştırma sonucunda sonuçlar tartışılmış ve geleceğe yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2. Havayolları Filo Yönetimi

Havayolları iş modelleri doğrultusunda, operasyon yetenekleri kapasiteleri seviyesinde ücretlendirme ve ağ dizaynı üzerinde yatırım yapmaktadırlar. Bu değişkenlere göre farklılık gösteren bir yapı da filodur [10]. Havayolları filolarına talebe göre esneklik sağlaması adına yatırım yapmakta, uçak alım ve kiralalarında özel yöntemler kullanmaktadırlar. Uçak alımı iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada amaca yönelik alınabilecek uçakların modeller listelenirken, ikinci aşamada havaalanı karakteristiği ve talep büyüklüğüne göre yönetimsel kararlar verilmektedir [11]. Filo yapısının oluşmasında alınan yönetimsel kararlar havayolunun diğer havayolları ile rekabetinde önem taşımaktadır. Rekabetçi şekilde kapasitesini sürdürülebilir kılmak, kârlılığını artırmak ve

maliyetleri kısmak adına filolarını düzenleyen havayolları için sektör girişine en büyük engel yüksek başlangıç sermayesidir. Bu sebeple uçaklara yapılan büyük yatırımlardan elde edilecek küçük tasarruflar görmezden gelinmemektedir [12].

Uygun uçak seçimi havayolunun stratejik yapısı için önem taşımaktadır. Stratejik yapı ile verilen hizmet, havayolunun ağ yapısı, rotaların bulunduğu coğrafi koşullar ve uçuş yapılan ülkelerin sağladığı kolaylıklar filo yapısına etki etmektedir [13]. Havayolları coğrafi avantajını orta mesafeli uçuşlarda dar gövdeli uçakları kullanarak sağlamaktadır [14]. Bazı Asya ülkelerinde 80'den az koltuk kapasitesine sahip taşıtlar ya da 21 tondan hafif taşıtlar için konma bedeli alınmamaktadır [12].

Verilen hizmet doğrultusunda farklılaşan uçak seçimleri ve tipleri farklı avantajlar ve dezavantajlar yaratmaktadır. Farklı havayollarının farklı hizmet kalitesi sunması sebebiyle uçaklardaki koltukların sayıları değişmektedir [15]. Örneğin 737-800 model Boeing uçağı düşük maliyetli taşıyıcılar (DMT) için 189 koltuk taşırken geleneksel bir havayolu için 151 koltuk taşımaktadır [14]. Verilen hizmet kapsamında farklı rotalarda farklı büyüklükte uçakları kullanan havayolları için uçağın büyüklüğü, yolcu sayısının artması için bir değişken olduğu ifade edilmektedir [16]. Uçak içindeki koltuk aralıklarının değişmesinin yanında uçak boyutunun büyümesi de koltuk kapasitesini etkilemektedir. Uçak boyutunun büyümesi koltuk kapasitesini artırmakta, bu yolla havayolları ölçek ekonomisi yaratmakta bu sebeple daha düşük maliyetleri sağlayabilmektedir [17]. Daha büyük uçak daha fazla arz edilen koltuk kilometre (AKK) üretebilmektedir [18].

Uçak büyüklüklerinin etkilediği bir diğer değişken uçuş frekansıdır. Uzun mesafe uçuşlarında uçuş sıklığının azaldığı ve uçak büyüklüğünün de arttığı gözlemlenmektedir [19–21]. Wang ve diğerleri [21] büyüyen pazarlarda, pazarı uçak boyutunun büyümesinden ziyade uçuş sıklığının artmasının daha fazla etkilediğini ifade etmektedirler.

Sağlıklı bir filo yönetimi satış gelirlerini artırdığı gibi maliyeti de kontrol altında tutulmalıdır. Havayolları başarılı bir filo yönetimi ile birlikte rekabet avantajı yakalamakta; maliyetlerini düşürmekte operasyonda optimum verim almaktadır [2]. Maliyetlerini düşürmek için

havayolları filo karmasının uyumuna dikkat etmektedirler. Filodaki uçakların aynı olması veya aynı aileden olması uçak bakım ve tip eğitim maliyetlerini azaltmaktadır [15]. Benzer uçakların bakımı için aynı teçhizatlar sağlanmakta, aynı prosedürler izlenmekte ve mevcut personel aynı tip için daha iyi uzmanlaşmaktadır [22,23]. Havayollarının icra ettiği iş modelleri de bu sebeple filo yapılarını etkilemektedir. DMT genellikle filo yapılarını homojen yapıda kurmaktadır. Bunun sebebi filodaki farklı tip, aile ve hatta üreticiden alınan uçak sayısı arttıkça birim maliyet de artmasıdır. Bakım maliyeti, yönetim ve emniyet sistemi maliyeti, yedek parça ve tedarik bulundurma maliyeti, tip eğitimi sebebiyle personel maliyeti birim maliyetin artmasına sebep olurken tüm bu unsurlar alım gücünü de etkilemektedir. Homojen filo yapısı aynı zamanda havayolunun uçak üreticisi olan pazarlık gücüne de etki etmektedir [23].

Filo yapılarını akılcı bir yolla kurmak isteyen havayollarının yeni uçak alımlarında dikkat ettiği bir diğer husus uçağın verimli yapıda olmasıdır [23]. Özellikle girdi-çıkı oranına dikkat eden havayolları operasyonlar için minimum maliyet, maksimum fayda odaklı çalışmaktadır. Operasyonlarda personelden sonra en büyük gider kalemini yakıtın oluşturması, yeni alımlarda yakıt tasarrufu sağlayan yeni nesil uçakların tercih edilmesine yol açmaktadır. Airbus'ın A320'lere yerleştiği köpek balığı yüzgecini andırdığı için "sharklet" olarak isimlendirilen kanat ucu aygıtları sayesinde %4'lük yakıt tasarrufu sağlanırken, uçağın uçuş mesafesini de artırmaktadır. Yeni nesil uçaklar kadar filoda genç uçakların bulunması, uçakların büyüklüğü de verimliliği etkilemektedir [15]. Havayolları dönüşüm sürecinde edindiği genç filo ile yakıt tasarrufu avantajı sağlamaktadır [14]. Son dönemde ortaya çıkan ekolojik çalışmalar kapsamında hava araçların yakıt tasarrufu, karbon salınımı ve gürültü hakkında üreticilerin dikkat etmesi gereken faktörler ortaya konmuştur [24, 25].

Bahsedilen filo yapısı, yönetimi ve özelliklerinin en doğru tercihlerle sağlanması adına pandemi öncesi döneme ait pek çok çalışma bulunmaktadır [2, 13, 26–34]. Çalışmalar boyunca öne çıkan kriterler maliyet, teknik özellikler, yolcu konforu ve çevresel etkilere dir. Havayolları pandemiden önce bilinen kurallarla filo yapılarını kurarken ve yönetirken pandemi döneminde hem filo kullanım

yöntemleri farklılaşmakta, yeni prosedürler oluşturulmakta hem de havayolu seyahatinin değişmesiyle havayollarının uçak üreticilerinden talebi değişmektedir. Kiracı ve Akkan [2] önceki çalışmalarda ele alınan, maliyet, verimli teknik özellikler ve çevresel etkilere ek olarak COVID-19 pandemi koşullarına dikkat ederek pazar yapısına uygun olarak filo yönetiminin sürdürülebilir olması gerektiğini belirtmektedir.

Bu kısımda filo yönetimine dair alanyazın incelenmiş, filo yapısının nasıl oluşturulduğu ve hangi süreçlere dikkat edildiği alanyazındaki çalışmalara değinilerek aktarılmıştır. Bundan sonraki bölümde araştırma yönteminden bahsedilerek araştırmanın modeli ele alınmaktadır.

3. Araştırmanın Yöntemi

Havayollarının farklı filo yapılarına sahip olması, pandemide çoğu havayolunun filosunu tam kapasite ve tam kullanımda değerlendirememesi havayollarının filo yönetiminde farklılıkların yaşanmasına sebep olmaktadır. Avrupa hava sahasına dâhil olan farklı ülkelerin farklı ülkelere olan sınırlamaları ve bazı aylarda uyguladığı karantina uygulamaları ayrıca o ülkelere uçuş yapan havayollarını da etkilemektedir. Bahsedilen sınırlamalar ve karantina uygulamaların filo yönetimi konusunda problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Filo yönetimindeki değişimi görmek amacıyla, Eurocontrol'den elde edilen ikincil veriler yardımıyla nicel bir araştırmanın gerçekleştirildiği bu çalışmada veri setinin yapısına uygun olarak ekonometrik zaman serileri analizlerinden yararlanılmıştır.

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın amacı havayollarının filo kullanımlarının sınırlamalar ve karantina uygulamalarıyla birlikte nasıl etkilediğini gözlemek ve bu etki doğrultusunda havayolları filo yapılarının nasıl şekilleneceği konusunda öngörülerde ve önerilerde bulunmaktır.

Bu amaçla örneklem içerisinde Eurocontrol verilerine göre Avrupa Havasahası'nda en fazla trafik yaratan ve en büyük filoya sahip 10 havayolu seçilmiş, 1 Ocak 2020 ve 26 Haziran 2021 tarihleri arasındaki filo kullanım oranları araştırılmıştır. Örneklem içerisinde beş geleneksel havayolu, beş

DMT havayolu yer almakta, havayollarının isimleri ve filodaki uçak sayıları aktarılmaktadır. Havayollarının uçak sayıları kendi web sitelerinden

teyit edilerek alınmıştır [35–44] (Son erişim tarihi 20.08.2021).

Tablo 1. Örneklem içerisinde yer alan havayolları [Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur]

Havayolu	Havayolunun Türü	Filosundaki Uçak Sayısı
Lufthansa	Geleneksel	405
THY	Geleneksel	341
British Airways	Geleneksel	249
Air France	Geleneksel	317
KLM	Geleneksel	160
Pegasus	DTM	95
Easyjet	DTM	342
Ryan Air	DTM	479
Vueling	DTM	113
WizzAir	DTM	137

3.2. Araştırmanın Modeli

Ekonomik krizler, politik değişimleri, salgınlar ve doğal afetler gibi anlık şoklar nedeniyle bir zaman serisinin ortalaması, trendi ya da her iki bileşeni birden değiştirebilir. Zaman serisi analizlerinde kullanılan değişkenler, zaman içerisinde değişimlere uğrayabileceğinden yapısal kırılmalar meydana gelebilmektedir. Yapısal kırılmaların veya değişim noktalarının bulunması süreci esasında kalite kontrole dayanmakta olup zaman içerisinde ekonomi, finans, klimatoloji ve mühendislik alanlarında da kullanım yeri bulmuştur [45].

Bai Perron (BP) yaklaşımı, serinin durağanlığı ile ilgili herhangi bir hipotezi test etmediği için temelde bir birim kök testi değildir. Doğrusal modelde, birkaç farklı test stratejisi ile anlamlı yapısal kırılmaları bularak ilişkiyi rejimlere ayıran BP yaklaşımı m kırılmalı (m+1 rejimli) aşağıda verilen çoklu doğrusal regresyon modelini ele almaktadır:

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t, \quad t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j \quad j = 1, \dots, m + 1 \quad (1)$$

y_t bağımlı değişken, x_t ($p \times 1$) boyutlu ve z_t ($q \times 1$) boyutlu bağımsız değişkenler vektörü; β ve δ_j ($j = 1, \dots, m + 1$) katsayılar vektörü olup u_t ise hata terimini ifade etmektedir. $T_0 = 0$ ve $T_{m+1} = T$ olmak üzere T_1, \dots, T_m bilinmeyen kırılma zamanlarını göstermektedir. BP yaklaşımının temel amacı T gözlemlili veri setini kullanarak bilinmeyen regresyon katsayılarını ve kırılma tarihlerini birlikte tahmin etmektir [46, 47]. BP yaklaşımında, Eş. 1'deki modelin hata kareler toplamını minimum yapan katsayılar ve kırılma tarihleri ve böylece de rejimler dinamik programlamaya dayalı bir algoritmadır. Bai ve

Perron yapısal kırılma analizleri için farklı test stratejileri geliştirmişlerdir:

- Global L kırılmanın testi (*SupF* testi)
- İkili maksimum testler (UD_{max} ve WD_{max})
- Ardışık Bai-Perron testi ($SupF(l|l + 1)$ testi)
- Bilgi kriterine dayalı kırılma analizi

Bu çalışmada yapısal kırılma tarihlerini içsel olarak belirleyen BP yönteminden yararlanmanın, pandemi döneminde oluşan yapısal değişimleri daha net bir biçimde ortaya koyması açısından yerinde olacağı düşünülmüştür. BP yöntemi üç nedenden ötürü tercih edilmiştir. *İlk olarak* yöntem bir seride birden çok yapısal kırılmayı aynı anda ele alabilmektedir. *İkinci olarak* yöntem potansiyel yapısal kırılma noktalarının bilinmediğini varsayar ve bu tarihleri içsel olarak belirler. *Son olarak* ise BP yöntemi, küçük örneklem için de uygun sonuçlar vermektedir [46, 48].

4. Bulgular

Tablo 2.'de 01/01/2020- 26/06/2021 tarihleri arasında ele alınan havayolu şirketlerinin günlük aktif uçak sayılarına ilişkin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir ve sayılardaki dalgalanmanın bir göstergesi olarak değişim katsayısı hesaplanmıştır. Buna göre ilgili dönem içerisinde en büyük dalgalanmanın “EasyJet” ve “Vueling” şirketlerinde olduğu görülmektedir. Ez az dalgalanmanın görüldüğü şirketler ise “KLM” ve ardından ise “THY” gelmektedir.

Havayolu	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Standart Sapma	Değişim Katsayısı
Air France	135.1160	145.0000	215.0000	20.00000	50.25664	0.37195
British Airways	97.44751	88.00000	192.0000	38.00000	40.56197	0.41624
EasyJet	149.1031	134.0000	325.0000	0.000000	99.88089	0.66988
KLM	105.7532	109.0000	131.0000	51.00000	17.17304	0.16239
Lufthansa	135.7477	130.0000	274.0000	37.00000	60.71408	0.44726
Pegasus	56.29834	64.00000	83.00000	0.000000	23.56860	0.41864
Ryan Air	322.6851	399.0000	465.0000	34.00000	140.4197	0.43516
THY	182.1584	194.0000	247.0000	25.00000	59.01608	0.32398
Vueling	61.45672	57.00000	119.0000	11.00000	28.25963	0.45983
WizzAir	83.27808	84.00000	129.0000	13.00000	32.65098	0.39207

Ele alınan döneme ilişkin havayolu şirketlerinin aktif uçak sayılarında yapısal kırılma olup olmadığı ve varsa tarihleri BP analizi yardımıyla incelenmiş olup elde edilen kırılma tarihleri ile kırılmanın yönü Tablo 3.'de verilmektedir. Ele alınan on şirketin altısının 22 Mart 2020'de aşağı yönlü bir kırılma yaşadığı görülmektedir. Diğer dört şirketin ise birkaç gün içinde yine aşağı yönlü bir kırılma yaşadıkları gözlenmiştir. 2020 Haziran ayının ikinci yarısı ile Temmuz ayının ilk yarısı arasında şirketlerin aktif uçak sayılarının bu defa yukarı yönlü bir kırılma yaşayarak toparlandıkları görülmektedir. Tüm şirketlerde görülen bu toparlanma daha sonra ilk olarak Eylül 2020'de THY'de yaşanan ikinci bir aşağı yönlü kırılma ile bozulmuştur. THY'den sonra sırasıyla WizzAir ile Vueling şirketlerinde de Ekim 2020'de aşağı yönlü kırılmalar meydana gelmiştir. Air France, EasyJet, Lufthansa, Ryan Air, THY, Vueling ve WizzAir havayollarının ele alınan dönemin sonunda yukarı yönlü bir kırılma ile toparlanma sürecine girdikleri görülmektedir. Öte yandan süreç içerisinde en çok dalgalanmanın yaşandığı şirketler Ryan Air ve WizzAir iken en az kırılmanın yaşandığı şirketler ise KLM ve Pegasus olmuştur.

BP ile elde edilen kırılma tarihlerine bağlı olarak oluşan dönemlerin ortalama uçak sayıları hesaplanmış ve aşağıda yer alan Tablo 4.'de

sunulmuştur. Özellikle Mart 2020'de yaşanan kırılmalarda uçak sayılarındaki keskin düşüşler tabloda göze çarpmaktadır. Tabloda dikkat çeken sonuçlardan biri, ilk ve son dönem ortalamaları dikkate alındığında, sadece Pegasus'un aktif uçak sayısını dönem sonu itibarıyla arttırdığı, buna karşılık diğerlerinin ilk dönem ortalamasına henüz ulaşmadıklarıdır. THY, ve KLM ise son dönem ortalamaları itibarıyla ilk döneme yakın olan diğer şirketlerdir. Buna karşın British Airways ve EasyJet ilk ve son dönem ortalamaları arasında farkın görece yüksek olduğu şirketlerdir. Bir başka dikkat çeken sonuç ise EasyJet'in yaşadığı dalgalanmadır ki bu yukarıda verilen tanımlayıcı istatistikler tablosunda yer alan değişim katsayısı bulgusuyla da uyumaktadır. Ayrıca kırılma dönemlerinde aktif uçak sayısı en düşük seviyeye (5.8621) gelen şirket Pegasus iken EasyJet (10.2789) ise ikinci sırada gelmektedir.

01/01/2020-26/06/2021 dönemi günlük aktif uçak sayılarına dair zaman yolu grafikleri dikkate alındığında tüm şirketlerin beklenildiği üzere çoğunlukla benzer dönemlerde kırılma yaşadığı görülmektedir. Aktif uçak sayılarının durağanlaştığı havayolu şirketleri grafiklerden ayrıca görülebilmektedir. Özellikle Pegasus ve Air France bu açıdan diğer havayolu şirketlerinden ayrılmaktadır.

Tablo 3. Aktif uçak sayılarında görülen yapısal kırılma tarihleri ve kırılma yönleri

Havayolu	Kırılma zamanı	Kırılma yönü	Havayolu	Kırılma zamanı	Kırılma yönü
Air France	22/03/2020	↓	Pegasus	22/03/2020	↓
	26/06/2020	↑		17/06/2020	↑
	01/11/2020	↓		29/10/2020	↓
	21/01/2021	↑			
British Airways	25/03/2020	↓	Ryan Air	23/03/2020	↓
	01/07/2020	↑		28/06/2020	↑
	06/11/2020	↓		27/10/2020	↓
	27/01/2021	↓		16/01/2021	↓
EasyJet	22/03/2020	↓	TTHY	24/03/2020	↓
	04/07/2020	↑		13/06/2020	↑
	02/11/2020	↓		11/09/2020	↓
	07/04/2021	↑		05/04/2021	↑
KLM	27/03/2020	↓	Vueling	22/03/2020	↓
	22/06/2020	↑		07/07/2020	↑
	30/10/2020	↓		18/10/2020	↓
				07/04/2021	↑
Lufthansa	22/03/2020	↓	WizzAir	22/03/2020	↓
	23/06/2020	↑		17/06/2020	↑
	07/11/2020	↓		09/10/2020	↓
	26/03/2021	↑		11/01/2021	↓
			02/04/2021	↑	

Tablo 4. Yapısal kırılma tarihlerine bağlı olarak oluşan dönemlerin aktif uçak sayılarının ortalamaları

Havayolu	Dönemler	Ortalama	Havayolu	Dönemler	Ortalama
Air France	01/01/2020 – 21/03/2020	200.6296	Pegasus	01/01/2020 – 21/03/2020	57.6667
	22/03/2020 – 25/06/2020	43.0313		22/03/2020 – 16/06/2020	5.8621
	26/06/2020 – 31/10/2020	153.6484		17/06/2020 – 28/10/2020	72.7313
	01/11/2020 – 20/01/2021	129.5185		29/10/2020 – 26/06/2021	64.9087
	21/01/2021 – 26/06/2021	145.4013			
British Airways	01/01/2020 – 24/03/2020	171.6310	Ryan Air	01/01/2020 – 22/03/2020	403.4390
	25/03/2020 – 30/06/2020	55.8776		23/03/2020 – 27/06/2020	66.3196
	01/07/2020 – 05/11/2020	119.5625		28/06/2020 – 26/10/2020	445.7025
	06/11/2020 – 26/01/2021	82.7683		27/10/2020 – 15/01/2021	401.9012
	27/01/2021 – 26/06/2021	72.3841		16/01/2021 – 06/04/2021	243.0617
			07/04/2021 – 26/06/2021	364.5802	
EasyJet	01/01/2020 – 21/03/2020	311.8889	THY	01/01/2020 – 23/03/2020	224.2651
	22/03/2020 – 03/07/2020	10.2789		24/03/2020 – 12/06/2020	55.5679
	04/07/2020 – 01/11/2020	199.9091		13/06/2020 – 10/09/2020	220.8000
	02/11/2020 – 06/04/2021	105.7756		11/09/2020 – 04/04/2021	183.0388
	07/04/2021 – 26/06/2021	172.1111		05/04/2021 – 26/06/2021	219.5060
KLM	01/01/2020 – 26/03/2020	118.5349	Vueling	01/01/2020 – 21/03/2020	105.9753
	27/03/2020 – 21/06/2020	73.5977		22/03/2020 – 06/07/2020	22.0094
	22/06/2020 – 29/10/2020	120.0077		07/07/2020 – 17/10/2020	74.8544
	30/10/2020 – 26/06/2021	105.1083		18/10/2020 – 06/04/2021	51.8304
			07/04/2021 – 26/06/2021	72.3333	
Lufthansa	01/01/2020 – 21/03/2020	253.5185	WizzAir	01/01/2020 – 21/03/2020	112.8889
	22/03/2020 – 22/06/2020	53.8925		22/03/2020 – 16/06/2020	27.6207
	23/06/2020 – 06/11/2020	132.0365		17/06/2020 – 08/10/2020	117.5088
	07/11/2020 – 25/03/2021	111.0144		09/10/2020 – 10/01/2021	79.5426
	26/03/2021 – 26/06/2021	157.4624		11/01/2021 – 01/04/2021	65.5185
			02/04/2021 – 26/06/2021	87.1279	

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırma neticesinde elde edilen bulgular incelendiğinde en büyük dalgalanmanın Vueling ve Easyjet'te olduğu görülmektedir. Her iki havayolunun da ilintili olduğu dalgalanma durumları sahiplik durumları ve ortaklıklarıyla alakalıdır. Vueling International Airlines Group'a ait bir havayolu olarak bu grubun filo ve arz kararlarının karmaşası sebebiyle seferlerinde

istikrar sağlayamamıştır. Easyjet'in ise İngiltere merkezli olması, İngiltere'nin yüksek kısıtlama kriterlerine sahip olması ve merkezden çevreye talebin azalması bahsedilen dalgalanma sebepleri arasındadır.

Ryan Air ve Wizz Air'ın yaşadığı dalgalanmalar için birkaç sebep bulunmaktadır. Bahsedilen havayollarının iş modellerinin gereği

olarak noktadan noktaya uçuş yapmaları, buna bağlı olarak farklı destinasyonlarda talebin dalgalanması ve farklı ülkelerin birbirlerine olan sınırlarını kapatmaları belirtilen sebeplerdir. KLM ve THY için dalgalanmaların az olması filo ve ağ yapısı ile ilintilidir. KLM'in farklı tipte uçakları filosunda bulundurması, farklı destinasyonlara verimli bir şekilde uçuş yapmasına yardımcı olmaktadır. THY ise coğrafi avantajı sayesinde üç kıtada farklı noktalara filosunda bulundurduğu farklı tipte uçaklarla uçuş yapabilmektedir. Özellikle THY pandemiden önce de uçuş sıklığı bakımından değil uçuş ağının genişliği bakımından öncü bir havayolu olarak öne çıkmaktadır.

Pegasus'un en düşük ortalamaaya sahip olması Pegasus'un diğer havayollarından daha az uçağa sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Havayollarının filolarında benzer tarihlerde kırılmalar gözlemlenmektedir. Bunun sebebi Avrupa'da yaşanan pandeminin farklı zamanlardaki dalgalarıdır. Özellikle sonbahar aylarında başlayan karantina uygulamaları vaka sayıları düşüş gösterdikten sonra yumuşatılmakta, dini ve milli bayram zamanlarında karantina uygulamaları sertleştirilmektedir. Havalanın ısınmasıyla vaka sayıları düşüşe geçmekte Haziran- Temmuz'dan itibaren havayollarının trafiği tekrar artmaktadır.

Elde edilen bulgulara bağlı olarak bu çalışmada ulaşılan sonuçlar aşağıdaki şekilde maddelendirilebilmektedir:

1. Havayollarının filo kullanımını havayolunun merkezinin bulunduğu ülkenin kapanma politikaları etkilemektedir.
2. Havayolları ortaklık içerisine bulunduğu grubun filo yapısı kararlarından etkilenmektedir.
3. Havayollarının filo kullanımını havayolunun sahip olduğu uçuş ağı ve filo yapısında bulunan uçak tipleri etkilemektedir.
4. Havayolları kendi ülkelerinde esnek bir uçuş iznine sahip olsalar da uçacakları destinasyonun farklı sebeplerden kısıtlanmış olması havayolu filo kullanımını etkilemektedir.

Belirtilen sonuçlar incelendiğinde havayollarının menşei oldukları ülkenin politikaları ile uyumlu şekilde çalışması gerektiği öne çıkmaktadır. Pandemi sürecinde hükümetlerin havayollarına verdiği destekler ne kadar havayollarının politika ile bağlarını güçlendirirse de bu durumun geçici olduğu düşünülmektedir.

Havayollarının verimlilik, yenilik, hizmet kalitesi bağlamında düşük maliyetli taşıyıcılarla rekabet sağlayabilmesi liberal düzende olması mümkün görünmektedir. Piyasanın deregülasyon öncesi döneme dönmesinin rekabeti azaltacağı düşünülmektedir [4]. Yeni varyantların ortaya çıkması, pandemi koşullarının uzaması trafiğin tekrar eski haline gelmesine engel olacağı için havayollarının sahiplik ve ortaklık durumlarının değişeceği, hükümetlerin ortaklıklara dâhil olabileceği düşünülmelidir.

Havayolları filolarını ağ yapıları ile birlikte değiştirmelidirler. Özellikle Şekil 3'de ve 6'da rotaların kısalması ve değişmesi göz önünde bulundurularak havayollarının bazı hatlar için iş modellerini tekrar tasarlamaları gerekmektedir. Ağ yapısını büyük toplanma merkezlerine yönelik kuran geleneksel havayolları uçuş sıklıklarının da düşmesiyle uzun mesafe uçuşlarının iş modelini noktadan noktaya uzun mesafe uçuşu olarak güncellemelidir. Eurocontrol'un çok geniş gövdeli hava aracı kategorisine aldığı A380, A747, A340 gibi uçakların havayollarının filolarından çıkarılması bu uçaklar yerine Boeing 787-9 ve Airbus A350 ULR uçakların filolarına girmesi bahsedilen iş modelini destekleyebilmektedir. AKK başına yakıt maliyetinin görece düşmesi, uçulan mesafenin uzaması B787-9 ve A350 ULR'nin çok uzun mesafe uçuşları için en uygun araçlar olduğunu göstermektedir [18].

Havayolları karantina süreçleri ve destinasyon yönetimi kapsamında kısıtlamalara karşı filolarını esnek yapıda tutmalıdırlar. Dalgalanan seyahat talebi, belirsizlik havayollarını esnek bir filo sahipliğine zorlamaktadır. Havayollarının en büyük sermaye ihtiyacı uçak sahipliğinde ortaya çıkmaktadır [34], bu sebeple uçakların mülkiyeti iyi birer filo yapısı ile belirlenmelidir. Bahsedilen yapı konusunda Boeing'in raporu havayollarının bakış açısını ortaya koymaktadır [24]. Rapora göre havayollarının uçak kiralamaları son yıllarda giderek yükselmekte, uçağın satın alınmasından ziyade kiralınması daha çok tercih edilir hale gelmektedir.

Havayolları pandemiyi filo yapılarını düzenlemek adına bir fırsat olarak görmelidirler. Verilecek yeni uçak siparişlerinde operasyon maliyetleri göz önüne alınmalı, filo yapısı kararları bahsedilen maliyetlere göre verilmelidir [49]. Aynı

ortaklık grubunda yer alan havayollarının birbirine aktardığı uçuşlar göz önüne alınmalı, grup için verilecek uçak siparişleri ortaklıkta yer alan tüm havayolları için fayda sağlamalıdır. Aynı zamanda Şekil 5’de belirtilen, pandeminin ilk döneminde havayollarının kargo taşımacılığı yapması da iş modellerinin dönüştürülmesi kapsamında ele alınmalıdır. Bu sebeple havayolları, yeni uçak alımında yolcu uçaklarında kargo taşıyabileceklerini de dikkate almalıdır. Bu noktada uçak üreticileri de yolcu uçaklarının kargo taşıyabilecek esnek yapıda olmaları için farklı tasarımlara yönelmelidirler.

Son olarak, havayollarının uçak alımlarında hükümetlerle birlikte çalıştığı bilinmektedir. Sıklıkla havayolu filolarının operasyonel veya ekonomik sebeplerle değil politik sebeplerle de şekillendiği görülmektedir [25]. Bu sebeple farklı havayolu gruplarının ve stratejik ortaklıklarının, hükümetlerle hem pandemi kuralları- kısıtlamaları hem de uçak alım kararları konularında sıkı iletişim ve iş birliği içinde olması önerilmektedir.

Teşekkür

Çalışma boyunca desteğini esirgemeyen, verileri edinmemizde kolaylık sağlayan Sara Mesón Mancha’ya teşekkür ederiz.

We would like to thank Sara Mesón Mancha for her support throughout the study and making it easy for us to obtain the data.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

Kaynaklar

- [1] Eurocontrol, “COVID-19 - Grounded aircraft in the EUROCONTROL area Aviation IntelligenceUnitPortal”.https://ansperformance.eu/covid/acft_ground/ [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [2] K. Kiracı ve E. Akan, “Aircraft selection by applying AHP and TOPSIS in interval type-2 fuzzy sets”, *Journal of Air Transport Management*, c. 89, s. 101924, Eki. 2020.
- [3] N. Adrienne, L. Budd, and S. Ison, “Grounded aircraft: An airfield operations perspective of the challenges of resuming flights post

COVID”, *Journal of Air Transport Management*, c. 89, s. 101921, Eki. 2020.

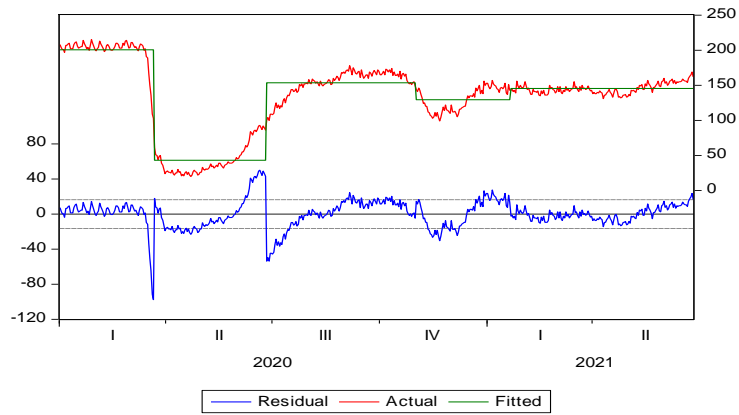
- [4] L. Budd, S. Ison, and N. Adrienne, “European airline response to the COVID-19 pandemic – Contraction, consolidation and future considerations for airline business and management”, *Research in Transportation Business & Management*, c. 37, s. 100578, Ara. 2020.
- [5] Eurocontrol, “EUROCONTROL Data Snapshot on airline schedules in 2020”.<https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [6] Eurocontrol, “EUROCONTROL Data Snapshot#7”.<https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot-covid-impact-europe-long-haul> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [7] Eurocontrol, “EUROCONTROL Data Snapshot#9”.<https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot-2020s-smaller-aircraft-shorter-flights-and-fluctuating-weight> [Erişim Tarihi: 25-7-2021].
- [8] Eurocontrol, “EUROCONTROL Data Snapshot”.<https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshotmanufacturer-share-flights-europe> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [9] E. Gerece, A. Demirci, Ü. Battal, ve A. Sarılğan, *Havayolu Yönetimi*. Eskişehir, Türkiye: Anadolu Üniversitesi 2016.
- [10] D. A. Jean and G. Lohmann, “Revisiting the airline business model spectrum: The influence of post global financial crisis and airline mergers in the US (2011–2013)”, *Research in Transportation Business & Management*, 21, 76-83, 2016.
- [11] M. Adler, G. Martini, N. Volta “Measuring the environmental efficiency of the global aviation fleet”, *Transportation Research Part B: Methodological*, 53, 82-100, 2013.
- [12] J. F. O’Connell ve G. Williams, “Transformation of India’s Domestic Airlines: A case study of Indian Airlines, Jet Airways, Air Sahara and Air Deccan”, *Journal of Air Transport Management*, 12, 358-374, 2006.
- [13] K. Kiracı and M. Bakır, “Using the Multi Criteria Decision Making Methods in Aircraft Selection Problems and an Application”, *Journal of Transportation and Logistics*, 13-24, 2018.

- [14] M. Dursun, J. O'Connel, Z. Lei, D. Warnock Smith, "The transformation of a legacy carrier – A case study of Turkish Airlines", *Journal of Air Transport Management*, 40, 106-118, 2014.
- [15] L. Moir, G. Lohmann, "A quantitative means of comparing competitive advantage among airlines with heterogeneous business models: Analysis of U.S. airlines", *Journal of Air Transport Management*, 69, 72-82, 2018.
- [16] W. Wei and M. Hansen, "An aggregate demand model for air passenger traffic in the hub-and-spoke network", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, c. 40, 841-851, 2006.
- [17] X. Fageda, J. L. Jiménez, J. Perdiguero, ve K. Marrero, "Does market exit of a network airline affect airline prices and frequencies on tourist routes?", *Tourism Management*, 61, 465-471, 2017.
- [18] L. B. Bauer, D. Bloch, ve R. Merkert, "Ultra Long-Haul: An emerging business model accelerated by COVID-19", *Journal of Air Transport Management*, 89, 2020.
- [19] D. Bhadra, "Race to the bottom or swimming upstream: Performance analysis of US airlines", *Journal of Air Transport Management*, 15, 227-235, 2009.
- [20] V. Pai, "On the factors that affect airline flight frequency and aircraft size", *Journal of Air Transport Management*, 16, 169-177, 2010.
- [21] K. Wang, Q. Gong, X. Fu, ve X. Fan, "Frequency and aircraft size dynamics in a concentrated growth market: The case of the Chinese domestic market", *Journal of Air Transport Management*, 36, 50-58, 2014.
- [22] J. Daft and S. Albers, "An empirical analysis of airline business model convergence", *Journal of Air Transport Management*, 46, 3-11, 2015.
- [23] R. Merkert and D. Henscher, "The impact of strategic management and fleet planning on airline efficiency – A random effects Tobit model based on DEA efficiency scores", *Journal of Air Management*, 45, 686-695, 2011.
- [24] Boeing, "Boeing: Current Aircraft Finance Market Outlook".<https://www.boeing.com/company/key-orgs/boeing-capital/current-aircraft-financing-market.page> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [25] G. Martini and A. Manello, D. Scotti, "The influence of fleet mix, ownership and LCCs on airports' technical/environmental efficiency", *Journal of Air Transport Management*, 50, , 37-52, 2013.
- [26] J. K. Brueckner and C. Abreu, "Airline fuel usage and carbon emissions: Determining factors", *Journal of Air Transport Management*, 62, 10-17, 2017.
- [27] G. Bruno, E. Esposito, and A. Genovese, "A model for aircraft evaluation to support strategic decisions", *Expert Systems with Applications*, 42, 5580-5590, 2015.
- [28] S. Dožić, "Multi-criteria decision making methods: Application in the aviation industry", *Journal of Air Transport Management*, 79, 2019,
- [29] S. Dožić and M. Kalić, "An AHP Approach to Aircraft Selection Process", *Transportation Research Procedia*, 3, 165-174, 2014.
- [30] L. F. A. M. Gomes, J. E. de Mattos Fernandes, and J. C. C. B. S. de Mello, "A fuzzy stochastic approach to the multicriteria selection of an aircraft for regional chartering: A Fuzzy Stochastic Multicriteria Selection Of An Aircraft", *J. Adv. Transp.*, 48, 223-237, 2014.
- [31] M. A. Ilgin, "Aircraft Selection Using Linear Physical Programming", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 12, 121-128, 2019.
- [32] Y. Ozdemir, H. Basligil, and M. Karaca, "Aircraft Selection Using Analytic Network Process", *The World Congress on Engineering*, 8, 9-13, 2011
- [33] H. Semercioğlu and Hatice Hicret Özkoç, "Analitik Hiyerarşi Proses ile Desteklenmiş Sosyal Seçim Teorisi: Havayollarında Uçak Seçim Süreci", *Journal of Social Sciences and Humanities Researches*, 20, 67-92, 2019.
- [34] L. E. Teoh and Hooi Ling Khoo, "Airline Strategic Fleet Planning Framework", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 11, 2258-2276 2015.
- [35] Lufthansa, "Şimdi daha esnek biçimde rezervasyon yapın ve endişesizce uçuşun | Lufthansa".<https://www.lufthansa.com/tr/tr/homepage> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [36] Türk Hava Yolları, "Türk Hava Yolları ® | Dünyanın En Çok Ülkesine Uçan Havayolu". <https://www.turkishairlines.com/tr-tr/> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [37] British Airways | Book Flights, Holidays, City Breaks & Check In Online. https://www.britishairways.com/travel/home/public/en_us/ [Erişim Tarihi: 25-11-2021].

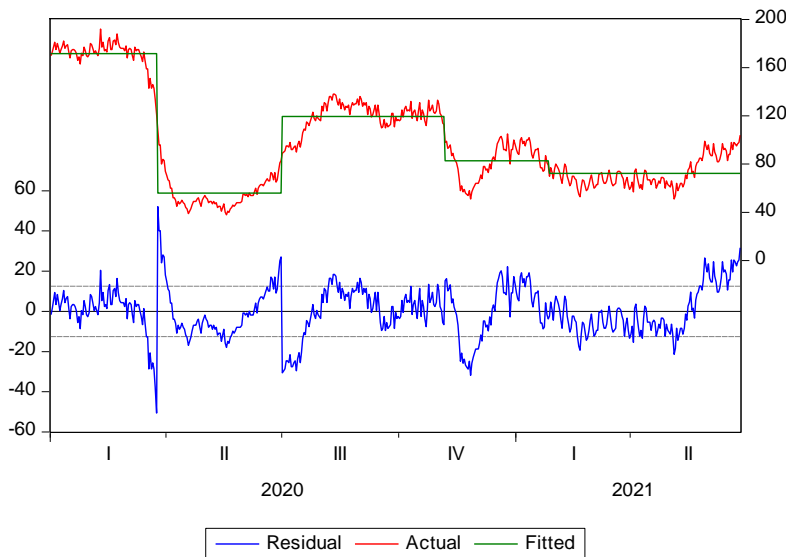
- [38] Air France - Air France portal sites. https://www.airfrance.com/indexCom_en.html (erişim Kas. 25, 2021).
- [39] KLM Royal Dutch Airlines – Flights | Vliegtickets | Flüge. <https://www.klm.com/> (erişim Kas. 25, 2021).
- [40] Pegasus, “Pegasus: İndirimli ve Ucuz Uçak Bileti Fiyatları ile Uçuş Ara”. <https://www.flypgs.com/> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [41] Easyjet, “easyJet | ekonomik seyahatler için ucuz uçak seferleri, otel ve araç kiralama rezervasyonları”. <https://www.easyjet.com/tr> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [42] Ryanair, “Official Ryanair website | Book direct for the lowest fares | Ryanair.com”. <https://www.ryanair.com/tr/en> [Erişim Tarihi: 25-11- 2021].
- [43] Vueling, “Vueling: cheap flights to major European cities - Vueling”. <https://www.vueling.com/en> [Erişim Tarihi: 25-11- 2021].
- [44] Wizz Air, “Official Wizz Air website | Book direct for the best prices”. <https://wizzair.com/> [Erişim Tarihi: 25-11-2021].
- [45] Structural breaks in time series - Aue - 2013 - Journal of Time Series Analysis - Wiley Online Library”. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9892.2012.00819.x> (Erişim Kas. 25, 2021).
- [46] S. Cro and A. Martins, “Structural breaks in international tourism demand: Are they caused by crises or disasters?”, *Tourism Management*, 63, 3-9, 2021.
- [47] M. Mert and A. E. Çağlar, *Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*. Ankara, Türkiye: Detay Yayıncılık, 2019.
- [48] N. Ç. Yavuz, “CO2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test With a Structural Break”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9, 229-235, 2014.
- [49] M. Lee, L. K. B. Li, and W. Song, “Analysis of direct operating cost of wide-body passenger aircraft: A parametric study based on Hong Kong”, *Chinese Journal of Aeronautics*, 32, 5, 1222-1243, 2019.

EKLER

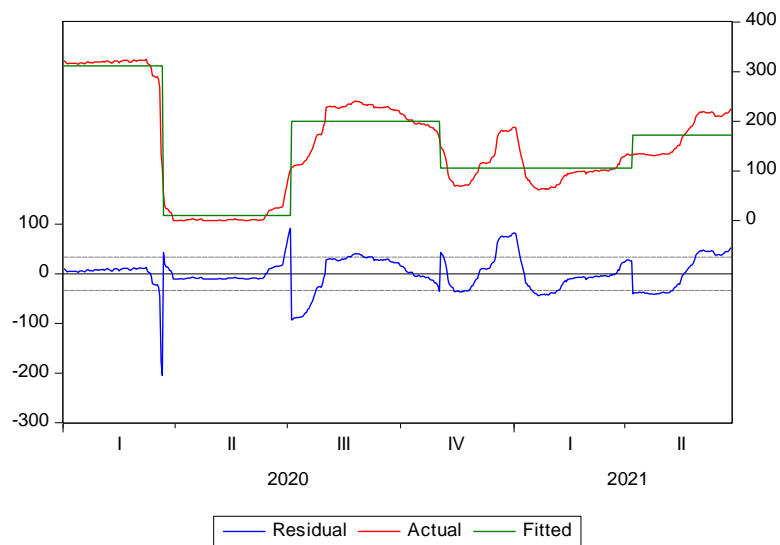
Air France



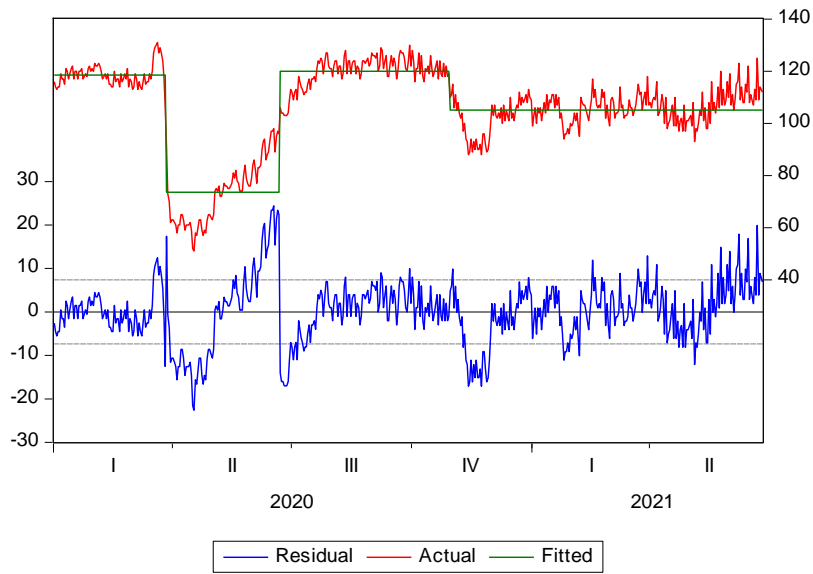
British Airways



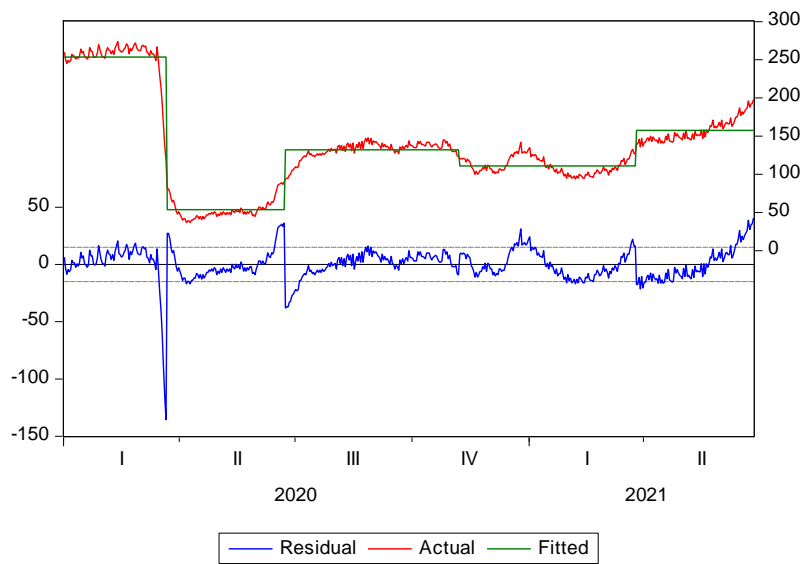
EasyJet



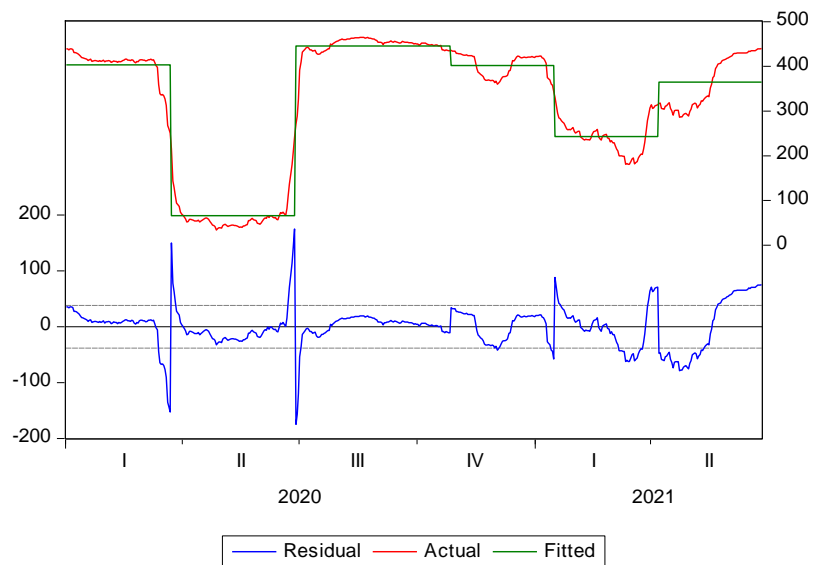
KLM



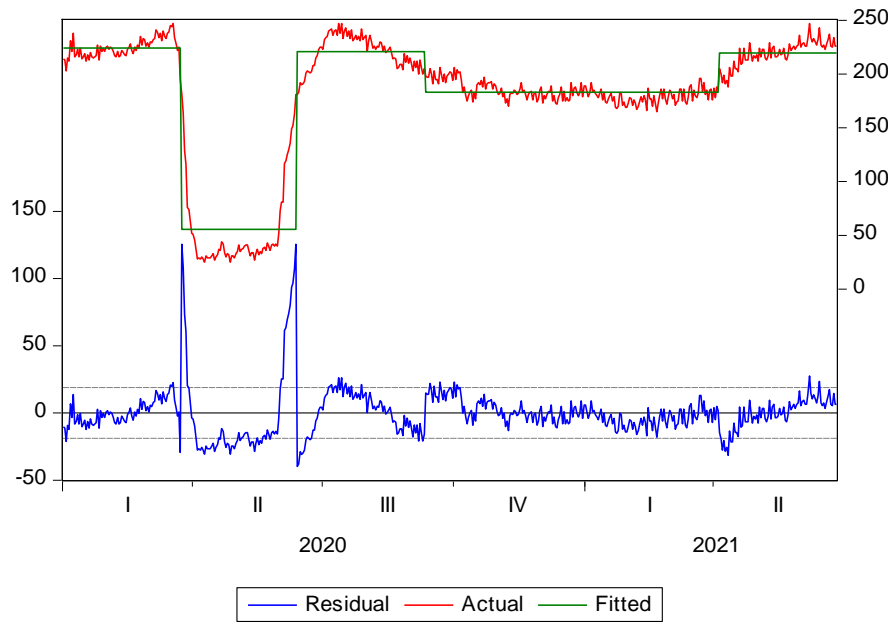
Lufthansa



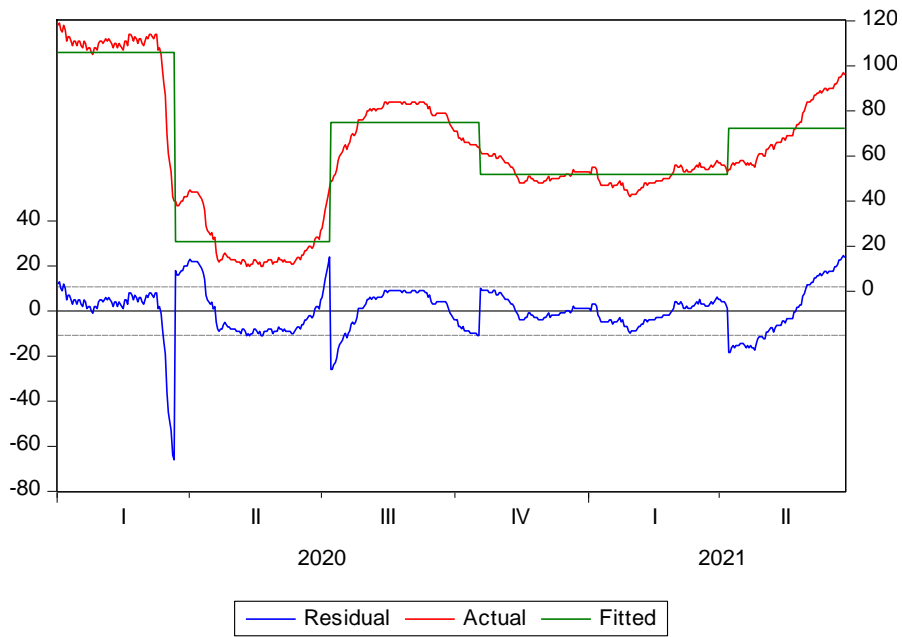
Ryan Air



THY



Vueling



Determinants of Dividend Payout Policies: Evidence from Airline Industry

Kasım KIRACI^{1*} 

¹ İskenderun Technical University, Department of Aviation Management, Hatay, Turkey

Abstract

The goal of this research is to uncover the financial factors that influence airline dividend payment policies. The panel data analysis method was used to analyze the financial data of 16 airlines from 2009 to 2018. In the study, the dividend payout of the airlines was used as the dependent variable. The independent variables of the study were determined as firm size, leverage ratio, tangible fixed assets, profitability level, market value, liquidity ratio, and corporate cash availability. The findings of the study reveal that in the airline industry, there is a strong link between corporate cash holdings and dividend payments. According to the findings, increased corporate cash availability results in a significant increase in dividend payments.

Keywords: Dividend payout policy, Airline industry, Panel data analysis, Financial determinants

1. Introduction

Dividend Payout policy is one of the most important issues in corporate finance and has an impact on various stakeholders such as managers and lenders. Studies on dividend payout policy focus on two critical issues. The first is about whether the dividend payout policy affects the value of the firm. The second is about the factors that determine the dividend payout policy [1]. The widespread belief that there is a positive relationship between dividend payout and firm value was reversed by the “Irrelevance Theory” put forward by Miller and Modigliani [2]. According to the Irrelevance Theory, in a perfectly competitive market, profit does not affect company value. In perfect capital market conditions, no transaction costs, no bankruptcy costs, rational investors, no taxes, no asymmetric information among investors,

and the availability of investment opportunities allow dividend payout to not affect company value [3]. Therefore, the value of the company is possible by investing the accumulated earnings of the company in projects with higher returns [4].

Companies can use the income they earn to buy assets for their operations. It can invest in the stock market or securities. In addition, it can be distributed to the shareholders to pay off their debts or in the form of cash dividends. Certain issues become important if the company decides to distribute its income to its shareholders. Determining the rate at which the after-tax income will be distributed to the shareholders is related to whether the distribution will be transferred to the shareholders as a cash dividend or by repurchasing some shares, and how stable the distribution should

Corresponding Author: Kasım Kiracı kasim.kiraci@iste.edu.tr

Citation: Kiracı K.(2021). Determinants of Dividend Payout Policies: Evidence from Airline Industry J. Aviat. 5 (2), 210-218.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-2061-171X>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1001443>

Received: 27 September 2021 **Accepted:** 22 November 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

be [5]. Despite many academic studies, uncertainty about the dividend payout policy continues. However, academic studies on dividend payout policy reveal theories such as irrelevance theory [2], signaling theory [6], bird in the hand theory [7], agency cost theory [8], [9], and tax clientele [10] caused it [11]. These theories have allowed a multifaceted study of dividend policy and firm behavior in the finance literature.

Dividend payout policy is related to companies and plays an important role in the financial decisions of the company. Therefore, it is extremely important to examine the factors that encourage managers to make dividend decisions [11]. In this study, we focused on the factors that determine dividend payout policy in the airline industry. Although there is immense literature on dividend payout policy in the literature, there is a limited number of studies examining this issue in the aviation industry. In addition, how dividend policy works in the aviation industry and revealing the determinants of dividend policy is vital for investors. Therefore, we expect this study to contribute to the literature in terms of revealing the dividend payout policy determinants and guiding investors.

The continuation of the work on determinants of dividend payout policies in the airline industry was organized as follows. In the second section, we included studies in the literature. In the third section, the method of the study was introduced. In the fourth section, the results of the empirical analysis were evaluated. The last section contains the results of the study.

2. Literature Review

Studies on experimental Dividend payout policy are based on the irrelevance theory put forward by Miller and Modigliani [2]. Subsequently, the empirical literature [12]–[15] has developed supporting irrelevance theory. Over time, the behavior of many companies dealing with dividend payout policy in different industries [1], [16] and countries [3], [5], [17]–[19] was analyzed.

Recent studies on dividend payout policy address this issue from different perspectives. etc; Wu et al., [20] analyzed the impact of ownership on dividend payout policy for family firms in the context of corporate ownership structure. Miller et al., [21], on the other hand, examined the effect of

payout decisions in the context of monitoring debtors for the family firm, institutional investors, and market preferences. (Kim et al., [22] investigated the impact of R&D on dividend payout policy in firms with financial constraints. Ding et al., [23] analyzed the correlation between dividend payout and CEO and CFO equity compensation across the firm lifecycle. Feng et al., [24] examined the firm's exposure to risk and dividend payment policies under an environment of uncertainty.

The dividend payout has been examined in recent academic studies in the context of legal, that is, shareholder litigation rights [25]. Empirical studies have been carried out [26] on liquidity extraction through dividends in times of crisis, where CEO debt policy is analyzed within the context of market structure and dividend payout policy. In addition, there are studies in the literature about oil shocks and dividend payout policy [27] and how dividend payout policy is affected in an environment of political uncertainty [28].

A limited number of studies have been done in the literature on the dividend payout policy in the airline industry. Moon et al., [29] focused on dividend payments and share repurchases. The findings showed that financial variables such as financial leverage, cash holdings, and firm size affect share repurchase. Another study is on the dividend payout policy of travel and entertainment companies in Western Europe [30]. According to the results, in addition to the traditional dividend payout policy, financial determinants such as capital intensity, intangibility, leverage rate, and tax rate affected the payout decision. The limited number of studies in the literature makes it necessary to examine this issue using up-to-date data on the dividend payout decision. In this study, we examined the dividend payout policy of large-scale airlines in the world with a large data set. Therefore, we think that it is original and will contribute to the literature.

3. Data Set and Method

In this study, we focused on the financial factors that determine the dividend payout. We analyzed the factors affecting dividend payout policy in the airline industry using the panel data analysis method. We benefited from the studies in the literature both in the determination of the variables and in the determination of the appropriate analysis

method. In the study, we analyzed the 2009-2018 financial data of 16 airlines. The list of analyzed airlines is attached. To ignore the impact of the

Covid-19 pandemic, we did not include data for 2019 and beyond. The details of the financial data we used in the study are given in table 1.

Table 1. Dependent and independent variables

Variable	Abbreviation	Calculation	Reference
Dividend Payout	PAYOUT	Dividends Per Share/ Earnings Per Share	[16], [31], [3]
Firm Size	SIZE	Log (Total Asset)	[11], [20], [32], [33]
Leverage	DEBT	Total Debt/Total Asset	[20], [32]–[34]
Tangibility	TANG	Property, Plant & Equip/Total Asset	[1], [35]
Profitability	PROF	EBIT/Total Asset	[20], [32], [34]
MV/A	MVTA	Market Value/ Total Asset	[28], [31]
Liquidity	LIQ	Current Asset/Current Liability	[16], [20], [32], [36]
Cash holding	CASH	Cash/Total Assets	[31], [19], [3]

While determining the variables in Table 1, we benefited from the articles in the literature. In the study, we employed dividend payout as the dependent variable. We found the dependent variable by proportioning dividends per share to earnings per share. The independent variables used in the study are in the table above. The model we created in the study is as follows.

$$PAYOUT_{it} = \beta_0 + \beta_1 SIZE_{it} + \beta_2 DEBT_{it} + \beta_3 TANG_{it} + \beta_4 PROF_{it} + \beta_5 MVTA_{it} + \beta_6 LIQ_{it} + \beta_7 CASH_{it} + \epsilon_{it} \quad (1.1)$$

PAYOUT is the dependent variable in the model. β is the slope parameter. The subscript i denotes units, that is, airlines. The t subscript shows time, that is, quarterly data.

We used panel data analysis as a method in the study. Panel data analysis includes periodic and unitary data of the variables. In this respect, it provides an advantage in financial analysis. In

general, the panel data model is shown in the figure below.

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it}X_{it} + \epsilon_{it} \quad (1.2)$$

Before applying panel data analysis, various pretests (cross-section dependency testing, unit root testing, and Heteroscedasticity etc.) pre-tests should be applied on the data. Therefore, after unit root tests, cross-section dependency tests, model determination tests, varying variance, and autocorrelation tests are performed, the model is estimated.

4. Findings

In this study, financial factors affecting airlines' dividend payout policy were analyzed. In the study, we used dividend payout as the dependent variable, firm size, leverage, tangibility, profitability, market value, liquidity, and cash holdings as the independent variables. The descriptive statistics of the variables we used in the study are as follows.

Table 2. Descriptive statistics

Variable	PAYOUT	DEBT	SIZE	TANG	PROF	MVTA	LIQ	CASH
Mean	0.2796	0.3924	6.8575	0.6188	0.0560	0.0004	0.8607	0.1397
Median	0.2574	0.4066	6.8937	0.6091	0.0516	0.0003	0.8389	0.1407
Maximum	7.9550	0.7936	7.6455	0.8847	0.2166	0.0013	2.7879	0.3401
Minimum	-8.2927	0.0426	5.2269	0.2986	-0.0446	0.0000	0.2026	0.0144
Std. Dev.	1.0124	0.1570	0.5823	0.1391	0.0401	0.0002	0.4290	0.0671
Skewness	-1.0929	-0.224	-0.7490	-0.0076	0.3415	1.4654	1.4803	0.1869
Kurtosis	54.298	2.9317	2.7761	2.4035	4.0981	5.8054	7.1086	2.6005
Jarque-Bera	17575	1.3759	15.295	2.3735	11.149	109.73	170.97	1.9956
Probability	0.0000	0.5026	0.0005	0.3052	0.0038	0.0000	0.0000	0.3687
Sum	44.741	62.789	1097.2	99.002	8.952	0.061	137.712	22.345
Sum Sq. Dev.	162.980	3.917	53.907	3.075	0.255	0.000	29.267	0.715
Observations	160	160	160	160	160	160	160	160

Table 2 contains descriptive statistics. The payout value of airlines is approximately 0.28 on average. The leverage level, which is the ratio of total liabilities to total assets, is 0.39 on average. The firm's profitability level is around 0.05 on

average. The profitability level is maximum of 0.21 and minimum of -0.04. This means that some airlines have negative EBIT in some periods. In airlines, the average liquidity is 0.86. This value is

close to the industry average. Cash holding in airlines is around 0.13 on average.

Table 3. Correlation matrix

	SIZE	d_DEBT	TANG	PROF	MVTA	LIQ	CASH
SIZE	1						
D_DEBT	-0.0170	1					
TANG	0.0753	0.0687	1				
PROF	-0.4185	-0.4963	-0.0835	1			
MVTA	-0.1785	0.0131	-0.0352	0.2183	1		
LIQ	-0.1242	-0.0496	-0.3463	0.0098	0.0906	1	
CASH	-0.2402	0.0150	-0.5613	0.1625	0.3014	0.5579	1

There should be no relationship between independent variables. For this, the correlation coefficients between the independent variables were examined to test the multicollinearity assumption. A high correlation coefficient between variables (0.80

and above) causes a multicollinearity problem. The correlation coefficient between the variables used in the study is low. Therefore, there is no multicollinearity problem.

Table 4. Cross-sectional dependence test

Variable	Test	Statistic	Prob.
PAYOUT	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	140.71	0.0952
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	0.304	0.7613
	Bias-adjusted CD test	-0.585	0.5585
	LM (Pesaran 2004 CD)	-1.058	0.2900
SIZE	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	563.32	0.0000
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	27.583	0.0000
	Bias-adjusted CD test	26.694	0.0000
	LM (Pesaran 2004 CD)	21.355	0.0000
DEBT	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	327.33	0.0000
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	12.351	0.0000
	Bias-adjusted CD test	11.462	0.0000
	LM (Pesaran 2004 CD)	0.733	0.4637
TANG	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	413.12	0.0000
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	17.888	0.0000
	Bias-adjusted CD test	16.999	0.0000
	LM (Pesaran 2004 CD)	0.953	0.3404
PROF	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	182.95	0.0002
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	3.031	0.0024
	Bias-adjusted CD test	2.142	0.0322
	LM (Pesaran 2004 CD)	0.762	0.4459
MVTA	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	224.35	0.0000
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	5.703	0.0000
	Bias-adjusted CD test	4.814	0.0000
	LM (Pesaran 2004 CD)	5.605	0.0000
LIQ	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	213.36	0.0000
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	4.994	0.0000
	Bias-adjusted CD test	4.105	0.0000
	LM (Pesaran 2004 CD)	7.545	0.0000
CASH	LM1 (Breusch, Pagan 1980)	239.69	0.0000
	LM2 (Pesaran 2004 CDlm)	6.693	0.0000
	Bias-adjusted CD test	5.804	0.0000
	LM (Pesaran 2004 CD)	5.865	0.0000

In Table 4, the presence of cross-sectional dependence between the Series was investigated with the Breusch-Pagan (1980) LM test, Pesaran (2004) CD and CDlm tests, and Bias-adjusted CD tests. According to the results of the cross-sectional dependence analysis, the probability value of the PAYOUT variable is greater than 0.05, which is considered the critical value. Therefore, there is no

cross-section dependency problem in the PAYOUT variable. For other variables, there is the problem of cross-section dependency. First-generation panel unit root tests were applied to test the stationarity of the PAYOUT variable. For other variables, second-generation panel unit root tests were applied to test the stationarity.

Table 5. First-generation panel unit root test

	Levin-Lin-Chu unit-root test			
	Constant		Constant and trend	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
PAYOUT	-4.6036	0.0000	-5.0287	0.0000
	Im, Pesaran and Shin W-stat			
	Constant		Constant and trend	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
	-3.5037	0.0002	-3.7327	0.0001
	ADF - Fisher unit-root test			
	Constant		Constant and trend	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
	63.9989	0.0007	45.9556	0.0525
	PP - Fisher unit-root test			
	Constant		Constant and trend	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
88.4724	0.0000	93.4102	0.0000	

Table 5 contains the results of first-generation panel unit root tests. The test results showed that the

PAYOUT variable was stationary at the level.

Table 6. Hadri & Kurozumi (2012) panel unit root test

Variable		Constant		Constant and trend	
		Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
SIZE	ZA_spac	-2.6606	[0.9961]	-2.1349	[0.9836]
	ZA_la	-2.2199	[0.9868]	-2.4690	[0.9932]
DEBT	ZA_spac	4.0139	[0.0000]	-1.2967	[0.9026]
	ZA_la	5.0314	[0.0000]	-0.0329	[0.5131]
D_DEBT	ZA_spac	1.2109	[0.1130]	0.4726	[0.3183]
	ZA_la	1.2852	[0.0994]	0.6347	[0.2628]
TANG	ZA_spac	-2.8546	[0.9978]	-2.1092	[0.9825]
	ZA_la	-2.6801	[0.9963]	-1.5497	[0.9394]
PROF	ZA_spac	-0.7305	[0.7674]	-1.3577	[0.9127]
	ZA_la	2.2137	[0.0134]	-0.0039	[0.5016]
MVTA	ZA_spac	-0.0831	[0.5331]	0.0243	[0.5097]
	ZA_la	0.4093	[0.3412]	1.3673	[0.0858]
LIQ	ZA_spac	-2.1204	[0.9830]	-0.9783	[0.8360]
	ZA_la	-3.5173	[0.9998]	-2.7050	[0.9966]
CASH	ZA_spac	-2.7251	[0.9968]	-2.5572	[0.9947]
	ZA_la	-2.8869	[0.9981]	-3.4384	[0.9997]

In Table 6, the second generation panel unit root test Hadri & Kurozumi (2012) was applied. All variables except the DEBT variable are stationary at the level. The DEBT variable became stationary at

the first difference. Therefore, we used the first difference of the DEBT variable in the analysis. We used the other variables level values.

Table 7. Model determination results

	F-test		LM Test	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
Cross-section F	1.3380	0.1916	0.2351	0.6278
Period F	1.2948	0.2533	0.0612	0.8046
Cross-Section/Period F	1.3204	0.1704	0.2963	0.5862

Table 7 has pattern determination test results. The results of the F test and LM test revealed that the classical model is more suitable against fixed effects and random-effects models. We used the classical model, namely the pooled model, as the model.

Table 8 includes heteroscedasticity and autocorrelation. In both heteroscedasticity and autocorrelation tests, the probe value is greater than 0.05, which is considered the critical value. Therefore, there is no heteroscedasticity and autocorrelation problem in the model

Table 8. Heteroscedasticity and autocorrelation tests results

Heteroscedasticity tests		
Test Type	Statistic	Prob.
White Test	18.31	0.9909
BP/CW Chi2(1)	37.86	0.0000
BP/CW F(1, 147)	1.280	0.2593
BP/CW Chi2(1) N*R2	1.290	0.2562
Autocorrelation test		
Test Type	Statistic	Prob.
Wooldridge (2002)	1.646	0.219

Table 9. Panel data analysis classical model estimation results

PAYOUT	Coef.	Std.Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
SIZE	-0.03547	0.17108	-0.21	0.836	-0.37379	0.30286
d_DEBT	-1.11474	1.76600	-0.63	0.529	-4.60711	2.37764
TANG	0.78728	0.75167	1.05	0.297	-0.69920	2.27376
PROF	-1.63556	2.86344	-0.57	0.569	-7.29818	4.02706
MVTA	372.906	380.216	0.98	0.328	-378.990	1124.81
LIQ	-0.10559	0.25498	-0.41	0.679	-0.60983	0.39865
CASH	3.63619	1.93859	1.88	0.063	-0.19749	7.46987
_cons	-0.43246	1.46014	-0.30	0.768	-3.31998	2.45505
Number of obs = 144		F(7, 136) = 1.00		R-squared = 0.0489		
Number of Groups: 16		Prob > F = 0.4349		Periods included: 9		

Table 9 presents the financial factors that affect the airline's dividend payout. Financial variables other than cash holding are not significant. There is a significant relationship between the cash holding variable and dividend payout policy. Cash holding has a positive impact on dividend payout policy. Therefore, as airlines' cash holdings increase, the dividend payout increases. Investors and shareholders can consider the cash holding factor when following the airline dividend payout policy.

5. Conclusion

Dividend payout policies has become critical for all industries, not just the airline industry. Investors, shareholders, and those planning to invest in the company follow the companies' dividend payout policy. Financial theories regarding the dividend payout policy suggest that the market value of the company is affected by it. In other words, how companies plan to use the income can be effective

in determining the value of their shares. Airlines can use this income to continue operations and invest in intangible assets such as aircraft.

In the publication of this, he can invest in securities by buying stocks, corporate or government bonds. Airlines can use the income they have to pay their debts and interest on the debt. Another use of income can be distributed to shareholders in the form of cash dividends. A few considerations become important if the company decides to distribute its income to its shareholders. First, the proportion of after-tax income to be distributed to shareholders needs to be determined. Second, it should be determined whether the distribution will be made as a cash dividend or by repurchasing some shares. Finally, the dividend is about how stable the distribution should be. All of these factors can affect the investment in the airline and its share market value. Therefore, in this study, we focused on the dividend payout policy in the airline industry.

In this study, we focused on the financial factors that affect dividend payout policy in the airline industry. In the study, we analyzed the 2009-2018 financial data of 16 airlines. To ignore the effect of the Covid-19 pandemic, we did not include data for 2019 and beyond. We used panel data analysis in the study. The study's findings show a significant relationship between cash holding and dividend payout policy. As airlines' cash holdings increases, the dividend payout increases. Therefore, the airline may consider the cash holding factor when following the dividend payout policy. In future studies, the effect of dividend payout policy can be analyzed according to the business model. In addition, it can be analyzed how the dividend payout policy has changed from the airline industry during the Covid-19 period.

Ethical Approval

Not applicable

References

[1] K. H. Singla and K. P. Samanta, "Determinants of dividend payout of construction companies: a panel data analysis," *J. Financ. Manag. Prop. Constr.*, vol. 24, no. 1, pp. 19–38, 2019.

[2] M. H. Miller and F. Modigliani, "Dividend Policy, Growth, and the Valuation of Shares," *J. Bus.*, vol. 34, no. 4, pp. 411–433, 1961,

Accessed: Sep. 11, 2021.

[3] M. Tahir and M. Mushtaq, "Determinants of Dividend Payout: Evidence from listed Oil and Gas Companies of Pakistan," *J. Asian Financ. Econ. Bus.*, vol. 3, no. 4, pp. 25–37, 2016.

[4] F. Bostanci, E. Kadioglu, and G. Sayilgan, "Financial Studies Determinants of Dividend Payout Decisions: A Dynamic Panel Data Analysis of Turkish Stock Market," *Int. J. Financ. Stud.*, vol. 6, no. 93, pp. 1–16, 2018.

[5] A. Gill, N. Biger, and R. Tibrewala, "Determinants of Dividend Payout Ratios: Evidence from United States," *Open Bus. J.*, vol. 3, pp. 8–14, 2010, Accessed: Sep. 10, 2021.

[6] S. Bhattacharya, "Imperfect Information, Dividend Policy, and 'The Bird in the Hand' Fallacy," *Bell J. Econ.*, vol. 10, no. 1, p. 259, 1979.

[7] J. Lintner, "Distribution of Incomes of Corporations Among Dividends, Retained Earnings, and Taxes," *Am. Econ. Rev.*, vol. 46, no. 2, pp. 97–113, 1956.

[8] M. C. Jensen, "Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers," *Am. Econ. Rev.*, vol. 76, no. 2, pp. 323–329, 1986.

[9] F. H. Easterbrook, "Two Agency-Cost Explanations of Dividends," *Am. Econ. Rev.*, vol. 74, no. 4, pp. 650–659, 1984.

[10] E. J. Elton and M. J. Gruber, "Marginal stockholder tax rates and the clientele effect," *Rev. Econ. Stat.*, vol. 52, no. 1, pp. 68–74, 1970, Accessed: Sep. 12, 2021.

[11] P. S. T. Bhanu and M. Kannadhasan, "Determinants of dividend payout of Indian manufacturing companies A quantile regression approach," *J. Indian Bus. Res.*, vol. 10, no. 4, pp. 364–376, 2018.

[12] P. L. Bernstein, "Dividends : The Puzzle," *J. Appl. Corp. Financ.*, vol. 9, no. 1, pp. 16–22, Mar. 1996.

[13] [13] F. Black and M. Scholes, "The effects of dividend yield and dividend policy on common stock prices and returns," *J. financ. econ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–22, May 1974.

[14] M. H. Miller, "Behavioral Rationality in Finance: The Case of Dividends," *J. Bus.*, vol. 59, no. 4, pp. 451–468, 1986, Accessed: Sep. 14, 2021.

[15] M. H. Miller and M. S. Scholes, "Dividends and Taxes: Some Empirical Evidence," <https://doi.org/10.1086/261114>, vol. 90, no. 6,

pp. 1118–1141, Oct. 1982.

- [16] K. Imran, “Determinants of Dividend Payout Policy: A Case of Pakistan Engineering Sector,” *Rom. Econ. J.*, vol. XIV, no. 41, pp. 47–60, 2011.
- [17] B. Yang, H.-I. Chou, and J. Zhao, “Innovation or dividend payout: Evidence from China,” *Int. Rev. Econ. Financ.*, vol. 68, pp. 180–203, 2001.
- [18] M. Amidu and J. Abor, “Determinants of dividend payout ratios in Ghana,” *J. risk Financ.*, vol. 7, no. 2, pp. 136–145, 2006.
- [19] E. Elyasiani, J. Jia, and H. Movaghari, “Determinants of dividend payout and dividend propensity in an emerging market, Iran: an application of the LASSO,” *Appl. Econ.*, vol. 51, no. 42, pp. 4576–4596, 2019.
- [20] M. Wu, Y. Ni, and P. Huang, “Dividend payouts and family-controlled firms-The effect of culture on business,” *Q. Rev. Econ. Financ.*, vol. 75, pp. 221–228, 2019.
- [21] D. Miller, M. D. Amore, F. Quarato, and G. Corbetta, “Family Ownership Dispersion and Dividend Payout in Family Firms,” *J. Fam. Bus. Strateg.*, vol. 12, no. 3, pp. 1–7, 2021.
- [22] J. M. Kim, I. Yang, T. Yang, and P. Koveos, “The impact of R&D intensity, financial constraints, and dividend payout policy on firm value,” *Financ. Res. Lett.*, vol. 40, p. 101802, May 2021.
- [23] C. Ding, C. Yeing Ho, and M. Chang, “CEO and CFO equity compensation and dividend payout over the firm lifecycle,” *Glob. Financ. J.*, vol. 49, p. 100562, 2021.
- [24] Y. Feng, J. Zhu, and T. K. Siu, “Optimal risk exposure and dividend payout policies under model uncertainty,” *Insur. Math. Econ.*, vol. 100, pp. 1–29, Sep. 2021.
- [25] T. K. Do, “Shareholder litigation rights and corporate payout policy: Evidence from universal demand laws,” *Res. Int. Bus. Financ.*, vol. 58, p. 101440, Dec. 2021.
- [26] W. Huang, J. W. Goodell, and A. Goyal, “In times of crisis does ownership matter? Liquidity extraction through dividends during the 2007–2009 financial crisis,” *J. Int. Financ. Mark. Institutions Money*, vol. 73, p. 101380, Jul. 2021.
- [27] J. B. Wong and M. M. Hasan, “Oil shocks and corporate payouts,” *Energy Econ.*, vol. 99, p. 105315, Jul. 2021.
- [28] N. Attig, S. El Ghouli, O. Guedhami, and X. Zheng, “Dividends and economic policy uncertainty: International evidence,” *J. Corp. Financ.*, vol. 66, p. 101785, Feb. 2021.
- [29] J. Moon, W. S. Lee, and J. Dattilo, “Determinants of the payout decision in the airline industry,” *J. Air Transp. Manag.*, vol. 42, pp. 282–288, 2015.
- [30] M. Bahreini and C. Adaoglu, “Dividend payouts of travel and leisure companies in Western Europe: An analysis of the determinants,” vol. 24, no. 7, pp. 801–820, Jun. 2018.
- [31] X. Yu, Y. Wang, Y. Chen, and G. Wang, “Dividend payouts and catering to demands: Evidence from a dividend tax reform,” *Int. Rev. Financ. Anal.*, vol. 77, pp. 1057–5219, 2021.
- [32] J. Byrne and T. O’connor, “How do creditors respond to disclosure quality? Evidence from corporate dividend payouts,” *J. Int. Financ. Mark. Institutions Money*, vol. 49, pp. 154–172, 2017.
- [33] Y. M. Choi and K. Park, “Does foreign currency-denominated debt affect dividend payout policy? Evidence from Korea,” *J. Multinat. Financ. Manag.*, vol. 49, pp. 20–34, 2019.
- [34] E. Nuhu, A. Musah, and D. B. Senyo, “Determinants of Dividend Payout of Financial Firms and Non-Financial Firms in Ghana,” *Int. J. Acad. Res. Account.*, vol. 4, no. 3, pp. 109–118, 2014.
- [35] B. Al-Najjar and K. Hussainey, “The association between dividend payout and outside directorships,” *J. Appl. Account. Res.*, vol. 10, no. 1, pp. 4–19, 2009.
- [36] C.-C. Teng, S. Li, and J. J. Yang, “Family control, external governance mechanisms, and dividend payouts,” *Q. Rev. Econ. Financ.*, vol. 79, pp. 198–209, 2021.

Appendix**Table:** Airline List

ID	AIRLINE	ID	AIRLINE
1	AEROFLOT	9	SHANDONG AIRLINES
2	AIR CHINA	10	COMAIR
3	AIR NEW ZEALAND	11	COPA HOLDINGS
4	ANA HOLDINGS	12	LUFTHANSA
5	AVIANCA	13	ICELANDAIR
6	CATHAY PACIFIC AIR	14	LATAM AIRLINES
7	CHINA SOUTHERN AIR	15	SINGAPORE AIRLINES
8	HAINAN AIRLINES	16	SKYWEST

Value Co-Creation and Passenger Loyalty in the Context of the DART Model: The Mediating Role of Perceived Service Newness

İnci POLAT^{1*} 

¹ Süleyman Demirel University, Department of Aviation Management, Isparta, Turkey

Abstract

The purpose of the study is to reveal the effect of value co-creation within the scope of the DART model, which consists of Dialogue, Access, Risk Assessment, and Transparency on perceived service newness and loyalty. In addition, it is aimed to determine the mediating role of perceived service newness between value co-creation and passenger loyalty. For this purpose, the data collected by the online and convenience sampling method from the passengers who travel airlines. The data is subjected to reliability analysis and confirmatory factor analysis in order to discover the variables that make up the dimensions in the study model. The relationship in the study model is evaluated by using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) via the SmartPLS 3.0 package program. The findings show that value co-creation has an impact on the perceived service newness and loyalty. This study found also mediating effect of perceived service newness in the relation between value co-creation and loyalty. The study contributed the understanding of value co-creation from the passenger perspective to the value co-creation literature by using the DART model. The study also provides theoretical and managerial contributions to manage the value co-creation process effectively and efficiently.

Keywords: Value co-creation, perceived service newness, loyalty, DART model, passenger

1. Introduction

The airline industry, which is among the intangible service industries [1-2] has a significant impact on the world economy through direct and indirect ways. The increase in also the competitive threats in the airline industry, as well as the economic effects in the service sector [3], brought about the necessity of understanding the actors in the airline ecosystem. The concerns of service providers to provide high-quality service to customers in their ecosystems lead to the development of innovation culture and the

differentiation of the role of customers in the acceptance of these processes. Customers as one of the cornerstones of service innovation processes [4], participate in production processes as the co-creator of value by shaping processes related to perception and loyalty regarding innovation [5].

The developments in marketing thinking have transformed to the participation of customers in the production of goods and services instead of the traditional view of observing consumers and producers separately. This transformation shows

Corresponding Author: İnci Polat incisesliokuyucu@sdu.edu.tr

Citation: Polat İ. (2021). Value Co-Creation and Passenger Loyalty in the Context of the DART Model: The Mediating Role of Perceived Service Newness J. Aviat. 5 (2), 219-229.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0003-4052-2009>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1001127>

Received: 27 September 2021 **Accepted:** 26 November 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

that the value that consumers create with businesses in developing innovative services is an active collaboration. Customers' experiences and perceptions are at the forefront [6] to determine value on the basis of Service-Dominant (S-D) logic which defines customers not as passive buyers of value, but as actors playing an active role in value creation [7-8]. The influencing of the service produced by each individual who actively participates in the joint creation of value [9-10] helps businesses gain new competencies and move to a more competitive structure [11]. The DART model, which deals with the context of Dialogue, Access, Risk Assessment, and Transparency between the actors in the value co-creation process, is an important strategy for improving customer loyalty and facilitating the formulation of perceived innovation. As businesses establish a deep relationship with customers through interaction, the customer is expected to be the co-creator of value and contribute to the formulation of innovation strategy by businesses. The innovation strategy comprised by co-creating value will increase the scope of customer loyalty and will ensure that both parties gain in short and long-term interactions in today's competitive world. Along with there are few studies on the effect of the shared value creation process of airlines with their customers on customer loyalty, research on the mediating role of perceived service newness in these relationships is limited. The study plans to make an empirical contribution to the literature examining the connection between innovation and co-creation in a theoretical framework. This study empirically tests these relationships by asking the following research questions:

RQ1. Does value co-creation with their customer of the airline business have an impact on passenger loyalty?

RQ2. Does the value co-creation with their customer of the airline business have an impact on perceived service newness?

RQ3. Does perceived service newness mediate between value co-creation and passenger loyalty?

In this context, the study aims to examine the mediating role of perceived service newness on the

value co-creation process and passenger loyalty within the scope of the DART model. The second section of the study includes a literature review on value co-creation, perceived service newness, and customer loyalty. In the following sections, the methodology, findings, and implications of the study are presented.

2. Literature

Value Co-Creation

S-D logic which considers as a cornerstone of the interaction between actors in the production [12] shapes the value creation process differently from the goods-dominant logic. The value-based on S-D logic is co-created with customers, not in production and distribution processes [6]. The value created by interactive actions that take into account specific needs and wishes for both businesses and customers [13] transforms the customer beyond purchasing into a relational partner and a co-creator [14-5]. Co-creation, which consists of the contributions of the actors inside and outside the business in many aspects such as ideas, design, etc. [9-15] enables businesses to focus on processes that maximize customer participation in customizing their services [16]. Value, which is defined subjectively by the customer and the supplier, is also considered a concept that cannot be measured in monetary terms [17]. The value produced through collective actions and interactions is experienced subjectively [18].

According to the S-D logic, which argues that the relationship between actors is performed routinely and unconsciously, value co-creation consists of processes that include procedures, tasks, mechanisms, and interactions [8]. The co-created value as a result of the mutual interaction of the actors has been discussed by Prahalad and Ramaswamy (2004) within the scope of the DART model, which consists of the subtitles of Dialogue, Access, Risk Assessment, and Transparency. According to the DART model, all actors should become equal stakeholders by interactive cooperation and be ready to share information [19].

The concept of dialogue, which expresses the willingness for mutual interactions and common agreement between all actors in the service

ecosystem [20], especially affects the value co-creation as a result of feedback on service delivery. Mutual dialogue, which plays an important role in the recognition of consumer experience in the social, emotional, and cultural context of businesses, provides interaction, participation, equal communication, and learning opportunities for actors [21]. The value co-creation process is facilitated by access, which allows actors to have the information and/or skills to assist them to build their own experiences [22-20]. Providing actors with information at all stages of the co-creation process, from design to experience, will pave the path for effective co-creation [23]. Risk assessment, which expresses more information about costs and benefits to actors in the co-creation process, enables informed decisions about risks in the value co-creation process [20]. The fact that actors have detailed information about risks will lead them to take more responsibility in the management of these risks by increasing their perception of being a co-creator of value [22]. Transparency minimizes knowledge asymmetry between the actors, which is crucial given that these three basic concepts (dialogue, access, and risk assessment) play an active role in value co-creation [12]. The tendency of businesses to be more upfront and transparent in their interactions increases the willingness of customers to accept service quality [19]. The DART model plays a significant role in improving consumer attitudes and behaviors toward value co-creation by emphasizing the relevance of four fundamental aspects in the collaborative production of value by actors.

Value Co-Creation – Perceived Service Newness

Attitudes and behaviors developed by the actors in the DART model also allow for the co-creation of value and differentiation of the innovation strategy. As the relationship between actors strengthens as a result of effective interaction, innovation processes are formulated [24]. Innovation, which refers to the processes that lead to differentiation of service among businesses; defines businesses that have the ability to be prone to new ideas, services, processes and promotions [25-26]. While the traditional perspectives of innovation are based on technical and functional criteria, the service-oriented

innovation approach views the customer as a key participant in the production of value and expresses the presentation and development of new experiences [26]. Customer perception is the most significant factor in the emergence of an innovation [27]. Innovation processes determined by consumers' perceptions explain how new a product and/or service is. Perceived innovation, which expresses customer knowledge of the degree of innovation and the development of existing alternative products and/or services rather than innovations in the product's basic features [28], is effective in a business' value co-creation process with their customers in line with their capabilities. Businesses develop their innovative capabilities and meet customer demands as a result of mutual interactions with actors taking an active role in value co-creation [29-24]. As a result of interactions, customers play an active role in product and/or service development and innovation processes as both consumers and co-creators of value [30]. Mutual dialogues at every stage from product design to delivery improve interactive co-learning between actors [8-31]. Co-learning processes enable participation in steps such as design, development, quality and the accessibility of value chain and service information and the assessment of risks associated with the processes [32]. The parties will profit from the interactions between the actors. As a result, innovation processes will be possible if they are implemented in a way that leads to value co-creation, transparency, and the elimination of information asymmetry. Thus, there is a relationship between the value co-creation behavior and innovation in services with a S-D logic. In this context, the H₁ hypothesis of the study was developed as follows:

H₁: Value co-creation influences perceived service newness in a positive and significant way

Value Co-Creation – Loyalty

Customers' desire to establish long-term relationships with businesses and to recommend the business to others in the context of service marketing is defined as loyalty [33-34]. Loyalty supports the competitive advantages of businesses in the field they operate in and is shown among

intangible assets [35]. A high level of loyalty causes customers to prefer the same product and/or service providers as much as possible and to recommend these providers to their friends, family, etc. by developing positive attitudes towards them [36]. The loyalty that emerges through behaviors and attitudes offers opportunities for businesses to create a positive image perception and expand their sphere of influence. Customer loyalty, which is associated with rational and emotional contexts in the studies in the literature, can play a directly influential role in the context of interactional relationships [35-34]. Value co-creation is supported as a result of improved interaction between actors, and businesses acquire a sustainable competitive edge [37]. The interactive process that emerges as a result of the co-creation of value facilitates customers' access to the service system and to have sufficient information about the risks that may arise as a result of the process [38-39]. The fact that the information flow between the actors becomes symmetrical will lead to an increase in mutual trust and in loyalty in the value co-creation process. Therefore, the value co-creation process is expected to have a significant impact on loyalty:

H₂: Value co-creation influences loyalty in a positive and significant way

Perceived Service Newness (PSN) – Loyalty

While service innovation is defined as the launch of a new service or the extension of an existing one that benefits the organization [40], loyalty is expressed as the willingness and determination of customers to stay with a service provider and maintain a long-term relationship with the business [41]. Loyal customers have an emotional attachment to the products/services and no other business offering a better deal can attract their attention [42]. Because service innovation may readily boost customer loyalty, related research suggests that businesses should place a greater emphasis on innovative activities [43-44-45-46]. Thus, in order to effectively develop client loyalty, businesses must have an innovative understanding and work in this direction. As a result of the above-mentioned connected investigations and literature evaluations, the following hypothesis was formed:

H₃: Perceived service newness influences loyalty in a positive and significant way

Mediating Role of Perceived Service Newness (PSN)

Businesses provide service solutions in collaboration with their customers. By segmenting target customers and evaluating customer data, they may distinguish innovative customers. They communicate with customers and include them in current innovation processes to alter corporate operations. They also motivate people to participate in activities that will help them better their products and services [47]. Value co-creation with customers of organizations leads in service innovation, which makes customers more loyal to the business [48]. Service innovation enables businesses to establish a positive relationship by meeting the needs and desires of customers [49]. This reveals a positive effect of customer satisfaction on re-contracting and referral, which represent loyalty [50]. As a result, customers and service providers pay attention to the mediating role of perceived service innovation between value co-creation and customer loyalty. In this study, examining the mediating role of perceived service innovation between passenger loyalty and the value co-creation by airlines with their passengers, the following hypothesis is proposed:

H₄: Perceived service newness has a mediating role between value co-creation and loyalty.

3. Methodology

Research instrument

Dialogue (DIA-9 items), access (ACC-3 items), risk (RISK-7 items) and transparency (TRA-4 items) from Albinsson et al. (2016) [20] were adapted to measure DART model. This study is used perceived service newness (PSN-4 items) scale by Lowe and Alpert (2015) [28], and the loyalty (LOY-4 items) scale developed by Srinivasan et al. (2002) [51]. A five-point Likert scale was used to measure all the statements in the study (1 to “strongly disagree” and 5 to “strongly agree”).

Sampling and data collection

Data were collected from a sample of airline passengers by using an online survey. A total of 317 returns were received from the survey. However, 101 uncompleted and invalid questionnaires were excluded from the analysis. As a result, 216 responses were, finally, retained. In terms of demographics (Table 1), 47,2% of the respondents were female, whereas 42,1% were male and 10,6% were unanswerd. 25,0% of the respondents are in the 30-35 years, and 22,2% are in the 24-29 years of age group. 29,2% of the respondents worked in the private sector, 24,5% worked in a public institution, and 13,9% worked as self-employed. 20,4% of the respondents had an average monthly household income between 4000TL and 6000TL. The vast majority of participants (45,4 %) had a bachelor's degree, while 16,2 % had a master's degree and 10,2% had a Ph.D. degree.

Table 1. Demographic characteristics of the participants

Variable	Values	%	Variable	Values	%
Gender	Female	47,2	Age	18-23	11,1
	Male	42,1		24-29	22,2
	NA	10,6		30-35	25,0
Work	Public	24,5	Household Income	36-41	15,7
	Private	29,2		>42	13,9
	Self-employment	13,9		NA	10,6
	Other	21,3		<4000TL	24,5
Education	NA	10,6	4000-6000	20,4	
	High school	16,2	6001-8000	18,1	
	Bachelor	45,4	8001-10000	12,0	
	Master	16,2	>10000	13,4	
	PhD	10,2	NA	10,6	
	NA	10,6			

4. Results and Discussion

The validity and reliability of the variables were tested using factor analysis, and the PLS method

was employed in the study. The factor loads of each factor were found to be in agreement with the values established in the literature as a result of the variable factor analysis [52]. The study utilized composite reliability (CR), Cronbach's Alpha, and rho A with a cut-off value of 0.7 to determine the reliability. The findings show that all variables are reliable and valid, as shown in Table 2.

Table 2. Confirmatory factor analysis and reliability of constructs

Items	Loadings	AVE	α	CR	rho_A
DIA1	0,755				
DIA2	0,870				
DIA3	0,767				
DIA4	0,836				
DIA5	0,757	0,677	0,949	0,949	0,952
DIA6	0,724				
DIA7	0,884				
DIA8	0,880				
DIA9	0,909				
ACC1	0,826				
ACC2	0,858	0,645	0,841	0,844	0,850
ACC3	0,718				
RISK1	0,771				
RISK2	0,805				
RISK3	0,759				
RISK4	0,783	0,688	0,939	0,939	0,940
RISK5	0,731				
RISK6	0,799				
RISK7	0,812				
TRA1	0,689				
TRA2	0,767	0,641	0,873	0,876	0,881
TRA3	0,762				
TRA4	0,645				
PSN1	0,783				
PSN2	0,818	0,736	0,918	0,918	0,922
PSN3	0,931				
PSN4	0,893				
LOY1	0,729				
LOY2	0,868	0,700	0,901	0,903	0,908
LOY3	0,851				
LOY4	0,890				

Structural model

PLS-SEM (Least Squares-Structural Equation Modeling) analysis was performed using the SmartPLS 3.0 package program in order to test the working hypotheses in line with the data obtained from the questionnaire. PLS-SEM was preferred because it minimizes unexplained variance, is a non-parametric method and does not have a normal distribution condition [53]. The average value

extracted (AVE) was used to determine convergent validity, with a proposed cut-off of 0.5 [54-55]. The Heterotrait–Monotrait ratio (HTMT), which is defined as an estimate for factor correlation, was used to assess discriminant validity (more precisely, an upper boundary). HTMT shows established discriminant validity metrics in Monte Carlo simulations [56] and it should be smaller than the value of 1 [57]. As shown in Table 3 all HTMT values 0.84 and it assures discriminant validity.

Table 3. Discriminant validity

Fornell and Larcker	1	2	3	4	5	6
DIA	0.823					
ACC	0.690	0.803				
RISK	0.781	0.770	0.830			
TRA	0.629	0.784	0.807	0.800		
PSN	0.623	0.635	0.669	0.642	0.858	
LOY	0.492	0.448	0.557	0.469	0.655	0.837
HTMT	1	2	3	4	5	6
DIA						
ACC	0.687					
RISK	0.777	0.773				
TRA	0.627	0.791	0.811			
PSN	0.620	0.639	0.670	0.645		
LOY	0.497	0.451	0.558	0.472	0.650	

All variables' variance inflation factors (VIF) were less than the threshold value of 5 [53]. As a result, a critical threshold of predictor constructs has not been reached (Table 4).

Table 4. Inner VIF values of the structural model

	Loyalty
Loyalty	-----
DART model	2,036
Perceived Service Newness	2,036

Hypothesis Testing

The direct and indirect effects in the structural model were assessed using route coefficient through 5000 bootstrapping after factor analysis and goodness of fit testing. The direct and indirect

influence of the DART model on loyalty via perceived service newness is seen in Table 5.

Table 5. Results of structural equation modeling

Direct Hypotheses	Beta	t-value	p-value	Decision
DART → PSN	0.713	18.139	0,000	Supported
DART → Loyalty	0.185	2.020	0,043	Supported
PSN → Loyalty	0.523	5.598	0,000	Supported

Figure 1 also shows the findings of the route coefficients. The DART model has direct and positive effects on perceived service newness (H₁; β= 0.713, p<0.000) and loyalty (H₂; β= 0.185, p<0.043), according to the findings. Simultaneously, perceived service newness has a direct and positive effect on loyalty (H₃; β= 0.523, p<0.000).

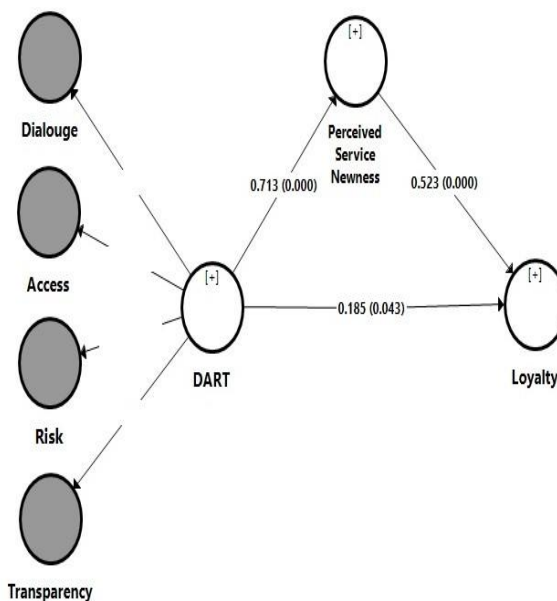


Figure 1. Structural Model

Mediating effect of perceived service newness

The bootstrapping approach was used to investigate the mediator effect [58] of perceived service newness on the DART model and loyalty relationship. The outcomes are shown in Table 6. The link between the DART model and loyalty is significantly mediated by perceived service

newness. As a result, the H₄ hypothesis was confirmed.

Table 6. Results of the mediation analysis

Mediation Hypotheses	Standardized Estimate	Lower	Upper	p-value	VAF value
DART →PSN→ Loyalty	0.373	0.234	0.527	0,000	0,668
Mediation effect	Partial mediation				
Decision	Supported				

5. Conclusion

The study aims to reveal value co-creation on perceived service newness and loyalty in the airline service system on the based S-D logic. In the study, the findings obtained by aiming to test the mediating role of perceived service newness between value co-creation and loyalty were examined under three main headings. First, passengers' perceptions of service innovation given by businesses as part of value co-creation were assessed. The findings show that the value co-creation has a statistically significant effect on the perceived service newness by the passengers. The service concept's unique characteristics in terms of service innovations, such as novelty and relative advantage, give new methods for the service provider to offer its value proposition. The increase in the interaction between airline companies and passengers will result in an increase in the perception of innovations. The value co-created with the passengers related to the service will also contribute to the service improvement and development processes by offering co-learning opportunities to the businesses. Increasing mutual information accessibility as a result of interaction between actors will enable more focus on processes such as product design, product development, and quality management [32]. Furthermore, symmetrical information sharing will facilitate to detect risks in airline-passenger interactions and to risk assessment of mutual sharing in service-related innovations. Therefore, it can be stated that the relationship between value co-creation and

perceived service newness is in line with the literature [4-59].

Secondly, the effect of value co-creation on customer loyalty was examined and the findings revealed that value co-creation affected customer loyalty statistically significant and positive. As the value co-creation behavior develops as a consequence of increased reciprocal interaction between the actors, airline businesses' short and long-term growth and competitiveness become stronger. The symmetry of information sharing in the interaction between the airline and the passenger and the accessibility of this information by the actors will ensure the continuation of customer loyalty by leading to the development of mutual trust [60]. The active role of passengers in the process of creating shared value will lead to the development of airline businesses and provide an opportunity to offer new, pioneering and impressive products and services [61]. As a result, existing passengers will be loyal, and potential passengers will choose the company. Reasons such as the high costs of abandoning service providers in the airline service system will lead to the perception of the passengers that the service meets their unique and hidden needs. Co-created value with passengers will contribute to improved loyalty to the airline and the ability to advise additional potential passengers at this time [62-63]. Furthermore, transparency in interaction processes will increase loyalty by lowering the barriers to risk assessment for all actors.

Finally, the mediated effect was evaluated in the study. In this context, the mediating role of perceived service newness in airline companies' value co-creation with passengers and loyalty trends were examined. The results show that the perceived service newness variable has a mediating role in the relationship between value co-creation and loyalty. In summary, the results of the research show that value co-creation is effective on passenger behavior. Therefore, determining the reasons for value co-creation and structuring improvement and development initiatives in this direction will improve customer loyalty and will help the customer to transform their perception of innovation into loyalty.

The equality of the participants in the airline service system, as well as the fact that both sides are vulnerable to disputes and tensions, is pre-acceptance in the dialogue process between the actors. In order to foster discussion toward equality and find scenarios that disclose and accept each participant's priorities, organizations must operationalize their relational responsibilities in dealing with their consumers as part of the value co-creation process [64]. Thus, the coordination of discourse and the synchronization of viewpoints and customized meaning discovery, which offers time and latency for dialogue, results in a shared resource for reciprocal knowledge flow and a mutual comprehension of priorities. The airline-passenger interactions are the most intense relationship networks in the airline service system, and these interactions benefit both parties by allowing them to participate in product and service development processes. Passengers' direct and indirect participation in the creation of new products and services will result in the development of new product and service processes perceptions. Passengers will begin to evaluate the business after experiencing the existing and new services offered in airline-passenger interaction. Web sites, airport desks, in-flight services, and other actors in the service system (employees) will become co-creators of value by companies as a result of stimuli such as the services given to passengers. Service-related reciprocal implicit learning processes create a perception of cognitive and affective value and service innovation in the memory of passengers [65]. In this context, the upfront, accessible, and transparent interactions between the actors will ensure that the information regarding the risks (the actors may face) is complete and will increase the perception of service innovation.

Understanding the influence of value co-creation processes on passenger loyalty as a result of interactions with actors in the airline service system will provide new insights on a variety of topics, including loyalty and purchasing habits. Increasing interaction with different passenger profiles and developing a more participatory value co-creation process will also affect the competitiveness of businesses and positively affect the development of

management styles and new business models. Loyalty, which is basically shaped by passenger experiences [66], will create an area of attraction for other potential passengers as a result of the continuation of airline-passenger interaction and mutual trust in the long run. Adopting the culture of value co-creation by service providers will help to use resources effectively by improving their competitiveness. Understanding that value co-creation by businesses and employees with customers leads to service innovation and customer loyalty may help airline management increase customer loyalty by developing stronger value co-creation strategies. It is necessary to reevaluate the mindset of the organization on the basis of S-D logic and to adopt this understanding to employees at all levels of the business.

There are limitations to the research findings that should be considered in future research, in addition to their theoretical and practical contributions. The first of these limitations is that the study used convenience sampling and online participation in the sample collection method. Expanding the sample to be selected for the model and reaching more participants are important for the generalizability of the study. Another limitation is that the effect of demographic variables used in the study model was not examined. In this context, the demographic characteristics of the participants and the addition of new variables in future studies will play an active role in seeking answers to different questions in the field.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] T. J. Kloppenborg, and K. N. Gourdin, "Up in the Air about Quality," *Quality Progress*, 25(2), 31-35, 1992.
- [2] C. Homburg, and A. Fürst, "How organizational complaint handling drives customer loyalty: an analysis of the mechanistic and the organic approach". *Journal of Marketing*, 69(3), 95-114, 2005.

- [3] R. R. Ahmed, J. Vveinhardt, U. A. Warraich, and A. Baloch, "Customer satisfaction & loyalty and organizational complaint handling: economic aspects of business operation of airline industry," *Inžinerinė ekonomika= Engineering economics*, Kaunas: KTU, 31 (1), 2020
- [4] J. Kandampully, "Innovation as the core competency of a service organisation: The role of technology, knowledge and networks," *European Journal of Innovation Management*, 5(1), 18-26, 2002.
- [5] R., Arica, and A. Çorbacı, "The Mediating Role of the Tourists' Citizenship Behavior Between the Value Co-Creation and Satisfaction," *Advances in Hospitality and Tourism Research (AHTR)*, 8(1), 125-150, 2020.
- [6] S.L. Vargo, and R.F. Lusch, "Service-dominant logic: continuing the evolution," *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), 1-10, 2007.
- [7] K. W. Chan, C. K. Yim, and S. S. Lam, "Is customer participation in value creation a double-edged sword? Evidence from professional financial services across cultures," *Journal of marketing*, 74(3), 48-64, 2010.
- [8] A.F. Payne, K. Storbacka, and P. Frow, "Managing the co-creation of value," *J. of the Acad. Mark. Sci.*, 36, 83-96, 2008.
- [9] R. Arica, "Seyahat acentalarında turistik ürünlerin kişiselleştirilmesinin bir yolu olarak müşterilerle üretim," *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 499-516, 2019.
- [10] H. Woratschek, C. Horbel, and B. Popp, "Determining customer satisfaction and loyalty from a value co-creation perspective," *The Service Industries Journal*, 40(11-12), 777-799, 2020.
- [11] X. Zhang, C. Ye, R. Chen, and Z. Wang, "Multi-focused strategy in value co-creation with customers: Examining cumulative development pattern with new capabilities," *International Journal of Production Economics*, 132(1), 122-130, 2011.
- [12] C. K. Prahalad, and V. Ramaswamy, "Co-creating unique value with customers," *Strategy & Leadership*, 32(3), 4-9, 2004.
- [13] G. Pedeliento, D. Andreini, and C. Veloutsou, "Brand community integration, participation and commitment: A comparison between consumer-run and company-managed communities," *Journal of Business Research*, 119, 481-494, 2020.
- [14] H. Saarijärvi, P.K. Kannan, and H. Kuusela, "Value co-creation: theoretical approaches and practical implications," *European Business Review*, 25 (1), 6-19, 2013.
- [15] P. Jayashankar, W. Johnston, S. Nilakanta, and R. Bures, "Co-creation of value-in-use through big data technology- a B2B agricultural perspective," *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35(3), 508-523, 2019.
- [16] S.L. Vargo, and R.F. Lusch, "Evolving to a new dominant logic for marketing," *Journal of Marketing*, 68, 1-17, 2004.
- [17] P. Echeverri, and P. Skålén, "Co-creation and co-destruction: A practice-theory based study of interactive value formation," *Marketing Theory*, 11(3), 351-373, 2011.
- [18] M. B. Holbrook, "Consumption experience, customer value, and subjective personal introspection: An illustrative photographic essay," *Journal of business research*, 59(6), 714-725, 2006.
- [19] Y. Buana, T. N. Mursitama, S. B. Abidinagoro, and Y. D. Pradipto, "Conceptualization value co-creation towards sustainability in national electricity. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, 729 (1), 012-04, 2021.
- [20] P. A. Albinsson, B. Y. Perera, and P. T. Sautter, "DART scale development: Diagnosing a firms readiness for strategic value co-creation," *J. Mark. Theory Pract.*, 24, 42-58, 2016.
- [21] S. Tanev, T. Bailetti, S. Allen, H. Milyakov, P. Durchev, and P. Ruskov, "How do value co-creation activities relate to the perception of firms' innovativeness?," *Journal of Innovation Economics Management*, (1), 131-159, 2011.
- [22] D. Romero, and A. Molina, "Collaborative networked organisations and customer communities: value cocreation and co-innovation in the networking era," *Prod. Plan. Control*, 22, 447-72, 2011.
- [23] R. Nagarethenam, A. Shamim, and Z. Ghazali, "The DART Perspective on Value Co-Creation between Frontline Employees and Internal Service Providers," In *SHS Web of Conferences*, 56, 01005. EDP Sciences, 2018.
- [24] S.K. Taghizadeh, K. Jayaraman, I. Ismail, and S.A. Rahman, "Scale development and

- validation for DART model of value co-creation process on innovation strategy,” *Journal of Business & Industrial Marketing*, 31 (1), 24-35, 2016.
- [25] A. Baregheh, J. Rowley, and S. Sambrook, “Towards a multidisciplinary definition of innovation,” *Management Decision*, 47, 1323-1339, 2009.
- [26] W. Kunz, B. Schmitt, and A. Meyer, “How does perceived firm innovativeness affect the consumer?,” *Journal of Business Research*, 64, 816-822, 2011.
- [27] E. M. Rogers, *Diffusion of innovations*, Simon and Schuster, 2010.
- [28] B. Lowe, and F. Alpert, “Forecasting consumer perception of innovativeness,” *Technovation*, 45, 1-14, 2015.
- [29] F. Hamidi, and N. Shams Gharneh, “Impact of co-creation on innovation capability and firm performance: a structural equation modeling,” *AD-Minister*, (30), 73–90, 2017.
- [30] J. Janteng, C. L. Tan, and Y. Fernando, “The Impact of Value Co-creation on Service Supply Chain Performance: A Proposed Conceptual Framework,” *Global Business & Management Research*, 9(4), 239-249, 2017.
- [31] D. Ballantyne, “Dialogue and its role in the development of relationship specific knowledge,” *J. Bus. Ind., Mark.*, 19, 114–23, 2004.
- [32] V. Ramaswamy, “Experience co-creation: The new frontier of IT,” *Leading Edge Forum Journal*, 6, 41-53, 2005.
- [33] S. Markovic, O. Iglesias, J. J. Singh, and V. Sierra, “How does the perceived ethicality of corporate services brands influence loyalty and positive word-of-mouth? Analyzing the roles of empathy, affective commitment, and perceived quality,” *Journal of Business Ethics*, 148(4), 721-740, 2018.
- [34] O. Iglesias, S. Markovic, M. Bagherzadeh, and J. J. Singh, “Co-creation: A key link between corporate social responsibility, customer trust, and customer loyalty,” *Journal of Business Ethics*, 163(1), 151-166, 2020.
- [35] F. J. Cossío-Silva, M. Á. Revilla-Camacho, M. Vega-Vázquez, and B. Palacios-Florencio, “Value co-creation and customer loyalty,” *Journal of Business Research*, 69(5), 1621-1625, 2016.
- [36] J. Kandampully, and D. Suhartanto, “Customer loyalty in the hotel industry: the role of customer satisfaction and image,” *Management*, 346, 351, 2000.
- [37] D. Ballantyne, and R. J. Varey, “Creating value-in-use through marketing interaction: the exchange logic of relating, communicating and knowing,” *Marketing theory*, 6(3), 335-348, 2006.
- [38] S. M. Baqer, “The value of customer co-production in developing new products”. PhD Thesis, The University of Texas At Arlington, 2007.
- [39] O.C. Ojiaku, B.C. Nwatu, and V.N. Aghara, “Using the DART Model of Value Co-Creation to Predict Customer Loyalty in Pension Fund Administration in Nigeria,” *Asian Journal of Economics and Business*, 1(2), 121-137, 2020.
- [40] M. Toivonen, and T. Tuominen, “Emergence of innovations in services: theoretical discussion and two case studies,” In *Innovation Pressure-Rethinking Competitiveness, Policy and the Society in a Globalised Economy*, Tampere, Finland, 15-17 March, 2006.
- [41] S. G. Nimako, and A. F. Mensah, “Examining the relationships among antecedents of guests’ behavioural intentions in Ghana’s hospitality industry: A structural equation modelling approach,” *Asian Journal of Business Management*, 5(2), 252-266, 2013.
- [42] S. Kiumarsi, K. Jayaraman, and S. M. Isa, “The Determinants of Perceived Service Quality On Customer Loyalty In Post Office: Mediating Role of Service Innovation,” Norhasni Haron, Sofri Yahya, Md Harashid Haron 18. *Sustainable Financial Supply Chain in Global Manufacturing Companies* Suzari Abdul Rahim, K. Jayaraman 30. *Organizational Culture, Transformational Leadership*, 77, 2014.
- [43] F. Gallouj, “Innovation in the service economy: the new wealth of nations,” Edward Elgar Publishing, 2002.
- [44] J. P. De Jong, A. Bruins, W. Dolfsma, and J. Meijaard, *Innovation in service firms explored: what, how and why*, EIM Zoetermeer, 2003.
- [45] H. H. Chang, and S. W. Chen, “Consumer perception of interface quality, security, and loyalty in electronic commerce,” *Information & management*, 46(7), 411-417, 2009.
- [46] K. YuSheng, and M. Ibrahim, “Service innovation, service delivery and customer satisfaction and loyalty in the banking sector

- of Ghana,” *The International Journal of Bank Marketing*, 37(5), 1215-1233, 2019.
- [47] K.C. Desouza, Y. Awazu, S. Jha, C. Dombrowski, S. Papagari, P. Baloh, and J.Y. Kim, “Customer-driven innovation- to be a marketplace leader, let your customers drive,” *Research Technology Management*, 51(3), 35-44, 2008.
- [48] E. Thiruvattal, “Impact of value co-creation on logistics customers’ loyalty,” *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 10(3), 334-361, 2017.
- [49] H. T. Tsou, and C. C. Cheng, “How to enhance IT B2B service innovation? An integrated view of organizational mechanisms,” *Journal of Business & Industrial Marketing*, 33(7), 984-1000, 2018.
- [50] D. M. Woisetschläger, P. Lentz, and H. Evanschitzky, “How habits, social ties, and economic switching barriers affect customer loyalty in contractual service settings,” *Journal of Business Research*, 64(8), 800-808, 2011.
- [51] R. Srinivasan, G. L. Lilien, and A. Rangaswamy, “Technological opportunism and radical technology adoption: An application to e-business,” *Journal of marketing*, 66(3), 47-60, 2002.
- [52] R. Alpar, *Uygulamalı çok degiskenli istatistiksel yöntemler*. Detay Yayıncılık, Ankara, Turkey, 2013.
- [53] J. F. Hair Jr, M. Sarstedt, C. M. Ringle, and S. P. Gudergan, *Advanced issues in partial least squares structural equation modeling*. Sage Publications, 2017.
- [54] C. Fornell, and D. F. Larcker, “Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics,” *JMR, Journal of Marketing Research* (pre-1986), 18(3), 382-388, 1981.
- [55] J. F. Hair, M. Celsi, D. J. Ortinau, and R. P. Bush, *Essentials of marketing research* (Vol. 2). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin, 2010.
- [56] C. M. Voorhees, M. K. Brady, R. Calantone, and E. Ramirez, “Discriminant validity testing in marketing: an analysis, causes for concern, and proposed remedies,” *Journal of the academy of marketing science*, 44(1), 119-134, 2016.
- [57] J. Henseler, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, “A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling,” *Journal of the academy of marketing science*, 43(1), 115-135, 2015.
- [58] X. Zhao, J. G. Lynch Jr, and Q. Chen, “Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis,” *Journal of consumer research*, 37(2), 197-206, 2010.
- [59] J. S. Chen, D. Kerr, C. Y. Chou, and C. Ang, “Business co-creation for service innovation in the hospitality and tourism industry,” *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 29(6), 1522-1540, 2017.
- [60] O. S. Sesliokuyucu, and İ. Polat, “Dialogue and transparency in value co-creation: An empirical analysis of airline passengers,” *Journal of Aviation Research*, 2(2), 168-181, 2020.
- [61] A. Walls, F. Okumus, Y. Wang, and D.J.W. Kwun, “Understanding the consumer experience: An exploratory study of luxury hotels,” *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 20(2), 166-197, 2011.
- [62] C. Leckie, M. W. Nyadzayo, and L. W. Johnson, “Promoting brand engagement behaviors and loyalty through perceived service value and innovativeness,” *Journal of Services Marketing*, 32(1), 70-82, 2018.
- [63] İ. Polat, and O. S. Sesliokuyucu, “Havayolu Hizmet Sisteminde Ortak Değer Yaratmanın Tekrar Satın Alma Niyetine Etkisi,” *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11 (4), 3073-3085, 2019.
- [64] K.J. Gergen, S. McNamee, and F.J. Barrett, *Realizing transformative dialogue*. In Roberts, N. (Ed.), *The Transformative Power of Dialogue* (research in public policy analysis and management, volume 12) (pp. 77-105), Emerald Group publishing limited, 2002.
- [65] M. M. Sarker, A. A. Mohd-Any, and Y. Kamarulzaman, “Conceptualising consumer-based service brand equity (CBSBE) and direct service experience in the airline sector,” *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 38, 39-48, 2019.
- [66] Y. Kim, Q. Wang, and T. Roh, “Do information and service quality affect perceived privacy protection, satisfaction, and loyalty? Evidence from a Chinese O2O-based mobile shopping application,” *Telematics and Informatics*, 56, 101483, 2021.

Bibliometric Analysis of Air Cargo Transportation for Two Decades

Ramazan YILDIZ¹ , Murat TAŞDEMİR^{2*} 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, Yenice Vocational School, Department of Management and Organization

^{2*} DHMİ (State Airports Authority), Aeronautical Information Management Expert

Abstract

This study examines the scientific studies on Air Cargo via bibliometric analysis for two decades. The aim of study is determining the intellectual structure of the air cargo focused studies, reveal its evolutionary development in the area and identify the research gaps or topics for further studies may be needed. Dimensions database was used to obtain bibliometric data. “Air Cargo” OR “Air Freight” AND “Supply Chain Management” keyword combination was selected to define the primary focused area. “Commerce, Management and Tourism” or “Transportation and Freight Services” or “Business and Management” sub-categories defined as research content. 492 journal articles were analysed with bibliometric techniques and VosViewer software used for visualization. Analysis indicates that most of cited and majority of published articles had found place on interdisciplinary researches. Studies which are linked to production, management and international supply chain operations got more attention compared to focused solely on air cargo ones. Besides, USA, UK and China were determined as most productive countries and Cranfield University was ranked first among institutions. According to another result, two main clusters were also observed in collaborations between universities/institutions as Eastern and Western settled. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management was determined the leader of journals. Only journal which focused solely aviation research is Journal of Air Transport Management. With rising trend and new developments in both aviation and supply chain management are foreseen that researches in the area will sustain its rising trend in the future. Especially environmental, e-trade, labour and other interdisciplinary issues will need to be examined deeply.

Keywords: Bibliometric Analysis, Air Cargo, Supply Chain Management, Logistics, Civil Aviation

1. Introduction

Bibliometric analysis (BA) is an important tool for literature review of previous studies in certain fields. With the analysis, it can be determined how many scientific studies have been published before, which studies have been given weight via citations and where the evolutionary stages of the studies have gone [1]. Also trends in a specific area and collaboration between institutions, countries,

the intellectual structure of the subject can be observed. Within the scientific databases (WoS, Scopus, Dimensions etc.) and data visualization tools (VosViewer, CiteSpace, CiteNetExplorer etc.) BA researches good potential not only with ability to count with wide data but also bonds, trends, common view angles between institutions, countries or authors.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Murat Taşdemir murat.tasdemir@dhmi.gov.tr

Citation/Alıntı: Yıldız R., Taşdemir M. (2021). Bibliometric Analysis of Air Cargo Transportation for Two Decades, J. Aviat. 5 (2), 230-240.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0001-8437-8171>; ² <https://orcid.org/0000-0001-5131-1085>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1006313>

Received: 8 October 2021 **Accepted:** 10 December 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

In terms of the evolutionary developmental perspective; statistical bibliography technique firstly announced by Wyndham Hume in 1992. Hume aimed to analyze how scientific processes work with quantitative way, described with a quote “*Enlighten the scientific and technological processes via counting published documents in the area*” [2]. Current *Bibliometry* term, which is a combination of *biblion* refers book and *metricus* as measuring in Latin and Greek terms; offered by Alan Pritchard in 1969. Pritchard defined the term similar to Hume: “*Aiming to determine the trend of development in a particular field with counting and analyzing various publications in written communication and nature of a disciplinary area*” to obtain clear view. Pritchard's term bibliography was accepted and spread initially in North America and then the rest of the world for analyzing an existing literature on focused determined areas. Nowadays *librametry*, *webometrics*, *altmetrics* and *scientometrics* terms can be used to refer to the original term Bibliometrics and used to substitute it [3, 4]. After developments emerged in digital indexing ensures to reach to information digitally (and relatively simple), bibliometric analysis became a popular method to define orientation of researches and measuring productivity. Within the scientific databases (WoS, Scopus, Dimensions etc.) and analyze and visualization tools (VosWiewer, CiteSpace, CiteNetExplorer etc.) BA researches has got potential not only wide data also bonds, trends, common view angles between institutions, countries or authors.

Air cargo transportation has a great importance for businesses and society. From the point of view for businesses, it ensures that urgent and perishable products that will ensure customer satisfaction are delivered to the desired location on time. In case of high inventory costs, it helps to increase the profitability and efficiency of the processes. From the point of view of society, air cargo transportation has a vital role for delivery of the products (medicine, food, etc.) which are needed immediately to the desired place on time.

Importance of air cargo has been increasing gradually since the modern aviation activities begun in the global context. According to the data published in 2017, approximately 35% of the product trade in the world is carried out by air cargo

transportation. It became one of the most important parts of the supply chain network due to reasons such as being a fast transportation type and meeting urgent needs on time [5]. Some of the reasons why air cargo transportation has grown dramatically over the last 20 years include: There is an increase in the transportation of products with light weight but high value (except for emergencies). Air cargo transportation is preferred due to the short life span of some products. Due to the speed of air cargo transportation, inventory and waiting costs are also reduced. In recent years, the potential of air cargo transportation in the supply chain has been increasing due to many reasons such as the design of wide-body aircraft, the creation of cargo sections at the bottom of passenger aircraft, and the rapid conversion of passenger terminals to cargo aircraft [6].

Covid19 outbreak once again proves air cargo operations' necessity. It provides an unique, unrivalled advantage about transporting urgent needs in supply chain from source to end point swiftly [7]. Due to the epidemic; urgently needed food, medicine, vaccine, PPE, medical stuff etc. products were provided by air cargo transportation [5]. Although air carriers per kg price are 12 times more expensive than shipping, high value products and *time mattered* goods were transported via aircrafts because of the fast delivery advantage. Hi-tech products, medical equipment and fresh food can be given as an example for this group. As pandemic hits the whole transportation sector, especially both the aviation and shipping industry; airlines and freight carriers kept some measures to ensure cash flow to continue their operations. One of these measures is to transform/modify aircrafts with the intention of using these valuable assets as cargo carriers. Lack of the international passenger flights, cargo operations used as a tool to compensate for the financial loss partially. Hence air cargo prices fell gradually and finally in May 2021 air carriers per kg price got competitive ratio; 6 times more expensive than sea transport [8].

Although a considerable amount of BA studies found place in the literature about aviation, there is a relatively small body of literature concerned with air cargo transportation, supply chain and logistics. Raza et al. [1] conducted a bibliographic study on revenue management in the airline industry. It has

been determined in which fields and countries the studies on the subject are more common. In their comprehensive analysis, Cavaignac and Petiot [9] investigated 491 articles on transport industry and sample group consists of airports and ports. Qaiser, et al. [10], highlight current status of studies about decision supporting systems for sustainable logistics in 2017. Dixit and Jakhar [11] performed BA analysis in the context of airport capacity management. Authors identified *airport capacity*, *congestion* and *ground handling problems* are important keywords and closely related to ACM in the literature. Faura and Martínez [12] evaluated 20 years of data on airport efficiency, determined the journals with the most cited articles and publications. They stated that airports' efficiency measurements were studied by universities frequently in the period. Article determines the status of scientific studies on air cargo and authors aimed to draw a direction for further studies.

Paper begins with the general information for BA and its importance. Specifies air cargo activities' inevitable rise in supply chain processes and published bibliometric studies which aimed to determine air cargo & supply chain focused essays in the literature. The rest of paper structured as follows; describing air cargo activities' business nature and principals, recent developments and situation in the area due to the Covid 19 pandemic outbreak; followed by methods used to perform the analyze, results and discussion.

1.1. Business nature of Air Cargo and recent developments

Firms need to perform SCM requirements successfully in order to survive as a consequence of current intense competition in business environment. It is crucial to accomplish the transport activities of valuable products on global scale. Firms therefore require to manage air cargo operations prosperously. Air cargo activities have to be carried out with coordination with each step of SC members in order to take advantage of the fast delivery opportunity [13].

Air cargo transportation also has a strategic importance for states and businesses. When evaluated from the point of view of the states, it is ensured that the products that the countries urgent needs (medicine, defence equipment, etc.) are

obtainable in a short time by air cargo transportation [6]. In addition to strategic importance varying customer needs, requests and satisfaction in a limited time magnitudes its position and share.

As air cargo offers benefits in supply chain management, also has important effects on the economic development and welfare of countries. Air cargo transportation creates new jobs and its growth rate has bonds with countries' GDP ratios. Even there is a difference in numbers between cargo and passenger flight activities, air cargo has significant importance for the airports' fiscal developments. Yuan et al. [6] mentioned that air cargo activities are affected economically from performances of logistics sub-processes and cargo traffic intensity of regions.

Timing is an important factor in aviation activities and easily can cause extra costs for firms as a result of insufficient operations. Hence firms' miscoordination and faults in whole chain can result in significant losses if compared to other types of transportation [14].

Air freight operations have some distinctive measures such as packaging of goods, loading procedures, air cargo facility security practical applications etc. which are consist of strict rules and in accordance with international law. These loads also includes crucial technical issues such as center of gravity, optimization of load efficiency and timing. In order to increase the efficiency of aircraft, containers and pallets are divided into sections and optimized with a mixed linear programming models. In this respect, in cargo plans; 4 factors should be considered in terms of the characteristics of the aircraft construction, construction planning, packaging of products and load balance [15].

Cargo handling activities also plays critical role in air cargo operations and that may be divided into several groups:

- Making a reservation for the cargo shipment.
- After the cargo is brought to the airport, it is taken to the warehouse. In the warehouse, the products are distinguished according to their general or special cargo conditions and their packaging is checked.
- By being tagged, the information and addresses of the sender and receiver are included. The

shipping label is used to mark the packaging. A fee is charged for shipping and other services that will occur.

- Necessary documents such as products, airline invoice and sender’s certificate are examined. The products are loaded into the trunk of the aircraft by creating a unit load (ULD) [16].

Covid 19 outbreak and its reflections to the service is maybe the most important issue needed to advert for air cargo sector almost for last two years. The outbreak has supreme effects on the whole supply chain steps and innately on air cargo transportation activities. In particular, the appearance of flight

restrictions has a profound effect on air cargo transportation. To get a clear view of the deepest crisis in aviation history, comparisons have to be made between pre-crisis and current status. Sharp decline is observed notably in the passenger side as a result of flight restrictions and decreasing demand. Compared to the pre-crisis year 2019, During the crisis, airlines’ net cash lost was reported as 126.6B \$ in 2020 and was forecasted 47.7B for 2021. Drop in number of passengers is also remarkable; 60.2% in 2020 and 46.6% (expected) in 2021 [17].

Figure 1 shows the air cargo and container transport rates per kg from May 2017 to March 2021.

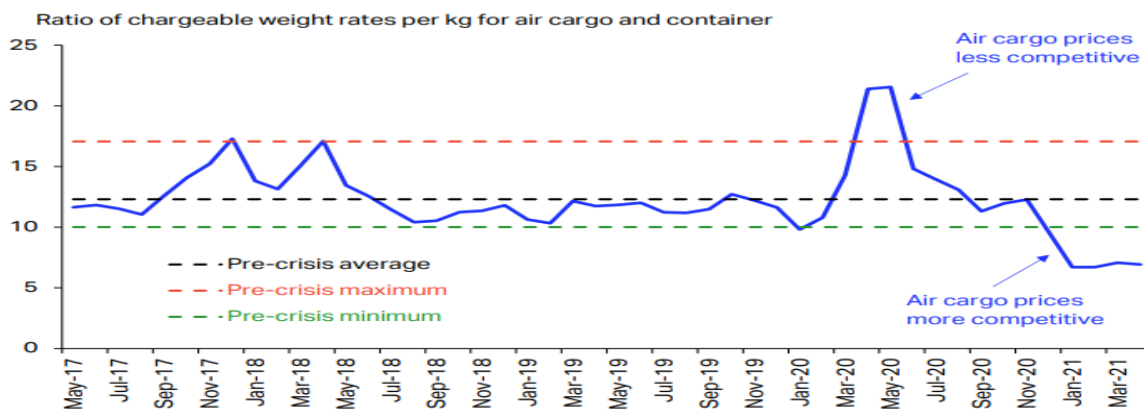


Figure 1. Ratio of chargeable weight rates per kg for air cargo and container [17].

Compared to other aviation transport activities, the cargo side seems to successfully cope with the crisis implementation of successful strategies. With the aim of preventing the collapse or bankrupt of airlines, due to the cash flow based monetary issues, some strategies have been implemented by both airlines and solely cargo carriers. Lack of the passenger flights especially inter-country stage, some airlines converted passenger aircrafts to air freights with modifications or carried cargo in passenger seats with minor arrangements [18]. International Civil Aviation Authority (ICAO) and Federal Aviation Administration (FAA) published the documents to ensure of secure cargo carrying and modification terms for passenger aircrafts. Manufacturers like Airbus and Boeing determined the guidelines for this specific and partly uncommon operations [19, 20]. Also, cargo prices rearranged naturally with supply demand principals. Hence, air cargo caught competitive prices against other transportation branches first time in its history. Figure 1 demonstrates ratio of the air cargo

and container chargeable rates for per kg of goods. As seen on the figure the outbreak could be considered as a *milestone* for air cargo. Despite to the all adversities, both customers and cargo carriers took advantage of new *competitive* prices mutually.

Almost all regions of the world made progress after first shock wave of outbreak. With the international perspective, only Latin America region has negatively affected compared to 2019. Africa, Asia Pacific, Europe, Middle East and North America had growth for CTK (Cargo Tonne-Kilometres). The most growth is observed in North America, with a ratio 25.5%, followed by Africa 24.5%, Middle East 14.1%, Europe 5.7% and Asia Pacific 5.3%. As mentioned, Latin America experienced a loss of -14.0%. With another sight view, when compared the world share to CTK is represented on table 1.

Table 1. Regions World Share / CTK Ratios.

Region	Total Market (World Share / CTK)	International Market (World Share / CTK)
Africa	0,087	0,082
Asia Pacific	12,074	5,491
Europe	3,667	3,842
Latin America	-0,168	-0,143
Middle East	0,935	0,922
North America	1,287	0,686

Table 1 means as the calculated numbers closest to zero, there is a balance between world cargo share and CTK. Due to the calculation Asia Pacific's CTK is only 2.7% of the total market, which has 32.6% of the total cargo market. Also, Europe, Africa and with the negative comparison result whilst Latin America's CTKs can not meet the demand.

2. Methodology

The data was compiled from dimensions.ai web site for analysis. After the long years of WoS databases' monopoly in the scientific indexing area, initially Scopus database became active in 2004 and afterwards Dimensions enabled the BA data for researchers in 2018. Despite to it covers less than two other databases its first years in service, with developments to collecting data such as Crossref, Pubmed and other open resource databases it became an option for scientific data. Visser et al, (2017) collected and compared large data sets for all three databases. Results of research stressed out dimensions content is at 25% larger than Scopus [21]. The purpose for determining co-author, institution collaborations and citation analysis Google Scholar and dimensions got higher ranks with 46% while WoS got only 28% [22]. Because of WoS databases' indexing restrictions, Scopus databases' institution-based membership policy, slow download, filtering etc. reasons; Dimensions selected to obtain the RAW data to execute bibliometric analysis.

To establish the study design keywords and research areas were selected/filtered as follows;

Key Words: "Air Cargo" OR "Air Freight" AND "Supply Chain Management"

Fields of Research (with Dimensions category codes): 15 Commerce, Management, Tourism and services OR 1507 Transportation and Freight Services OR 1503 Business and Management;

Publication Type: Article.

Primary results consisted of 508 results. After initial download of database (RAW Data) extraction of duplicated and irrelevant studies executed for data cleaning. Eventually 492 articles were obtained for analysis.

VOS Viewer version 1.6.16 was used for bibliometric analysis and visualization for the data. With the aim of analyzing common words, key words text and semantic based similarities etc. Lexos tool was used [23].

3. Results

Figure 2 reveals that there has been a gradual rise in the number of publications for the selected period. Especially soon after the beginning of the global economic crisis in 2007, research interest in the determined area had been accelerated over the years. Also, COVID-19 global pandemics did not reversely affect the interest trend. The present study raises the possibility that due to the developments, adjusted pricing policy, global supply chain problems and shifting technology in the area such as Unmanned Aircraft Systems (UAS) or drones, new research topics will be needed for the air cargo distribution. Hence, next years we can expect to observe rise of studies in the area as a consequence of new improvements.

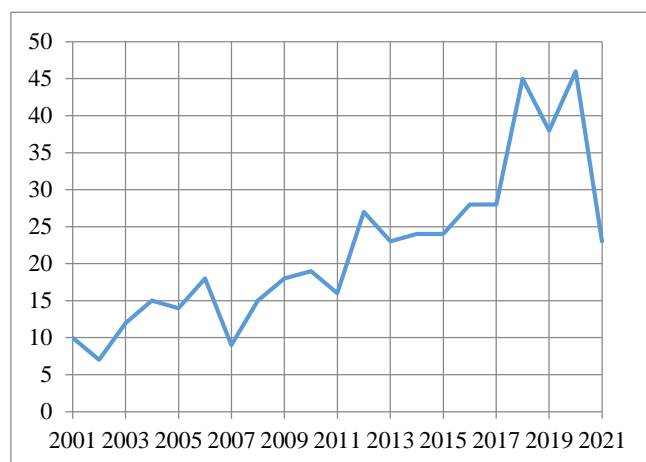


Figure 2. Number of publications by years

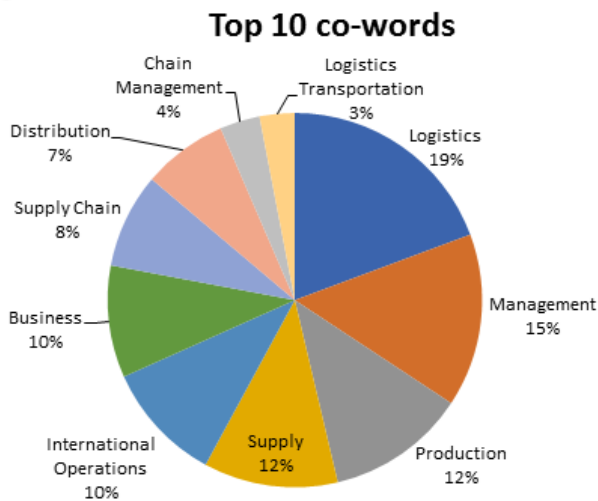


Figure 3. Top 10 co-words by percentage.

Co-word analysis executed via *Lexos* semantic and text analyzer in the defined data base. Analysis contains title, keywords and abstract of each publication. As seen on Figure 3; Logistics,

Table 2. Top cited documents.

Author	Year	Citations	Essay
Manuj	2008b	537	Global supply chain risk management strategies
Manuj	2008a	429	Global supply chain risk management
Pettit	2010	410	Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework
Christopher	2004	399	Creating agile supply chains in the fashion management
Chen	2004	330	Understanding supply chain management: Critical research and a theoretical framework
Bontekoning	2004	252	Is a new applied transportation research field emerging?
Svensson	2000	244	A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains
Barnes	2006	214	Fast fashioning the supply chain: Shaping the research agenda
Bottani	2006	200	A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services
La Londe	1994	186	Emerging logistics strategies
Johnson	2001	157	Learning from toys: Lessons in managing supply chain risk from the toy industry
Speier	2011	156	Global supply chain design considerations: Mitigating product safety and security risks
Ballou	2007	152	The evolution and future of logistics and supply chain management
Gupta	2016	145	Identifying enablers of technological innovation for Indian MSMEs using best-worst multi criteria decision making method.
Pettit	2005	137	Emergency relief logistics: An evaluation of military, non-military and composite response models

As table 2 shows, its apparent that the studies which are focused primarily aviation activities could not get attention compared to whole chain management-oriented ones. This result may be explained by the fact that, the studies with “narrow focused” only have capacity to enlighten one step for all SCM issues. However, as mentioned before in the study, SCM operations need consideration as a whole process due to its complexion. If we now

Management, Production, Supply, International Operations and Business terms are the most commonly used. Thus, as the nature of air freight operations which highly depends on international trade of goods and has bonds with production and supply steps, keywords represent management and production areas have also found a place with high ratio.

Due to the high number of publications and authors, top cited publications and authors are restricted to ensure simplification. For the purpose, both publications and authors were selected with at least 100 citations and above. Table 2 provides the results which are obtained from the database to represent most cited studies with the name of first author. Also figure 4 shows visulated diagram for top cited authors.

turn to co-words analysis which represented on Fig 3, its possible to obtain supportive results for this statement. Studies, which cover whole SCM procedures or investigate the problems of main steps’ relations with others, got more attention within the context.

Most cited articles’ scope, aims and findings were investigated and summarized below;

Starting from the list for most cited articles; Manuj and Mentzer [24] examined a qualitative study on risk management strategies in the global supply chain. Risks in the global supply chain; It takes place in 3 main topics: supply, demand and operation. Research lists 6 risk management strategies which are determined for managers. These are: Postponement, speculation, hedging, control-sharing-transfer, security and avoidance. Air cargo activities found place about the integration with other areas via usage of RFID and GPS technology. Another article published by same authors with the aim of implications for stakeholders and future researchers to ensure an insight for global supply chain risk management. In order to purpose this, authors intended to integrate literature from several disciplines including logistics, supply chain management, operations management, strategy, and international business [25].

To identify and improve SC's flexibility, Pettit et al. [26] analysed SCM resilience levels. They highlighted 14 capabilities for the topic. Air cargo operations discussed about its competency for the demand for LCD monitors. Christopher et al. [27] worked on agile SCM in the fashion industry. In the study, they identified three critical times (time to market, time to service, and time to respond) related to timely delivery of products. The last-minute use and costs of air cargo transportation in delays in the supply chain are discussed.

Another literature-based study was published by Chen et al, [28]. In the study, 400 articles analysed with the intention of to develop a research framework within the context of SCM. Dispersed body of frame described and diverse disciplines such as purchasing, logistics and transportation, strategic management, operations management literature investigated thoroughly. Bontekoning et al, [29] have reviewed 92 articles to identify the characteristics of the intermodal studies. Air transportation focused handbooks, reference texts and essays cited and examined in the intermodal logistics frame.

Svensson, [30] analysed vulnerability in supply chain. Study explores the concept of vulnerability from the point of view an inductive approach and continues with a case study of a car manufacturer in

the automotive industry. Barnes and Lea-Greenwood [31] focused to the fashion business strategy and its nature for obtain new fashion products to stores in limited time. Paper provides the fast fashion studies reviews within the context of supply chain. Air Cargo described in *Changing Logistics* section to refer its shorter shipping times, where and when became necessary for retailers.

A study presents a multi-attribute approach for selection and ranking of third party (3PL) service providers by Bottani and Rizzi [32]. Selection methodology settled up on the TOPSIS technique and fuzzy set theory. All cargo categories and their assigned weights, explained and finally a practical implication discussed in conjunction with real case application. La Londe and Masters [33] proposed that supply chain management is a combination of all suppliers with divergent roles and areas. Even the supply chain oriented the level of firm, co-operation to produce value during the steps of delivery to customer have to be accepted as a whole process. Johnson, [34] focused to the toy industry and its characteristics about time and supply related issues. Because of the distance between manufacturing and main markets, paper stressed out long transit times and information lags were caused. Air freight described as an expensive way for industry and only used for late replenishments of toys.

Speier et al. [35], studied the global supply chain and reducing the safety and security-related risks of products. They talked about the use of air cargo transportation to reduce the delivery times of products. The study addresses process management, information sharing, management of the SC partner, and service providers related to SC safety and security. In order to prevent these risks, the design of the SC must be done very well. In addition, all stakeholders within the SC need to act in a mutually relationship and dependent manner.

Baloo, [36] approaches SRM as an advantageous appliance when coupled with demand generation. In the international context especially for multinational companies, investing motivation to target countries will achieve revenue enhancement. Improvements in information technology and the just-in-time philosophy can be the major value drivers to realize the potential of area. Air Cargo

found a place in the essay because of its nomic advantages, big contribution to just-in-time and ease of transportation for distant markets. Gupta and Barua, used literature review and expert judgement to identify the enablers of technological innovation and its affects for progressing development of MSMEs (Micro-small and Medium Enterprises). Essay cited within the context of aviation; MCDM, SERVQUAL, VIKOR and BWM method-based studies [37]. With the aim of to determine the best methods for distributing food in the terms of speed for emergency situations and security Pettit and Beresford, described advantages and disadvantages of transportation modes which includes air transport activities [38].

In addition to listed studies, its will be fair to add some other articles which are also got citations.

Rezae et al., [39] used BWM and SERVQUAL models for the quality assessment of the air cargo baggage handling system. In the study, the perceived service quality in the baggage handling system was evaluated. In the evaluations, it is understood that there are differences between the perceptions and expectations of the customers. Choi et al., conducted research on air logistics and SCM risk analysis, taking into account Blockchain

technology [40]. In the research, reduction of delivery times in air cargo transportation, demand management techniques, supply situations and the values of Blockchain are discussed. In their cross-sectional study, Dobrovnik, et al., [41] investigated the Blockchain applications in logistics. Study contains in-depth analysis for the effects of Blockchain applications with existing potential on organizations. They stress out the possibility to minimize deviation for air cargo containers with the boundary 0.1 percent, in order to using these applications based on blockchain technology. Ballou [42] studied the past and future of SC management and logistics. In the study, air cargo was defined as a significant factor for reducing the inventory costs in the SC. Also, study addresses the current challenges for better planning and operational management issues in the context. In their critique of new product development and SRM risks, Tang et al. [43] mentioned air cargo with its vital role for preventing delays. Study investigates Boeing 787s delivery and flight operation delays within the SRM perspective. They described delay related in 6 areas, which are: Technological, operational, supply, employee, managerial and demand sub-categories.

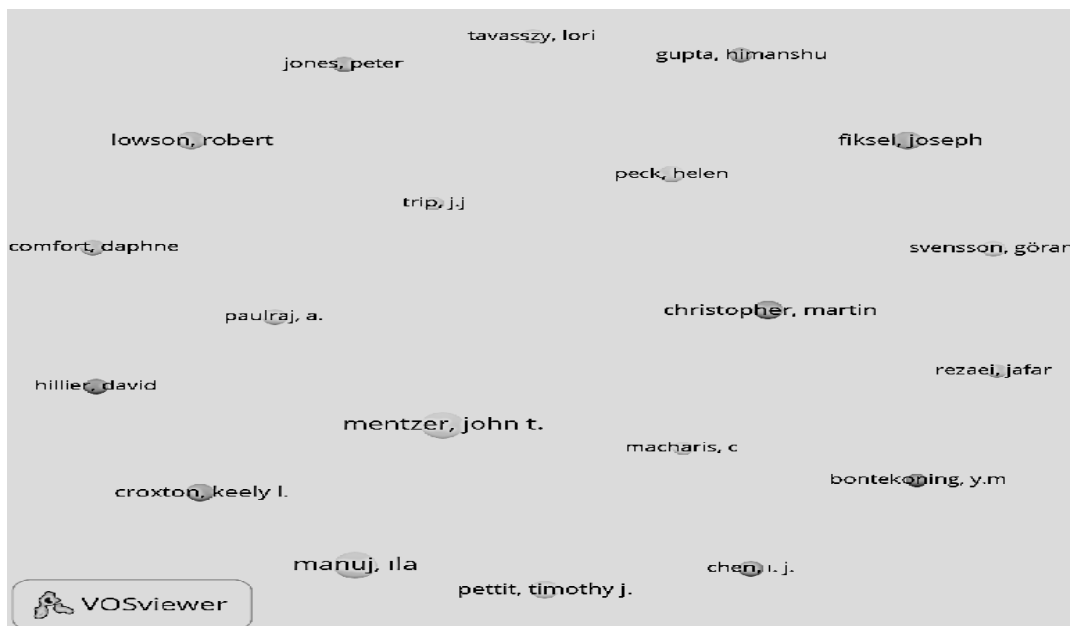


Figure 4. Top cited authors (more than 100 citations)

There is a difference observed between top documents and authors list. Some of the most cited documents' authors also found place in top cited

authors. Vast majority of essays published with more than one author created the difference. Because of that, nearly half of authors, whose paper

was determined as *most cited*, couldn't place *top cited authors* within the criteria 100 citations or above. Authors who found place both two listings aligned as follows with surname; Manuj, Pettit, Gupta, Christopher, Svensson, Bontekoning and Chen. Most cited author was determined as Ila

Manuj and John Thomas Mentzer with their two publications; Global Supply Chain Risk Management [24] with 429 citations and Global supply chain risk management strategies [25] with 537 citations.

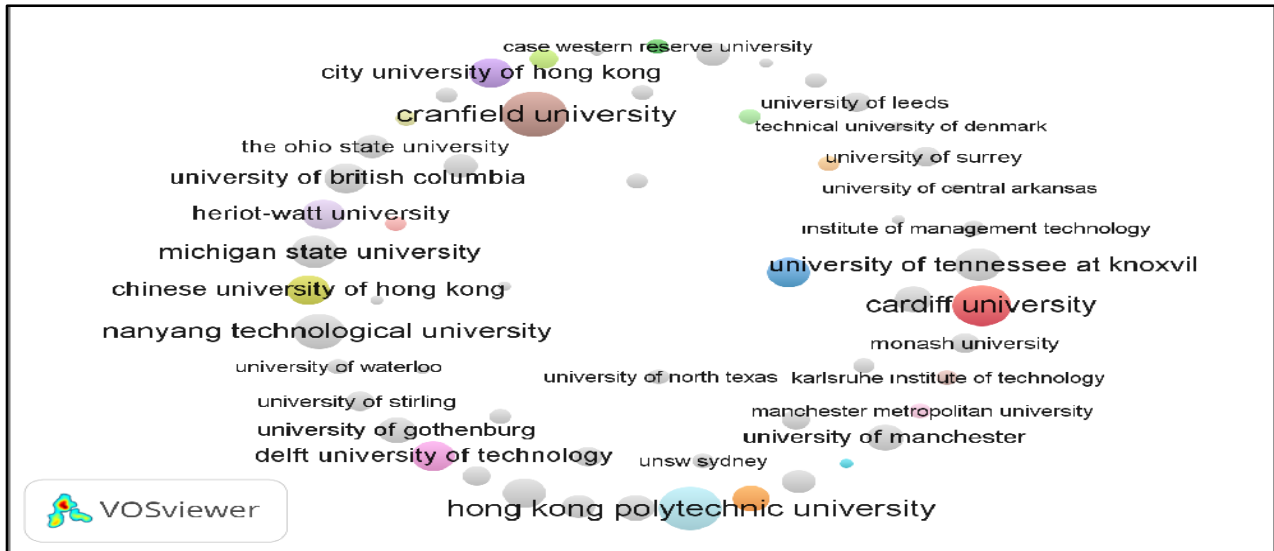


Figure 5. Top cited institutions

As seen in figure 5; Cranfield University, Hong Kong Polytechnic University and Cardiff University share the top 3 stages between all institutions. In general view UK, North American and Asian universities have more publications compared to others and followed by Canadian and Dutch universities. The countries which published most articles demonstrated in figure 6, furthermore collaboration between institutions and bond figuration can be seen on figure 7.

Published articles in the selected database sorted with numbers as; USA 110, UK 86, China 46, Australia 27, India 20, Germany 20, Sweden 22, Taiwan 16, Netherlands 15, Canada and Singapore 14. Results shows, there was a positive correlation between number of published articles and with countries' logistics sector size in addition to density of importing&exporting activities among the world. Contrary to countries with intense marine shipping activity such as Netherlands, Sweden and Singapore; countries which has a developed aviation sector such as USA and UK, have more publications. These results also represent whole aviation activities such as general aviation, passenger transportation etc. creates a common knowledge and triggers productivity of scientific work in this particular area besides countries' logistic share in air cargo.

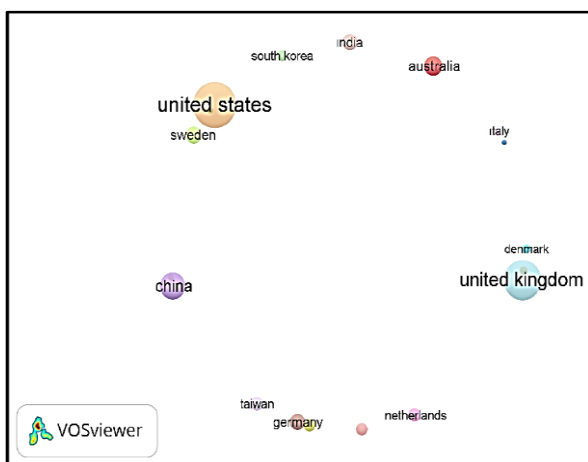


Figure 6. Most article published countries.

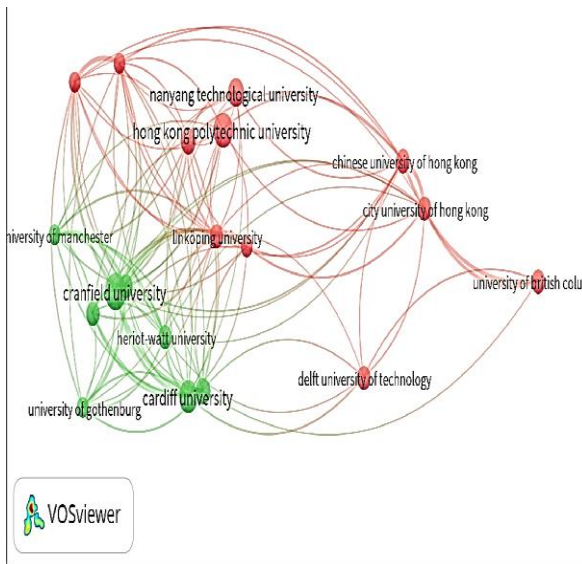


Figure 7. Collaboration between institutions and bonds.

As seen on figure 7 there are 2 main clusters detected for institutional collaborations. The first cluster (green) consists of solely Western universities; however, the second one (red) consists of both Eastern and Western universities with Eastern majority. Especially Chinese and some other Asian founded universities have strong bonds both internal and external network with clusters. Bond strength of top three universities in the Top 20 list detected as follows: Cranfield University (264), Chalmers University of Technology (206), Chinese University of Hong Kong (187).

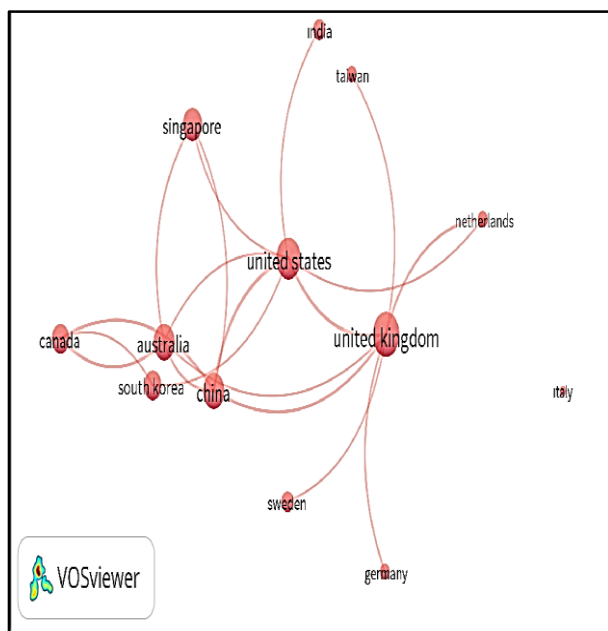


Figure 8. Co-authorship of countries.

Due to the analysis of co-authorship of countries' authors, as seen in figure 8, collaboration somehow depends on political relationships between countries. For instance; even in geographically close countries such as China and South Korea there is no co-work or research was observed. Link strength which demonstrates the collaboration density between countries observed as follows; USA and UK 27, China 25 and Australia 18.

Another criterion has to be examined is major journals for the area. Journals with the number of articles, total link strength and 2 years impact factor (IF) can be compared in table 3.

Table 3. Major journals of area.

Journal	Docu ments	Total Link Strength	IF (2020, 2 yrs)
International J. of Physical Distribution & Logistics Management	43	658	6.045
International J. of Logistics Research and Applications	24	444	4.104
Transportation Research Part E	18	259	6.875
Journal of Business Logistics	17	162	6.677
The International J. of Logistics Management	16	171	5.661
Journal of Air Transport Management	15	72	4.134
Journal of Supply Chain Management	14	248	8.647
International J. of Production Economics	14	304	7.885
Production Planning & Control	12	353	6.791

Although the research area of this study primarily focused on an aviation branch which is Air Cargo services, the vast majority of journals are determined in logistics, production and supply chain research based. The only journal was kept place in the list focused purely on aviation actions is Journal of Air Transport Management (JATM). If the Total Link Strength parameter is examined, which demonstrates the interaction with others, JATM has got relatively low score. As a result, logistic research orientated journals got more published essays and link strength than specially focused on aeronautical fields. Co-citation analysis occurred in 3 clusters that journals; cited and got cited, grouped

at the same cluster. Figure 9 demonstrates the cluster structure of journals.

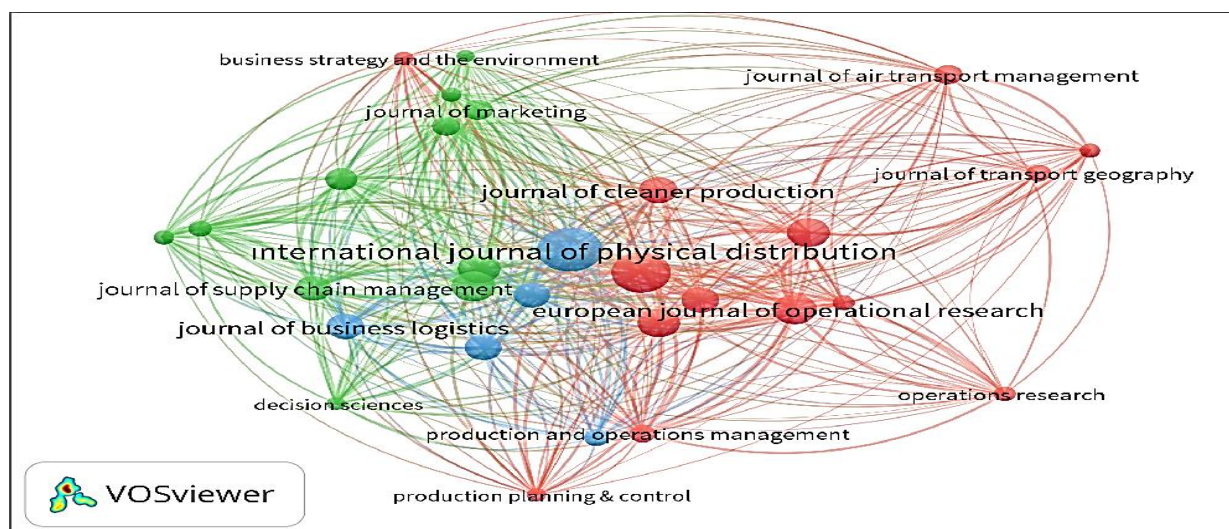


Figure 9. Cluster structure and bonds of journals.

4. Conclusion

Due to the increasing values for global commerce, transport activities of goods need more complicated processes in order to ensure perfection both organizational, operational and financial dimensions. Thus, scientific research on the area follows a similar trend with logistic activities acceleration. As a result, universities/institutions publish new essays with an increasing tendency for the area. As mentioned in the study before; pricing, operational and managerial shifting on air transport activities also creates its *research demand* with serious advantages for manufacturers, suppliers etc.

Together with the rising interest to the topic; universal knowledge, shared “*know how*” experience and new perspectives put forward to the community. However, with close inspection of published materials for logistic based studies, a *paper hurricane* can be also observed. Hence determining the milestones and qualified studies carry importance for new researchers and people who want to get informed about topics. Bibliographic analysis is a proven way to determine qualified studies with various stages. Also, research trends, collaborations, regional scientific activity data can be obtained through analysis.

Study primary focused *Air Cargo* oriented studies to obtain in-depth information on the literature. Bibliographic analysis methods used to perform the

analysis with selected criterias and co-word analysis, author, journal, most cited documents are also determined. In addition, networking and collaboration between institutions, countries were examined.

Result of the study findings shows; vast majority of studies not only focused to air cargo but also production, management and international operation issues besides that. Observation of these fields together means; logistics researches oriented to area generally did not focus in a specific area, conduct bonds between aeronautical activities and relevant other main fields of logistics management. Inspection of journals that pressed most of the articles and got most cited essays supports this view. Logistics, supply chain, planning&control-oriented journals indexed as had most “total link strength” parameter and published document in numbers. The only journal which focused for solely on aviation is Journal of Air Transport Management (JATM). As seen on figure 9, there are dense interrelations between most cited journals. Impact factor of these journals which have larger interest area, relatively got higher scores compared to narrow area focused ones. Both research and publishing source statistics reflects the result that Inter/multi-disciplinary researches have been attracting more attention for last decades. Co-word analysis results for selected publications, supporting evidence could be seen about this claim. Instead of aeronautical activity

keywords solely; logistics, management, production words occur more frequently. As a result, vast majority of air cargo researches' performed under/with other disciplinary branches together.

Some countries have more air cargo activities compared to the rest, because of its location, production values, developed aviation industry and logistics investment to become *hub*. Scientific production rates also reflect and partially supports density of air cargo activity movements. USA, UK and China are the most article published countries in the area among the countries. Trade capacity, amount of import/exported goods globally and project focused institutions, working groups make positive effect for efficient production for scientific publishing. Top 3 countries followed by India, Germany, Sweden, Taiwan and Netherlands which are also strong logistic activities and trade volumes consistent with results.

Collaboration between institutions and countries also shows similarity with air cargo distribution network, flight trajectories. USA and UK placed at the center of the collaboration network; European countries generally bonded with the UK as a proxy for other continents. Asian countries grouped closely with relationships except despite the close distance; South Korea and China, Taiwan and China. This demonstrates beside the logistic activities; politic affairs play a crucial role for collaboration to scientific studies. Similar to production rate of publications, USA, UK, China and Australia have more collaborated studies than others.

As the industry evolves with production and supply demands, air cargo transportation will continue its rising trend in the future. Carbon emissions, fuel prices, aircraft and staff shortage etc. problems now and in the future will be the main key difficulties that have to be solved. Despite to short time delivery and "new" competitive pricing advantages, it could be said that; we will see more freighters in the sky soon. Especially intercontinental trade, which doesn't need production lines and the customers have to be close, e-commerce and raw material demands for mass production in the post-pandemic era, air cargo operations can catch capacity had never been.

Analysis of literature also shows the existance of research interest and trends for new studies. Paper can provide to find "research gaps" for interdisciplinary topics in the context.

Further investigations which focus on the interdisciplinary modes, have an option to compare aviation activities with both disciplines separately. This can ensure a clear view, if the bond strength of the aviation and other related areas are sufficient or not.

Also with growing production, trade rates of Eastern especially for the last decades, the shift on published articles and major journals, institutions, collaboration networks' can be observed. It's foreseen that this dynamic industry will get more attention from researchers in the future.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] S. A. Raza, R. Ashrafi, and A. Akgunduz, "A bibliometric analysis of revenue management in airline industry," *Journal of Revenue and Pricing Management*, vol. 19, no. 6, pp. 436–465, 2020.
- [2] İ. Şimşir, "Bibliyometri ve Bibliyometrik Analize İlişkin Kavramsal Çerçeve" in *Bir Literatür İncelemesi Aracı Olarak Bibliyometrik Analiz*, O. Öztürk and G. Gürler Ed., Ankara, Turkey, Nobel Bilimsel Eserler, sec. 1, pp. 7-31, 2021.
- [3] R. N. Broadus, "Toward a definition of "bibliometrics," *Scientometrics*, 12(5-6), 373-379, 1987.
- [4] A. Martín-Martín, E. Orduña-Malea, J. M. Ayllón and E. D. Lopez-Cozar, "The counting house: Measuring those who count. Presence of bibliometrics, scientometrics, informetrics, webometrics and altmetrics in the Google Scholar citations, Researcherid, ResearchGate, Mendeley & Twitter," *arXiv preprint arXiv:1602.02412*, 2016.
- [5] G. Baxter, "A strategic analysis of Cargolux airlines international position in the global air cargo supply chain using Porter's five forces model," *Infrastructures*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [6] X. M. Yuan, J. M. W. Low, and L. Ching Tang, "Roles of the airport and logistics services on the economic outcomes of an air cargo supply

- chain,” *International Journal of Production Economics*, vol. 127, no. 2, pp. 215–225, 2010.
- [7] S. J. Pettit and A. K. Beresford, “Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models,” *International Journal of Logistics: research and applications*, 8(4), 313-331, 2005.
- [8] IATA, “Air Cargo Market Analysis,” May, 2021 Report, IATA, Quebec, 2021.
- [9] L. Cavaignac and R. Petiot, “A quarter century of Data Envelopment Analysis applied to the transport sector: A bibliometric analysis,” *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 57, pp. 84–96, 2017.
- [10] F. H. Qaiser, K. Ahmed, M. Sykora, A. Choudhary, and M. Simpson, “Decision support systems for sustainable logistics: A review & bibliometric analysis,” *Industrial Management and Data Systems*, vol. 117, no. 7, pp. 1376–1388, 2017.
- [11] A. Dixit and S. K. Jakhar, “Airport capacity management: A review and bibliometric analysis,” *Journal of Air Transport Management*, vol. 91, no. February 2020, p. 102010, 2021.
- [12] J. Cifuentes-Faura and U. Faura-Martínez, “Twenty Years of Airport Efficiency – A Bibliometric Analysis,” *Promet - Traffic&Transportation*, vol. 33, no. 4, pp. 479–490, 2021.
- [13] G. Baxter and P. Srisaeng, “Cooperating to compete in the global air cargo industry: The case of the DHL Express and Lufthansa cargo A.G. Joint venture airline ‘Aerologic’,” *Infrastructures*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [14] T. W. Chung, W. C. Ahn, S. M. Jeon, and V. Van Thai, “A benchmarking of operational efficiency in Asia Pacific international cargo airports,” *Asian Journal of Shipping and Logistics*, vol. 31, no. 1, pp. 85–108, 2015.
- [15] E. Y. C. Wong, D. Y. Mo, and S. So, “Closed-loop digital twin system for air cargo load planning operations,” *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 34, no. 7–8, pp. 801–813, 2021.
- [16] S. Budiarto, H. P. Putro, P. Pradono, and G. Yudoko, “Revenue management of air cargo service in theory and practice,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 158, no. 1, 2018.
- [17] IATA, “Outlook for the global airline industry” April 2021 Report, IATA, Quebec, 2021.
- [18] S. Albers and V. Rundshagen, “European airlines’ strategic responses to the COVID-19 pandemic (January-May, 2020),” *Journal of Air Transport Management*, 87, 101863, 2020.
- [19] ICAO, “Repurposing aircraft passenger cabins for transport of Cargo,” ICAO Safety. <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/Airworthiness%20TCPC.aspx> (accessed 13 Sep, 2021).
- [20] FAA, “FAA Amends Cargo Exemptions,” Regulatory updates due to Coronavirus – FAA. https://www.faa.gov/coronavirus/regulatory_updates/ (accessed 16 Sep, 2021).
- [21] M. Visser, N. J. van Eck, and L. Waltman, “Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic,” *Quantitative Science Studies*, 2(1), 20-41, 2021.
- [22] A. W. Harzing, “Two new kids on the block: How do Crossref and Dimensions compare with Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus and the Web of Science?,” *Scientometrics*, 120(1), 341-349, 2019.
- [23] Zhang, C., Feng, W., Steffens, E., de Landaluce, A., Kleinman, S., & LeBlanc, M. D. “Lexos 2017: Building reliable software in Python,” *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 33(6), 124-134, 2018.
- [24] I. Manuj and J. T. Mentzer, “Global supply chain risk management strategies,” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 38, no. 3, pp. 192–223, 2008b.
- [25] I. Manuj and J. T. Mentzer, “Global supply chain risk management,” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2008a
- [26] T. J. Pettit, J. Fiksel, and K. L. Croxton, “Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework,” *Journal of Business Logistics*, vol. 31, no. 1, pp. 1–21, 2010.
- [27] M. Christopher, R. Lowson, and H. Peck, “Creating agile supply chains in the fashion industry,” *International Journal of Retail & Distribution Management*, vol. 32, no. 8, pp. 367–376, 2004.
- [28] I. J. Chen and A. Paulraj, “Understanding supply chain management: critical research and a theoretical framework,” *International Journal of Production Research*, 42(1), 131-163, 2004.

- [29] Y. M. Bontekoning, C. Macharis and J. J. Trip, "Is a new applied transportation research field emerging? A review of intermodal rail-truck freight transport literature," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(1), 1-34, 2004.
- [30] G. Svensson, "A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2000.
- [31] L. Barnes, and G. Lea-Greenwood, "Fast fashioning the supply chain: shaping the research agenda," *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 2006.
- [32] E. Bottani and A. Rizzi, "A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2006.
- [33] B. J. La Londe and J. M. Masters, "Emerging logistics strategies: blueprints for the next century," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 1994.
- [34] M. E. Johnson, "Learning from toys: Lessons in managing supply chain risk from the toy industry," *California Management Review*, 43(3), 106-124, 2001.
- [35] C. Speier, J. M. Whipple, D. J. Closs, and M. D. Voss, "Global supply chain design considerations: Mitigating product safety and security risks," *Journal of Operations Management*, vol. 29, no. 7-8, pp. 721-736, 2011.
- [36] R. H. Ballou, "The evolution and future of logistics and supply chain management," *European Business Review*, 2007.
- [37] H. Gupta, H and M.K. Barua, "Identifying enablers of technological innovation for Indian MSMEs using best-worst multi criteria decision making method," *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 69-79, 2016.
- [38] S.J. Pettit and A.K. Beresford, "Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models," *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 8(4), 313-331, 2005.
- [39] J. Rezaei, O. Kothadiya, L. Tavasszy, and M. Kroesen, "Quality assessment of airline baggage handling systems using SERVQUAL and BWM," *Tourism Management*, vol. 66, pp. 85-93, 2018.
- [40] T. M. Choi, X. Wen, X. Sun, and S. H. Chung, "The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 127, no. March, pp. 178-191, 2019.
- [41] M. Dobrovnik, D. Herold, E. Fürst, and S. Kummer, "Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start," *Logistics*, vol. 2, no. 3, p. 18, 2018.
- [42] R. H. Ballou, "The evolution and future of logistics and supply chain management," *European Business Review*, vol. 19, no. 4, pp. 332-348, 2007.
- [43] C. S. Tang, J. D. Zimmerman, and J. I. Nelson, "Managing New Product Development and Supply Chain Risks: The Boeing 787 Case," *Supply Chain Forum: An International Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 74-86, 2009.

Uzun Kısa Vadeli Bellek Yöntemi ile Havayolu Yolcu Tahmini

Ömer Osman DURSUN^{1*} , Suat TORAMAN² 

¹ Fırat Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Uçak Elektrik Elektronik Bölümü, Elazığ, Türkiye

² Fırat Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Hava Trafik Kontrol Bölümü, Elazığ, Türkiye

Özet

Havayolu taşımacılığında uçuş operasyonlarının planlanması önemlidir. Uçuş operasyonları planlanırken en önemli unsur yolcu sayısıdır. Yolcu sayısını belirli bir zaman dilimi için tahmin etmek, havayolu firmasının planlamalarını daha uygun bir şekilde gerçekleştirmelerine yardımcı olabileceği gibi maliyetten de tasarruf etmelerini sağlayacaktır. Çalışmada, uzun kısa vadeli bellek (LSTM) yöntemi kullanılarak havayolu yolcu sayısı tahmin edilmiştir. Elazığ Havalimanına ait yolcu sayısı Vanilla LSTM yöntemi kullanılarak tahminleme gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntem ile Elazığ Havalimanına ait yolcu sayısı tahminlemede ortalama kare hata (MSE) sıfıra yakın ve karekök ortalama karesel hata (RMSE) 0.02 olarak bulunmuştur. Deneysel sonuçlar önerilen yaklaşımın havayolu yolcu tahminine katkı sağlayabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzun kısa vadeli bellek, Havayolu yolcu tahmini, Tekrarlayan sinir ağları

Air Passenger Forecasting with Long Short Term Memory Method

Abstract

Flight operations planning is fundamental in air transport. The most important factor when flight operations planning is the number of passengers. Estimating the number of passengers for a specific period can help the airline plan more conveniently and save costs. In the study, the number of airline passengers is estimated using the long short-term memory (LSTM) method. The passenger number dataset of Elazığ Airport is predicted using the Vanilla LSTM method. In the proposed method, Mean Square Error (MSE) is close to zero and Root Mean Square Error (RMSE) is found 0.02 in estimating the number of passengers belonging to Elazığ Airport. Experimental results showed that the proposed approach could contribute to airline passenger estimation.

Keywords: Long short term memory, Air passenger prediction, Recurrent neural network

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Ömer Osman Dursun oodursun@firat.edu.tr

Citation/Alıntı: Dursun Ö. O., Toraman S. (2021). Uzun Kısa Vadeli Bellek Yöntemi ile Havayolu Yolcu Tahmini J. Aviat. 5 (2), 241-248.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0001-5605-0419>; ² <https://orcid.org/0000-0002-7568-4131>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1009331>

Gelis/Received: 13 Ekim 2021 **Kabul/Accepted:** 29 Kasım 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

1. Giriş

Son zamanlarda Covid-19 pandemiden kaynaklı küresel salgının etkisiyle birçok sektör olumsuz olarak etkilenmiştir. Salgından en çok etkilenen sektörlerin başında havacılık sektörü gelmektedir. Salgından kaynaklı ulaşım alanındaki kısıtlamalar küresel ekonomide bozulmalara yol açmış bu durum havacılık sektörünü durma noktasına getirmiştir. Özellikle havayolu yolcu taşımacılığının durması mali sektörel sıkıntıları beraberinde getirmiştir.

Havayolu taşımacılığı, uçakları, havaalanlarını, uçuş rotalarını ve hava trafik yönetim sistemlerini içeren karmaşık bir sistemdir. Ulaştırma endüstrisindeki gelişim ve sosyo-ekonomik kalkınma havacılığın en önemli rollerinden biridir. Havayolu endüstrisinde, havayolu şirketlerinde yolcu talebinin tahmin edilmesi hayati önem taşımaktadır [1, 2]. Uçuş rotalarındaki sefer sayısının artırılması, havalimanlarının iyileştirilmesi, yeni hat açılması, bilet fiyatının değiştirilmesi gibi operasyon planlarının geliştirilmesi için uzun vadeli talep tahmini yapılması gerekmektedir. Ayrıca, kısa vadeli talep tahmini de havalimanı planlamasında, operasyonların düzenlenmesinde ve kısa vadeli bakım için önemli bir rol oynamaktadır [3]. Aynı zamanda havaalanı inşaatı için yüksek ekonomik maliyet ve zaman tüketimi hesaba katıldığında, tahminin ve öngörünün doğruluğunun ne derece önemli olduğu görülmektedir [4]. Yolcu talebini öngörmek, durağan olmama, yüksek oynaklık ve düzensizlik gibi sürecin çok yönlü özelliklerinden dolayı oldukça zordur [5].

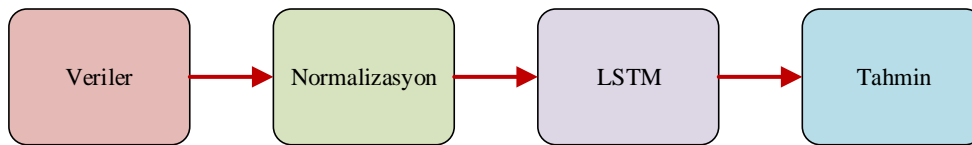
Makine öğrenimi, karmaşık verilerden anlamlı sonuçlar çıkarmak için kullanılmaktadır. Gelişen

veri işleme sistemleri, bulut hizmetleri, çeşitli algoritmaların uygulanmasında kullanılan çok sayıda araç ve kütüphaneler sayesinde son birkaç yılda yeni tekniklerin uygulanması oldukça önem kazanmıştır. Bununla beraber, havacılık alanı, çoğunlukla yüksek kaliteli verilere erişimin zor olması veya hiç olmaması ayrıca yeni karmaşık modellere kıyasla basit tahmin modellerine bağlı kalınması sebebiyle diğer alanlara nazaran yeni teknik ve yöntemlerden yararlanamamıştır [6]. Yang vd. kentsel raylı sistemler için uzun-kısa vadeli bellek ağına dayanan tahminleme modeli geliştirmişlerdir [7]. Kanavos vd. havayolu yolcu taşımacılığı için zaman serilerine dayanan otoregresif hareketli ortalama (ARIMA) ve derin öğrenmeye dayalı model önermişlerdir [2]. Tang vd. kentsel taşıma sistemi için mekânsal-zamansal grafik evrimsel ağına dayalı olarak bölge düzeyinde çok topluluklu yolcu talebi tahmini gerçekleştirmişler [8]. Zhu ve Li derin öğrenme yaklaşımıyla yakıt doldurma kararları için uçuş süresi tahmini yapmışlardır [9].

Çalışmanın 2. bölümünde veriler, uygulanan Vanilla LSTM yöntemi detaylı olarak açıklanmıştır. Deneysel sonuçlar ve tartışma 3. bölümde sunulmuştur. En son bölümde ise sonuç kısmı verilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada, Elazığ iline ait havayolu yolcu verileri kullanılmıştır. Sonraki adımda elde edilen yolcu verilerine normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Normalizasyon uygulanan veriler Vanilla LSTM ile modellenerek yolcu tahmini gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de, çalışmanın akış şeması verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın akış şeması

2.1. Verilerin elde edilmesi

Elazığ Havalimanı'na ait 2007 Ocak – 2021 Ağustos sonu yolcu verileri Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Yolcu verileri yıllara göre aylık olarak

alınmıştır. Elazığ Havalimanı için yıllara göre aylık olarak alınan iç hat ve dış hat yolcu sayılarının toplamı, toplam yolcu sayısı olarak değerlendirilmiştir [10]. Toplam 176 verinin %80'i

Vanilla LSTM modelinin eğitimi için geriye kalan %20'si ise test edilmesi için kullanılmıştır [11, 12].

2.2. Normalizasyon

Normalizasyon, veri dağılımının farklı olduğu verileri tek bir düzen içerisinde ele almayı ve karşılaştırılabilmesini sağlamaktadır. Çalışmada min-max normalizasyon yöntemi kullanılmıştır. Min-max normalizasyon yöntemi ile orijinal veri seti üzerinde doğrusal bir dönüşüm yapılmaktadır. Dönüşüm sonrasında veri seti [0-1] aralığına indirgenmiştir. Denklem 1'de min-max normalizasyon yönteminin matematiksel ifadesi görülmektedir.

$$x' = \frac{x_t - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Burada, x' normalize edilmiş veriyi, x_t t zamanındaki giriş değerini, x_{max} veri setindeki en büyük sayıyı, x_{min} veri setindeki en küçük sayıyı ifade etmektedir [11].

2.3. LSTM

Uzun Kısa Vadeli Bellek (LSTM) mimarileri genellikle zaman serisi tahmini ve öngörülerinde kullanılmaktadır. Konuşma tanıma ve metin tanıma gibi genellikle doğal dil işleme problemleri için sıklıkla kullanılan tekrarlayan sinir ağlarının (RNN) üzerine inşa edilmektedir. RNN'lerde her bir zaman adımındaki çıktı bir önceki hesaplamalara bağlı olarak işlenmektedir. Bu sayede RNN'ler geçmiş bilgileri taşıyıp ve onları hafızasında saklamaktadır. Ancak RNN'ler kısa vadede geleceği tahmin ve öngörmeyi başarırken, uzun vadeli bağımlı ve sıralı giriş verisinde anlamlı olabilecek bilgiyi ihmal edebilmektedir. Bir başka deyişle RNN'lerde dizi ne kadar uzunsa, önceki zaman adımlarından sonraki zaman adımlarına bilginin taşınması o oranda zorlaşacaktır. RNN'lerdeki diğer bir problemde sinir ağlarının ağırlıklarını güncellemek için kullanılan eğitim değerlerinin zaman içerisinde küçülmesidir. RNN geriye yayılım yaptığında eğitim değeri küçülmektedir. Eğitim değeri ne derecede küçülürse öğrenme oranı o oranda azalır. Küçük bir eğitim değeri ile güncellenen katmanda öğrenme oranı azalır ve bu durum uzun dizilerde RNN'nin kısa vadeli hafızaya sahip olmasına sebep olmaktadır. Bahsedilen problemlerin ortadan kaldırılması için LSTM mimarisi geliştirilmiştir [13].

LSTM, RNN'lerin performansını arttırmak, eğim ve uzun vadeli bağımlılık sorunlarını çözmek için tasarlanmıştır. LSTM'ler yeni tip hücre durumu yöntemiyle RNN'lerde ortaya çıkan sorunları gidermektedir. Bilgi her adımda hücre durumundan geçer ve geçişler sırasında değiştirilebilir. Böylece bilgi parçalarının unutulması veya hatırlanması sağlanır. LSTM'in matematiksel gösterimi Denklem 2-6'da gösterilmiştir. Burada, x_t giriş vektörünü, c_{t-1} önceki hücre hafızasını, h_{t-1} önceki hücre çıkışı, b eğim değerini, W her bir giriş değeri için ağırlık vektörünü, σ sigma aktivasyon fonksiyonunu, \tanh tanjant aktivasyon fonksiyonunu ifade etmektedir. Şekil 2'de LSTM modelinin blok diyagramı görülmektedir. LSTM mimarisi Şekil 2'de gösterilen durumlar ve kapılar aracılığıyla tanımlanmaktadır.

Unutma kapısı; hangi bilgilerin atılacağına veya hangi bilgilerin saklanacağına karar vermektedir. Kapı önceki hücrenin gizli durumu olan h_{t-1} değerini ve o zaman adımındaki x_t giriş değerini alır. Daha sonra h_{t-1} ve x_t kodlanarak ağırlıklarla çarpılır ve eğim değeri eklenir. Ardından bu değere sigmoid fonksiyonu uygulanarak 0 ve 1'lerden oluşan bir çıkış vektörü elde edilir. Elde edilen vektörün değerleri 0'a yaklaştıkça bilgileri unutması 1'e yaklaştıkça bilgileri tutması anlamına gelmektedir. Vektör değerleri hücre durumuna aktararak önceki hücre durumu olan c_{t-1} ile çarpılır. Unutma kapısının fonksiyonu Denklem 2'de gösterilmiştir.

Giriş kapısı; hücre durumunu güncellemek için kullanılmaktadır. İlk olarak önceki gizli durum h_{t-1} ve x_t mevcut giriş bir sigmoid aktivasyon fonksiyonundan geçirilir. Böylece 0 ile 1 arasında olan değerlere dönüştürülerek bir vektör oluşturulur. Bu vektör ile hangi değerlerin güncelleneceğine karar verilir. Daha sonra h_{t-1} ve x_t , \tanh aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek -1 ile 1 arasında değerler veren bir vektör elde edilir. Sigmoid çıktısı \tanh çıktısındaki hangi bilgilerin saklanmasının önemli olduğuna karar verecektir. Son olarak her iki vektör çarpılarak hücre durumuna eklenir. Denklem 3'de giriş kapısının fonksiyonu görülmektedir.

Çıkış kapısı; bir \tanh aktivasyon fonksiyonu kullanılarak hücre durumunun değerleri -1 ile 1 arasında değişen bir vektöre dönüştürülür. Ardından unutma kapısına benzer bir şekilde hangi bilgilerin

çıkarılacağını veya taşınacağını seçmek için bir sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılır. Daha sonra sigmoid ve tanh aktivasyon fonksiyonlarından elde edilen değerler çarpılarak bir sonraki zaman hücresinin gizli durumu h_t elde edilir. Çıkış kapısı fonksiyonu Denklem 4’te görülmektedir.

Hücre durumu; önceki hücre durumundan gelen bilgilerle unutma vektörü noktasal olarak çarpılır. Daha sonra giriş kapısından gelen ek bilgi ile hücre durumunu sinir ağının uygun bulunduğu yeni değerlere güncelleyen noktasal bir ekleme yapılır. Böylece gelecek yeni hücre durumu bilgisi elde edilirken h_t gelecek gizli duruma katkı sağlanmış

olur. Denklem 5’te yeni hücre durumu fonksiyonu, Denklem 6’da ise gelecek gizli durum fonksiyonu görülmektedir.

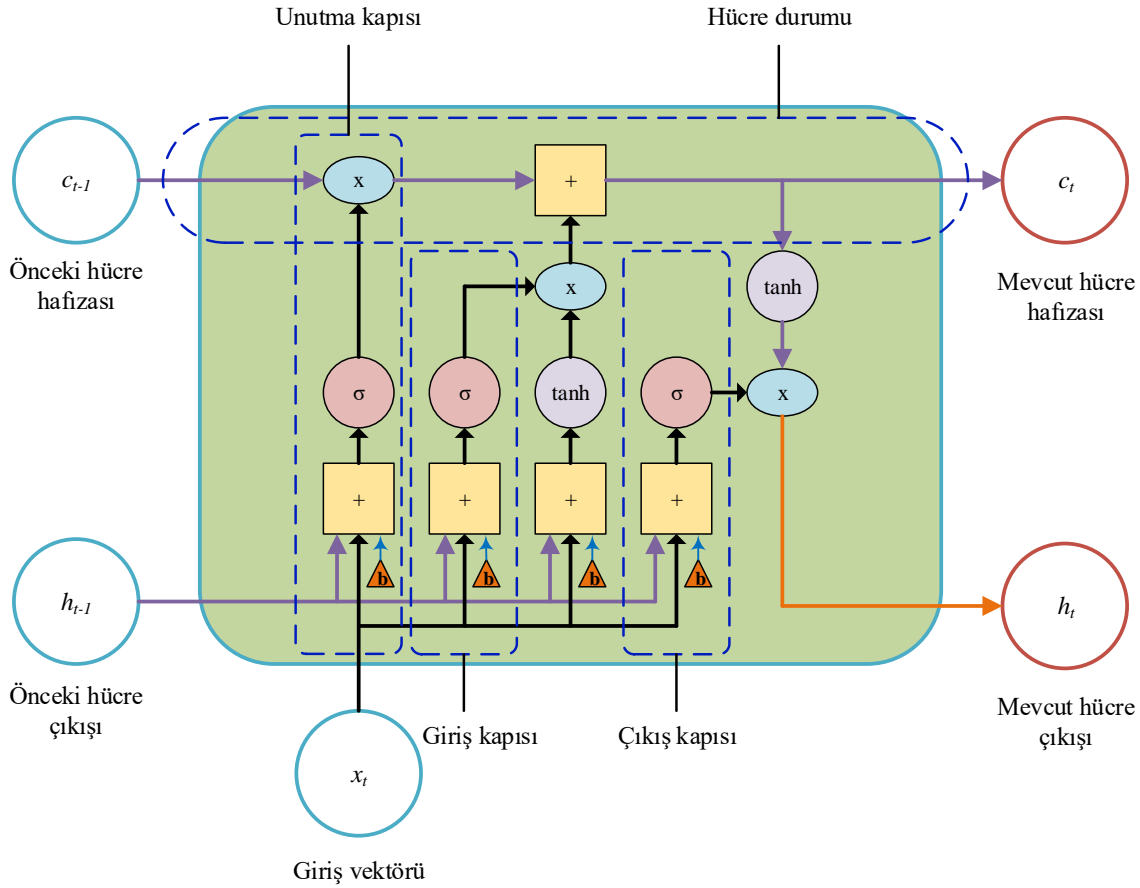
$$f_t = \sigma(W[x_t, h_{t-1}, c_{t-1}] + b_f) \quad (2)$$

$$i_t = \sigma(W[x_t, h_{t-1}, c_{t-1}] + b_i) \quad (3)$$

$$o_t = \sigma(W[x_t, h_{t-1}, c_t] + b_o) \quad (4)$$

$$c_t = f_t \times c_{t-1} + i_t \times \tanh(W[x_t, h_{t-1}, c_{t-1}] + b_c) \quad (5)$$

$$h_t = \tanh(c_t) \times o_t \quad (6)$$



Şekil 2. LSTM modelinin blok diyagramı

2.4. Oto regresif model

Oto regresif model (AR), geriye dönük değerlerin zaman serileri arasındaki korelasyonlarına bakarak basit lineer regresyon ile ileriye yönelik olasılıksal tahminleme yapılmasını sağlayan bir modeldir. Modelin matematiksel gösterimi Denklem 7’de gösterilmiştir.

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Burada c , φ sabit sayı, ε beyaz gürültü (rastgelelik) olarak ifade edilmektedir [14].

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışmalar

Bu bölümde, modele ait performans değerlendirme kriterleri, Vanilla LSTM modelinin parametre ayarları, tahmin sonuçları değerlendirilmiştir.

3.1. Performans değerlendirmesi

Önerilen çalışmada performans ölçümü ortalama karesel hata (MSE), karekök ortalama karesel hata (RMSE), R^2 , kayıp fonksiyonu (loss) olarak yapılmış ve değerlendirilmiştir. MSE , $RMSE$ ve R^2 performans ölçütlerine ait denklemler Denklem 8-10'da görülmektedir. MSE , modelin hata oranını aynı zamanda başarımını ölçen fonksiyondur. MSE , modelin yapmış olduğu tahminin gerçek değerden ne kadar farklı olduğunu hesaplamaktadır. Gerçek değer ile tahmin değeri arasındaki fark ne kadar az ise o oranda iyi bir tahmin yapılmış olur. MSE değeri 0'a yaklaşırsa tahmin o oranda iyi gerçekleşmiş demektir [13-16].

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x}_t)^2 \quad (8)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x}_t)^2} \quad (9)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x}_t)^2}{\sum_{t=1}^n x_t^2} \quad (10)$$

Burada, n örneklem sayısını, x_t , t zaman dilimindeki yolcu sayısını, \bar{x}_t , t zaman dilimindeki tahmin edilen yolcu sayısını ifade etmektedir.

3.2. Parametre ayarları

Yapılan çalışmada önerilen Vanilla LSTM modelinde optimizasyon algoritması olarak Adam, kayıp fonksiyonu olarak MSE kullanılmıştır. Döngü sayısı olarak 50, 100, 200, 500, 1000 değerleri denenmiş en iyi sonuç 200 değerinde elde edilmiştir. Modelde küme boyutu 3, 4, 8 gibi değerler denenmiş bunlar içerisinde en iyi sonuç 4 değerinde elde edilmiştir. LSTM modelinde gizli katman sayısı 1 olarak girilmiştir. Nöron sayısı olarak 8, 10, 16, 32, 50 değerleri modelde uygulanmış en iyi sonuç 16 değerinde elde edilmiştir. Modelde $[10^{-1}, \dots, 10^{-4}]$ aralığındaki değerler öğrenme oranı olarak kullanılmış en iyi sonuç $l_r = 10^{-2}$ değerinde bulunmuştur. Öğrenme

değeri 10^{-4} olarak alındığında modelin ezberlemeye başladığı görülmüştür. Önerilen LSTM modeline ait parametreler ve parametrelere ait en iyi değerler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Vanilla LSTM modelinde kullanılan parametreler ve en iyi değerleri

Parametre	Değer
Optimizasyon algoritması	Adam
Kayıp fonksiyonu	MSE
Döngü sayısı	2000
Küme boyutu	4
Gizli katman	1
Nöron sayısı	32
Öğrenme oranı	0.001

3.3. Tahmin sonuçları ve tartışma

AR modelinin yolcu tahmininde MSE değeri 0.026, $RMSE$ değeri 0.161 ve R^2 'si 0.615 olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra Vanilla LSTM modelinde MSE değeri 0'a çok yakın $RMSE$ değeri 0.02 ve R^2 ise 0.98 olarak elde edilmiştir. Her iki model MSE değerleri açısından karşılaştırıldığında MSE değeri sıfıra yakın olan Vanilla LSTM modeli AR modeline göre daha iyi tahminleme yapmıştır. Ayrıca R^2 değerleri ele alındığında Vanilla LSTM modelinin R^2 değerinin AR modeline kıyasla daha büyük ve bire yakın olduğu görülmektedir. Bu sebeple Vanilla LSTM modeli AR modeline göre gerçeğe yakın bir tahminleme yapmıştır. Tablo 2'de her iki modelin tahminlemesine ait performans değerlendirmeleri görülmektedir.

Tablo 2. Modellerin performans değerlendirmesi

AR			Vanilla LSTM		
MSE	$RMSE$	R^2	MSE	$RMSE$	R^2
0.026	0.161	0.615	0.00	0.02	0.98

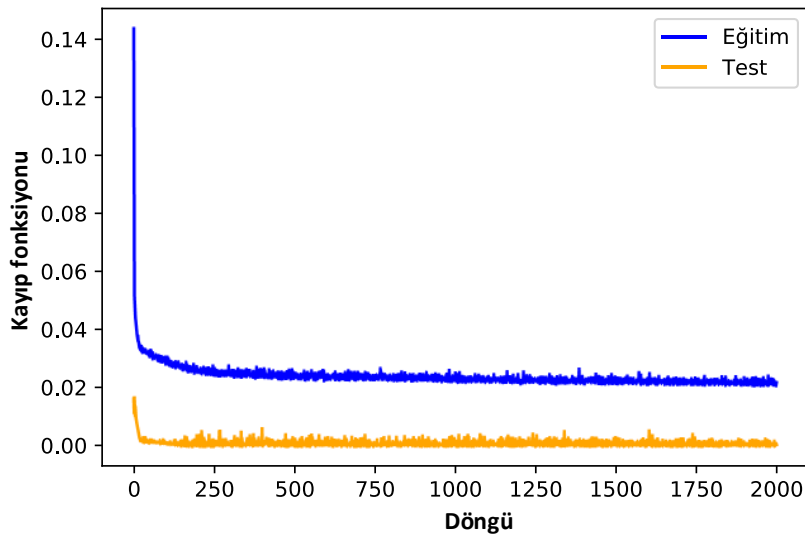
AR ve Vanilla LSTM modellerine 2007-2021 yılları arasındaki Elazığ iline ait yolcu verilerinin %80'i eğitim ve %20'si test verisi olarak verilmiştir. Eğitim sürecinden sonra modeller test verileri ile değerlendirilmiştir. Model tahminleri ve gerçek değerler Tablo 3'de görülmektedir. Tablo 3'ün ilk satırı dikkate alındığında 34839 olan Elazığ'a ait gerçek yolcu sayısı, AR modeli ile 318246.6,

Vanilla LSTM modeli ile 40761.1 olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Gerçek ve tahmin sonuçları

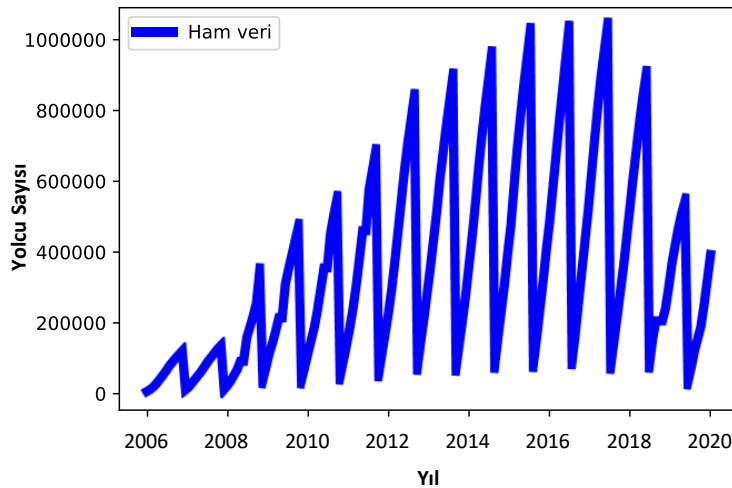
Gerçek Değer	Tahmin Değeri	
	AR	Vanilla LSTM
34839	318246.6	40761.1
73786	298141.4	73353.4
120072	282230.3	132883.3
155306	267544.9	170497.9
189327	268972.6	208610.9
252026	290549.8	286770.5
320601	327898.6	361530.7

Önerilen Vanilla LSTM modelinin kayıp fonksiyonunun döngü sayısına göre değişim grafiği Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 3'teki grafik incelendiğinde hem eğitim hem de test verilerinin kayıp değerinin iterasyonla azaldığı görülmektedir. Kayıp fonksiyonu olarak MSE kullanılmıştır. MSE değerinin küçük çıkması önerilen modelin iyi bir tahminleme yaptığını göstermektedir. Eğitim ve test veri değerleri öğrenme sürecinde sifıra yaklaşmıştır. Şekil 3'deki kayıp grafiğinde görüldüğü gibi modelde ezberleme durumu gerçekleşmemiştir.



Şekil 3. Vanilla LSTM kayıp fonksiyonu grafiği

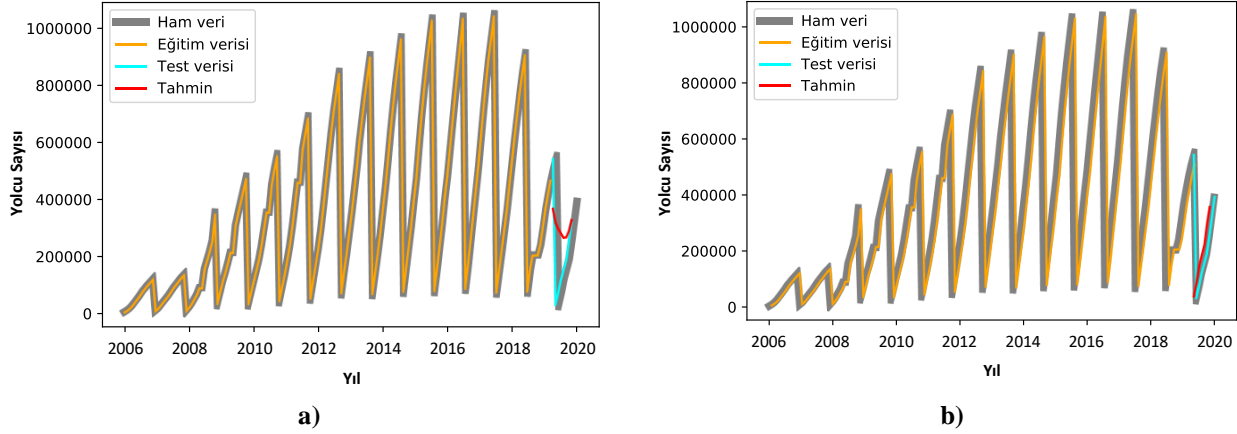
Elazığ iline ait havayolu iç hat ve dış hat toplam yolcu sayısının 2007 – 2021 yılları arasındaki değişimi Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 2007-2021 tarihleri arasındaki Elazığ iline ait toplam yolcu sayısı

Ayrıca, hem AR hem de Vanilla LSTM modellerinin test verisinin tahminleri, orijinal veri ile karşılaştırıldığında AR modelinin tahmininin orijinal veriden uzak, Vanilla LSTM modelinin ise orijinal veriye çok yakın olduğu görülmüştür. Vanilla LSTM ile yapılan Elazığ iline ait yolcu

tahminlemesinin AR modeli tahminlemesinden daha iyi olduğu görülmüştür. Şekil 5 a ve b'de yolcu verilerinin ham hali, eğitim ve test veri kümesine ayrılmış hali verilmiştir. Şekil 5 a'da AR modelinin tahminlemesi, Şekil 5 b'de ise Vanilla LSTM modelinin tahminlemesi görülmektedir.



Şekil 5. a) AR ve b) Vanilla LSTM modellerinin tahmini

4. Sonuç

Bu çalışmada havayolu yolcu tahmini için geleneksel olarak kullanılan regresyon analizi, zaman serileri, yapay sinir ağları gibi makine öğrenme ve istatistiksel yöntemler yerine tekrarlayan sinir ağlarının gelişmiş bir yapısı olan Vanilla LSTM kullanılmıştır.

Özellikle tahminlemenin sıklıkla kullanıldığı havacılık alanında, önerilen Vanilla LSTM modelinin büyük bir eksikliği gidereceği öngörülmektedir. Önerilen model ile uçuş ağlarının operasyon verimliliğinin artırılması ve etkili hava trafik kontrol stratejilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece havacılık otoritelerine ve havayolu firmalarına filo planlama, ekip çizelgeleme, rota planlama ve biletleme ücretleri konularında önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

Kaynaklar

- [1] S. Kim and D. H. Shin, "Forecasting short-term air passenger demand using big data from search engine queries," *Autom. Constr.*, vol. 70, pp. 98–108, 2016.
- [2] A. Kanavos, F. Kounelis, L. Iliadis, and C. Makris, "Deep learning models for forecasting

aviation demand time series," *Neural Comput. Appl.*, vol. 0123456789, 2021.

- [3] W. H. K. Tsui, H. Ozer Balli, A. Gilbey, and H. Gow, "Forecasting of Hong Kong airport's passenger throughput," *Tour. Manag.*, vol. 42, no. 2014, pp. 62–76, 2014.
- [4] B. Flyvbjerg, M. K. Skamris Holm, and S. L. Buhl, "How (In)accurate are demand forecasts in public works projects?: The case of transportation," *J. Am. Plan. Assoc.*, vol. 71, no. 2, pp. 131–146, 2005.
- [5] Y. Xiao, J. J. Liu, Y. Hu, Y. Wang, K. K. Lai, and S. Wang, "A neuro-fuzzy combination model based on singular spectrum analysis for air transport demand forecasting," *J. Air Transp. Manag.*, vol. 39, no. January 2019, pp. 1–11, 2014.
- [6] A. Maheshwari, N. Davendralingam, and D. A. Delaurentis, "A comparative study of machine learning techniques for aviation applications," *2018 Aviat. Technol. Integr. Oper. Conf.*, no. July, 2018.
- [7] X. Yang *et al.*, "A novel prediction model for the inbound passenger flow of urban rail transit," *Inf. Sci. (Ny.)*, vol. 566, pp. 347–363, 2021.
- [8] J. Tang, J. Liang, F. Liu, J. Hao, and Y. Wang, "Multi-community passenger demand prediction at region level based on spatio-temporal graph convolutional network,"

- Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 124, no. January, p. 102951, 2021.
- [9] X. Zhu and L. Li, "Flight time prediction for fuel loading decisions with a deep learning approach," *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 128, no. March, p. 103179, 2021.
- [10] DHMİ, "DHMİ," 2021. [Online]. Available: <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx>.
- [11] X. Song *et al.*, "Time-series well performance prediction based on Long Short-Term Memory (LSTM) neural network model," *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 186, no. November 2019, p. 106682, 2020.
- [12] J. Guo, Z. Lao, M. Hou, C. Li, and S. Zhang, "Mechanical fault time series prediction by using EFMSAE-LSTM neural network," *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 173, no. October 2020, p. 108566, 2021.
- [13] M. A. KIZRAK and B. BOLAT, "Uçak Motoru Sağlığı için Uzun-Kısa Süreli Bellek Yöntemi ile Öngörücü Bakım," *Bilişim Teknol. Derg.*, pp. 103–109, 2019.
- [14] A. Shakeel, T. Tanaka, and K. Kitajo, "Time-series prediction of the oscillatory phase of eeg signals using the least mean square algorithm-based ar model," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 10, 2020.
- [15] Y. Tian, K. Zhang, J. Li, X. Lin, and B. Yang, "LSTM-based traffic flow prediction with missing data," *Neurocomputing*, vol. 318, pp. 297–305, 2018.
- [16] B. Yang, S. Sun, J. Li, X. Lin, and Y. Tian, "Traffic flow prediction using LSTM with feature enhancement," *Neurocomputing*, vol. 332, pp. 320–327, 2019.

Investigation of the Criteria Affecting the Decision of Use of Drone Technology in the Logistics Sector by DEMATEL Method

Murat DÜZGÜN¹*

¹Faculty of Business and Management Sciences, Aviation Management Dept., Istanbul, Turkiye

Abstract

Logistics is a dynamic sector that has been affected by technology since its early times. Drone vehicles rose up to the idea that technology can be integrated into logistics due to the ability to move objects from one point to another. The main idea of this study is to integrate drone technology into the logistics industry and purpose is; It is the theoretical investigation of the effects of drone technology on the logistics industry today and in the future also the determination of the degree of impact. In this research process, a literature study was conducted under the name of innovation, new technology and logistics terms also. A table was created with the subject headings obtained as a result of the literature analysis and new criteria were determined. These criteria are presented to expert opinion. These tables were analyzed with the DEMATEL decision-making method and the effectiveness levels of the criteria were determined. While the most determined criterion was the increase in the market share of the firm also the criterion with the least impact was determined as security problems. Interviews and analyzes have proven that drone technology will have an important place in the logistics industry in the future.

Keywords: Drone (UAV), Innovation, Logistics, New Technology, DEMATEL

1. Introduction

Logistics is originally a military term. However, the real importance of this term on the stage of history was first grasped during World War II and then logistics began to be viewed and applied from a scientific perspective. After the 2nd World War, many US businesses accepted the importance of

logistics and started to benefit from logistics services that have been continuing since 1960 [1]. The short definition of logistics; is the supply of a product from one point to another within the framework of five lines (the right product, the right price, the right time, the right place and the right

Corresponding Author: Murat Düzgün mduzgun@medipol.edu.tr

Citation: Düzgün, M. (2021). Investigation of the Criteria Affecting the Decision of Use of Drone Technology In the Logistics Sector by DEMATEL Method, J. Aviat. 5 (2), 249-264.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0002-8683-8925>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1010640>

Received: 17 October 2021 **Accepted:** 9 December 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

amount of product). Logistics has many parts within itself, storage and stocking, production logistics, distribution logistics and reverse logistics, etc. One of the sectors most affected by technological developments over time is exactly the logistics sector. E.g; Use of QR codes, integration of GPS systems into transport vehicles, placement of AS/RS systems in warehouse and stocking processes, etc [2].

Drones (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) can be controlled by fly or go on the ground thanks to commands given by remote control or computer systems. Recently, we have seen that drone technology has been used in many areas and workloads also costs have decreased in these areas. In many and our country, drone technology has not yet been fully used in logistics and other fields but when we look at the developments in the world, only seen that companies such as AmazonTM, American ExpressTM, AliExpressTM and FedExTM are experimenting with drone transportation.

Since the first day of its use, drone technology has been integrated into many sectors such as security, journalism, military, agriculture and construction etc. It has given rise to the idea that drone vehicles can be integrated into logistics with the ability to transfer (transport) physical objects from a certain point to another desired point. From this point of view, the main idea of the study is to integrate drone technology into the logistics sector in our country and others also to investigate the current and future importance and effects theoretically then analyzing the specified factors within which it can be beneficial for users.

In the research process, a literature study was conducted under the name of innovation, new technology and logistics terms. In order to analyze the subject more powerfully, in-depth interview questions were asked to logistics experts. A table was created with the subject headings obtained as a result of the literature analysis and new criteria were determined. These criteria were presented to expert opinions. These all tables were analyzed with the DEMATEL method and the importance levels of the criteria were determined. In addition, it is thought that some new criteria that have not been created on the relationship between drone and logistics earlier which will be created in this study and will help with the criteria for future studies.

2. Literature Review

Gökmen, Özdemir (2016), analyzed the relationship between R&D, innovation, export and economic growth in Turkey. In this research, two different methods were used as Zivot-Andrews test and Engle-Granger cointegration analysis [3]. The study was carried out as two separate models and the direct positive from the patent to the growth, the negative directly from the growth to the patent and the negative components from the research-development to the growth were obtained and the unilateral connection result was obtained.

Yavuz (2010), investigated the effect and/or contribution of innovation activities carried out in enterprises to organizational performance in his study [4]. The scope of this research is set out in the "Oslo Manual Manual (2005)", as Marketing and organizational, products and processes innovation types also these terms are taken into account [5]. The results have identified that organizational innovation has an integrated effect by affecting other types of innovation and positively affects financial performance.

Wagner (2008), develops a conceptual framework for innovation management in logistics service providers that taking both macro-sectoral and micro-firm level perspectives. Empirical data on the German transport industry are applied to explain the current situation [6]. The results show that despite the importance of innovation for the competitiveness of logistics service providers, the innovation activities of companies in this sector and the share of innovators are at a lower level than other sectors. Only 30 percent of LHSs are innovative. LHS innovation is less based on structured innovation, new product development and commercialization processes but instead often becomes visible in the form of investments in technologically advanced infrastructure and equipment.

Budak (2019), investigated the progress of drone journalism in Turkey and its meaning for reporters in the journalism industry and its functionality in news gathering in his research [7]. Drone usage actions of Anadolu Agency, Demirören News Agency, Ihlas News Agency in journalism were investigated. As a method, descriptive analysis method was used although the results provide

positive contributions to the journalism sector, ethical and safety issues that we can list as negative besides these positive aspects are emphasized.

Yılmaz (2019), made predictions and researches for some specific situations in these recent periods when drone usage areas have expanded in his study [8]. For example, this research has been prepared on the areas of use of unmanned aerial vehicles in humanitarian logistics activities. The necessary information for this purpose was collected by the literature review method. The humanitarian aid logistics management applications of unmanned aerial vehicles were defined and the study subjects related to the unmanned aerial vehicles supported humanitarian aid logistics were mentioned also it proved that unmanned aerial vehicles are a technology with future potential for the activities applied in the field of humanitarian aid.

Burmaoğlu (2010), aimed to determine the relationship between national innovation indicators, national logistics performance and to investigate the effect of innovation indicators on the logistics performance of countries, in his article [9]. For this purpose, the relationship between logistics performance and innovation indicators was examined and as a result of these analyzes, the positive and statistically significant effect of human resources and intellectual assets variables on logistics performance was presented as an innovation policy proposal.

Erdal (2018), aimed to determine the importance levels of the main logistics innovation skills in order to support which innovation skills LHSs will focus on and to make the best use of the resources they have opened in this direction [10]. Within the scope of this purpose, in-depth interviews were conducted with the managers of three logistics companies that had at least one activity on logistics and innovation in the last five years and five different experts including two academicians from the International Logistics Management department who were acquainted with the MCDM method. As a result of these interviews, the importance levels of the main logistics innovation capabilities were revealed by using the judgments of the experts and the analytical hierarchy process method.

Çakıcı (2016), aims to evaluate the relationship between innovation and sustainable competitive advantage in the context of food and beverage

businesses [11]. Within the scope of this study, the data obtained through the survey of 153 food and beverage businesses which have the tourism business and investment certificate given by the Ministry of Culture and Tourism and maintain their effectiveness in Istanbul at the same time that were analyzed with the convenience sampling method. Descriptive statistics, factor analysis, simple and stepwise regression analyzes were used to analyze the data. It has been identified that innovation activities and investments directly affect sustainable competitive advantage within the scope of food and beverage businesses.

Bastürk (2018), was investigated by using a mathematical approach on traffic control with drones in Istanbul, in the study [12]. It is aimed to collect instant data by making controls with a minimum number of drones in the busiest traffic areas. The regions where the application is made are the E-5 and 3-80 highways. At the end of the study, the current traffic control system and the use of drones will be compared in terms of various factors. Lower maintenance cost, large scanning area capacity, instant data collection capability and earthquake, flood, etc. It is thought that its features such as being able to operate effectively in natural disasters will provide an advantage to the use of drones in traffic control.

Erdal and Korucuk (2018), investigated the importance of the objectives of new technologies, in their research [10]. There are criteria determined by the Turkish Statistical Institute (TUIK) about the importance levels of the aims of new technologies. These are: increase in sales revenue, increase in the market share of the company, decrease in logistics costs and expenses and increase in profit volume. It was made with a solution between the aforementioned factors and the companies that provide services in the field of logistics. Considering these issues, the priorities of innovation objectives were determined with the fuzzy DEMATEL method by conducting face-to-face interviews with the managers of 12 different companies working in the field of logistics that have carried out any innovation activity in the city of Erzurum in the last five years. The results of the Innovative Research conducted by TURKSTAT in 2010-2012 were compared with the results of the aforementioned article. "Increasing the company's

market share", "increasing the profit volume" and "decreasing the logistics costs and expenses" were determined as the most important criteria for innovation purpose.

Şimşit (2014), evaluated Turkey's Logistics Performance in the Framework of Global Competition and Innovation. World Bank Logistics Performance Index data was used [13]. Turkey's logistics performance has been tried to be determined by using different focal points descriptive statistical techniques method. Logistics performance; Over time, due to reasons such as globalization, structural changes in trade and rapidly developing technology so it has become a key tool in countries' trade volumes, export diversification, their capacity to attract foreign investors and thus economic growth and competitive advantage. In this sense, Turkey is in a very important geostrategic and geopolitical position and a rapid growth has been observed in the logistics sector since the beginning of the 2000s.

Yıldırım (2016), aimed to investigate the effect of drone technology on logistics and to determine its advantages and disadvantages, in his article [14]. Within the scope of this study, current applications and projects in the world of logistics have been researched and the advantages and disadvantages have been tried to be determined. At the same time, today's usage areas were also used. The main focus of this study is the logistics perspective on drone technology. When we analyze drone usage, it can be said that there is a great expectation in commercial matters, government regulations and industry benefits. The use of drones is expected to create significant advantages for both. If necessary legal arrangements are made, it is possible for end users and sectoral enterprises to use it commercially.

Murray and Chu (2015), answered questions such as whether the drone can be used in different sectors what advantages it will provide if it is used and how solutions will be provided to the problems that it will create [15]. The areas where drone technology is used are no longer limited to the military. In this new parcel delivery paradigm, two mathematical programming models are presented that aim to steer and program drones and delivery trucks in the most efficient way. A scenario where drones collaborate with other delivery vehicles is presented. Two simple but effective and intuitive solution

approaches are presented for solving practical size problems which along with mixed integer linear programming formulations for the drone delivery problem of two sizes.

Kambir (2019), a review of the drone supply system was made in their research and focused on the advantages of drone use [16]. E-Commerce has become very widespread today also food orders and grocery shopping have increased in the form of delivery from the seller to the door. Speed and reliability have become an important criterion in such forms of shopping. Recently, there have been technological developments in the field of drones. In this study, Naza M-Lite control system, ESC (Electronic Stability Program) and GPS systems were used. The results achieved and predicted by the GPS system utilized within the scope of this project increase accurate delivery. Shortening delivery times and giving a precise performance are some of the advantages it provides. We can control the drone's behavior and also adjust its direction and speed with the ESC system.

Işık and Kılınç (2011), researched the importance of R&D and innovation in regional development and analyzed them by comparing [17]. Innovation and knowledge have now become an important element in the development of countries. Many countries are in search of a model focused on innovation and knowledge. Now, instead of traditional production factors such as labor and capital, the importance of knowledge has increased and the focus has been on the production of innovative products and goods that provide added value. In this project, the ratio of R&D expenditures in GDP, the number of researchers and entrepreneurs, the number of patent registrations and applications, the number of trademark and utility model registrations were determined as innovation indicators. These indicators have been compared for the World, OECD, EU-27, Japan, USA, Turkey, Greece, China and Brazil. As a result of this research, it has been concluded that countries with a higher share of R&D and innovation expenditures in GDP have a competitive advantage. In the light of these data, it would not be wrong to say that innovation and R&D expenditures have a positive effect on development. Companic (2018), aimed to integrate various theoretical perspectives on technology diffusion and adoption to inform supply chain decision makers

when to invest in new robotic systems and to propose a framework [18]. In these periods when the technology-life cycle is decreasing, the rise of e-commerce and the difficulties in finding qualified personnel in warehouse activities have increased the competition. In these cases, companies have started to turn to technology and robotic systems. In this study process, robotic systems and technological breakthroughs made and tried in this field were examined and certain criteria came to the fore. The use of drones in the warehouse has offered significant efficiency for stock handling and stock transparency. Drone system used in Amazon™ warehouses that reducing the costs in the collection process which is the biggest warehouse cost can be counted as a development that will lead to the adoption of the drone system. On the other hand, these developments are the developments that can shed light and set an example for this field in our country.

McCunney and Cauwenberghe (2019), can drones be blended with other transportation methods, not just on their own and to achieve shorter times and lower costs in the procurement process? answers to the questions were sought [19]. They are very rare in Turkish sources while such studies are more common in foreign sources in the literature.

Also this study examines when drones can be used to supply trucks with products to reduce delivery time and costs. The project started with the idea of establishing transfer bases at certain points that supplying drones from the warehouse to this base also loading products onto trucks. The study used SIMIO simulation as a method and applied a subset of the city of Boston and Pittsfield, Transfer points and same-day deliveries in the rural area around MA are simulated on the relationship between drone and truck. As a result of these simulations, the project in the Pittsfield region was found to be 36% faster than the traditional transportation method. Time and costs are the main components of logistics. This process also reduced the distance trucks traveled per 8-hour working day by 24%. In the Boston study, package deliveries were 66% faster and trucks traveled 10% less per day. This study has shown how important drone deliveries are and how they reduce costs and delivery times.

Yoo (2018), looked at drone transport from a different perspective. Because this study is not

viewed by LHSs but in terms of customers' adoption of this method [20]. This research conducted an online survey among 296 U.S. consumers to investigate their opinions to determine attitudes towards the delivery service of drones. Although the results have negative consequences such as complexity, performance risk and privacy risk, they play an important role in shortening delivery times and being environmentally friendly by minimizing carbon emissions.

Iino (2018), describes Hitachi's drone and business project in collaboration with industry, academia and government in their research [21]. The aging of the population and the decrease in birth rates cause inadequacies in the working population today and in the future. For this reason, there is a tendency to operate with unmanned aerial vehicles to support human operations. The cultivated use of drones is expected in applications such as infrastructure inspections, measurement, crop growth analysis and disaster response especially in urban areas. Hitachi Group has started the project called "Drone Business Project" jointly with different departments and produces a wide variety of solutions.

Edwards (2018), investigates the factors that trigger the adoption of drone as distribution mechanics in Chinese logistics companies [22]. Using the "Technology Acceptance" model which is presented as security, perceived usefulness, and perceived ease of use as factors affecting the purpose of use and a model of potential barriers to its adoption has been developed. A survey was conducted and confirmed by using empirical data in order to examine these factors. It appears that resolving key security issues during product delivery and ingestion is a crucial consideration for e-commerce suppliers.

Şekkeli and Minister (2016), investigated the connection between logistics coordination skills, logistics innovation skills, customer relations skills (CRM) and competitive advantages and logistics performance of companies working in the logistics sector, in their study [23]. Data were collected from logistics companies in 9 cities of Turkey which are members of UND by means of questionnaires within the scope of this study. The data were analyzed with the SPSS method. As a result of this research, it was concluded that there are significant connections between logistics coordination skills,

logistics innovation skills and CRM and competitive advantage and logistics performance. The common points of these studies are that they are written on the effects of innovation, logistics and new technological tools on logistics or their integration into the logistics sector. They are studies that can help the most up-to-date technology studies such as drone technology since these studies were written in 2010 and after and keep up to date.

3. Innovation and Drone Technology

In the “Oslo Manual”, the concept of innovation is defined as “the application of a new or significantly improved product or process, innovative marketing method or new organizational method in internal business execution, company organization or external contacts” [24].

The term innovation has been classified in many ways in the literature. It has been examined separately in terms of innovation degrees, applied areas and features. Technical and managerial distinctions have been made in the literature for the term innovation. Technical innovations are the principle related to the priority business movements of the enterprise and managerial innovation is the innovations that occur in the social order of the enterprise [25].

Innovation in logistics has been defined as “any logistics-related service is that from the basic to the complex up to a specific focus group that is seen as new and helpful. The audience can be internal where innovations increase operational efficiency or external where innovations serve customers better”.

A drone is within the ability to take off and land vertically also fly linearly and carry loads. It is equipped with different cutting-edge technology such as infrared cameras, GPS and laser (consumer, commercial and military UAV). Drone vehicles controlled by remote ground control systems (GSC) are also specially designed to be small and fully functional and equipped with technologies called payload [26].

Drone usage areas in logistics that can make inventory in a warehouse, transport goods by air or perform security duties. In the United States, some companies use drones to deliver products to the end customer. Many companies including Stock

Logistics are already valuing the real options of using this type of technology for their warehousing services. E.g; A series of transmission tests were carried out on medical supplies in remote areas of Rwanda and the program was later expanded to Ghana [27].

Telematics refers to a set of technologies used to remotely monitor and control devices. E.g; shipment tracking, vehicle diagnosis and driver hours monitoring etc(Figure 1). Radio Frequency Identification technology can be used to track goods and products throughout the supply chain. While few companies have applied this technology to their supply chains and a recent study found that one-third of companies are actively considering this technology for supply chain applications and 12% will implement it within the next two years [28].

Some of the advantages of using this technology are:

1. Distribution costs are saved,
2. Faster deliveries are made,
3. They provide the opportunity to reach hard-to-reach areas,
4. They reduce urban traffic and CO₂ emissions,
5. They help control stocks and movements inside the warehouse,
6. No shifts are required because drones can operate 24 hours a day, 365 days a year.

Shipping companies like FedExTM and UPSTM use drones to monitor traffic and optimize drivers' routes based on real-time data. Logistics companies such as DHLTM, Amazon and related organizations such as GoogleTM are developing and testing unmanned aerial vehicles, especially for transporting light consumer goods. For example, Boeing has recently developed a drone to carry payloads of up to 225 Kilograms [29].

Additionally, farmers are using drones to monitor livestock over large areas. Firefighters use drones to monitor and map fires. Private companies use drones to monitor pipelines, buildings, and similar infrastructures. Using drones to inspect power lines, towers, tall structures such as chimneys and roofs will save businesses huge amounts of money and prevent human harm and risks [30].

With the help of specific electromagnetic sensors, drones can be used to gather geological

information to help geophysicists identify and better predict the location and presence of minerals, oil and natural gas. Surrounding sensors that can be packed into a drone can be used to help find and save life in the midst of natural disasters. Drones can be used to collect and deliver medical samples, supplies and medicines to remote or otherwise inaccessible areas in a disaster area. Drones can also use infrared sensors to detect humans with heat signatures which is helpful in search and rescue scenarios. The police delegate traffic controls, vehicle monitoring and tracking to drones [31].

4. Methodology

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is a discipline that deals with decisions that are subject to several criteria or qualities that may be concrete or uncertain involving the selection of the best alternative from several potential candidates in a single decision. Typically, a decision problem is a situation in which an individual has to choose one of them without prior knowledge of alternative courses of action available and which is the best. A decision process can be organized in three stages: defining the purpose of the decision, recognizing the problem to be solved, diagnosing cause-effect relationships for the decision situation and determining the decision. The second phase is model development and use which includes the development of formal models to systematically and transparently compare decision makers' preferences, values, trade-offs, alternatives or actions with each other. The third stage is the development of action plans such as analysis does not resolve the decision. The purpose of a decision process is to effectively generate information about the decision problem from available data.

Since parametric statistical techniques such as Regression, ANOVA and FACTOR Analysis etc. cannot be used because of assumptions that can not be provided for a limited population for Scala and the Questionnaire. DEMATEL was preferred among the operational techniques suitable for the structure of the problem and at the same time, it was aimed to determine the importance levels of the criteria determined in the study. As it is known,

DEMATEL is a technique that can be applied when decision makers are limited or few.

5. DEMATEL Method

In this section, multi-criteria decision making methods and the DEMATEL method which is chosen for this study will be discussed. In this study, various criteria regarding the relationship between Turkey logistics and drone were prepared by blending the criteria that LSPs (Logistics Service Provider) look at before using innovative products and the criteria in the research on the use of drone technology in the field of logistics. A proposal will be made to LSPs by determining the weighting levels of these criteria. The DEMATEL technique can transform the relationships between factors into an understandable structural model of the system and divide them into a cause group as well as an effected group [32].

DEMATEL was developed to solve the complex problems. This method can increase the understanding of the particular problematic group of interacting factors and criteria and provide a viable solution by creating a hierarchical related network system. This technique is widely used in solving complex problems. The DEMATEL method is a powerful method that allows group information collection and is a powerful method in terms of both creating a structural form and visualizing the cause relations of sub-systems on a figure [33].

Steps to be followed in DEMATEL solution as follows;

Step 1: Defining the problem

The identified problem should be clearly stated.

Step 2: Determination of criteria

The correct determination of the criteria is necessary to examine the relations as accurately as possible.

Step 3: Measuring the relationship between criteria

- 0 No Effect
- 1 Low Impact
- 2 Moderate Impact
- 3 High Impact
- 4 Very High Impact

Step 4: Creating a direct relationship matrix

$$X = \begin{bmatrix} 0 & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Step 5: Normalization of the direct relationship matrix

$$s = \max(\max \sum_{j=1}^n X_{ij}, \sum_{i=1}^n X_{ij})$$

$$C = \frac{X}{s}$$

Step 6: Creation of the aggregate relationship matrix

$$\lim_{H \rightarrow \infty} C + C^1 + C^2 + \dots + C^H$$

$$F = C + C^1 + C^2 + \dots + C^H = C(I - C)^{-1}$$

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i1} & \dots & f_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix}$$

Step 7: Determining the relationship between the criteria

$$D_i = \left[\sum_{j=1}^n f_{ij} \right]_{n \times 1}$$

$$R_j = \left[\sum_{i=1}^n f_{ij} \right]_{n \times 1}$$

Step 8: Creating the network diagram

Step 9: Determination of criterion weights

$$W_{ia} = \sqrt{(D_i + R_j)^2 + (D_i - R_j)^2}$$

$$W_i = \frac{W_{ia}}{\sum_{i=1}^n W_{ia}}$$

6. Defining the Problem

Theoretically investigate how much the related sector can be affected by the negative effects of drone technology on the logistics sector today and in the future and to present guiding findings to the sector about the measures that can be taken for a solution by determining the degree of sub-effects.

6.1. Determination of Criteria

At this stage, the articles were examined during the literature review, various evaluation, performance and decision criteria were combined, summarized and presented in a holistic table with additional criteria that will be the subject of the study. The most used ones from these criteria were selected and determined as the "effects of drone technology on logistics" to be used in this study. In addition to these criteria, the "Financial Performance" criterion used in all four articles and the "Logistics Performance" criterion used in three articles were determined.

The criterion of "Increasing Market Share", which is among the criteria of TUIK (Turkish Statistical Institute), which is the main target of many companies and research in order to determine the degree of importance of the objectives of new technologies and the criterion of "Costs" used in three studies has been determined as "Increase in Logistics Costs" in order to be more specific. Finally, "Security Problems", which were found in two studies and were reached as a result in three studies but unlike these studies were taken as the criterion. Since institutions will use the criteria determined in making decisions about the use of drone technology and in having new decisions after they decide and start using it that they are briefly named as "criteria affecting the use decision".

Table 1. The criteria for the impact of innovation and drone technology on logistics

Article	Criteria analysed from Articles	Identified New Criteria
Yavuz, 2010	1) Production Performance 2) Marketing Performance 3) Financial Performance	
Erdal, 2018	1) Strong, New Value Motivation to Create 2) Close and Reliable External Relations 3) Ability to Identify Customer Needs 4) Versatile Innovative Service 5) Supply Chain Performance	
Erdal, Korucuk, 2018	1) Increasing Turnover 2) Increase in Market Share 3) Decrease in Costs 4) Increase in Profit Margin	1) <i>Logistics Performance,</i> 2) <i>Increased Market Share,</i> 3) <i>Financial Performance,</i>
Şimşir, Akan, Fırat, 2014	1) Level of wages and costs 2) Quality of infrastructure 3) Adequacy and quality of services 4) Efficiency of processes 5) Reasons for significant delays 6) Changes in logistics performance	4) <i>Logistics Costs,</i> 5) <i>Security Problems.</i>
Murray, Chu, 2015	1) Financial Performance 2) Velocity 3) Cost	
Yoo, Yu, Jung, 2018	1) Transport Performance 2) Security and Privacy Problems	
Edwards, others 2018	1) Financial Performance 2) Security Problems 3) Ease of Use 4) Usability	

- K1: Logistics Performance
- K2: Increased Market Share
- K3: Financial Performance
- K4: Logistics Costs
- K5: Security Problems

The criteria listed above are defined criteria for the effects of drone use on logistics activities. These determined criteria may change in line with the development of technology and the desired requirements of the time. In order to facilitate the solution process of the problem, the codes written above will be used instead of the criteria names. Questions were asked to the relevant logistics companies within the criteria given with the letter "K".

Logistics Performance(K1): This criterion means that the supply chain is used more effectively as a result of shortening the delivery times, reducing the warehouse and stock needs and reducing the number of vehicles used.

Increased Market Share(K2): The fact that it is a rising value with the development of R&D investments and technological infrastructure can bring the company to a more valuable position in the sector in which it is located. It is an important criterion about how it will affect the value of the firm accordingly.

Financial Performance(K3): In the long run, technological equipment has the ability to reduce the workload and replace most costly tools which is harmful to the company in the short run and can

bring financial gain in the long run. It is a defined criterion in terms of evaluating financially.

Logistics Costs(K4): In addition to the convenience that technology can bring in logistics services, there are some costs incurred by investments in technology and training qualified personnel. It is a selected criterion for the evaluation of logistics costs.

Security Problems(K5): The use of technological tools can cause some technical errors or prevent most predicted errors by taking the workload away from people. It is an important criterion for the evaluation to be made on security.

6.2. Measuring the Relationship Between Criteria

In this study, it is desired to list the importance of the effects of drone technology on the logistics industry. The new five criteria we determined were turned into a matrix table and in order to get the opinions of experts on the this subject by asking to 14 large capacity companies (total market share estimated 36%) and 31 low capacity companies (total market share estimated 19%) are using and considering using drones in the sector in later times (transporting in warehouse and on distribution network mostly inner city). 9 large capacity and also 16 low capacity companies of these (Total 25) are responded these interview questions by sending back.

Table 2. Measuring Criteria

0	No Effect
1	Low Impact
2	Moderate Impact
3	High Impact

6.3. Creating the Decision Matrix

The “Decision Matrix” in Table 3 was formed by taking the arithmetic average of the scores given by the experts to the criteria.

Table 3. Decision Matrix

CRITERIA	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0	2,4	1,68	2	2,24
K2	2,24	0	2,04	2,4	2,36
K3	2	2,08	0	2,24	2,24
K4	2,56	2,52	1,96	0	2,52
K5	2,28	2,48	1,92	2,52	0

6.4. Determination of Normalized Direct-Relationship Matrix

As a result, the normalized direct-relationship matrix given in Table 4 was found. The S value was calculated as 9.56 and the normalized values (C) in the above formula were calculated.

Table 4. Normalized Direct Relationship Matrix (C)

CRITERIA	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0	0,25	0,18	0,21	0,23
K2	0,23	0	0,21	0,25	0,25
K3	0,21	0,22	0	0,23	0,23
K4	0,27	0,26	0,21	0	0,26
K5	0,24	0,26	0,20	0,26	0

6.5. Creation of the Aggregate Relationship Matrix

Aggregate Relationship Matrix (F) values were calculated using the C values in Table 4. These values are shown in Table 5 below.

Relationship between the criteria values (Di and Rj) consisting of Step 7, row and column sums are calculated and added to the last row and last column of Table 5.

Table 5: $F=C*(1-C)^{-1}$ Aggregate Relationship Matrix (F)

CRITERIA	K1	K2	K3	K4	K5	Di
K1	2,66	2,95	2,44	2,85	2,91	13,81
K2	3,03	2,95	2,63	3,06	3,11	14,77
K3	2,89	3,00	2,34	2,92	2,97	14,13
K4	3,18	3,29	2,73	2,99	3,25	15,44
K5	3,08	3,20	2,66	3,11	2,95	15,00
Rj	14,85	15,38	12,80	14,93	15,19	

6.6. Creating the Network Diagram

The threshold value was calculated as 2.925946 by using the Aggregate Relationship Matrix (F) values in Table 5.

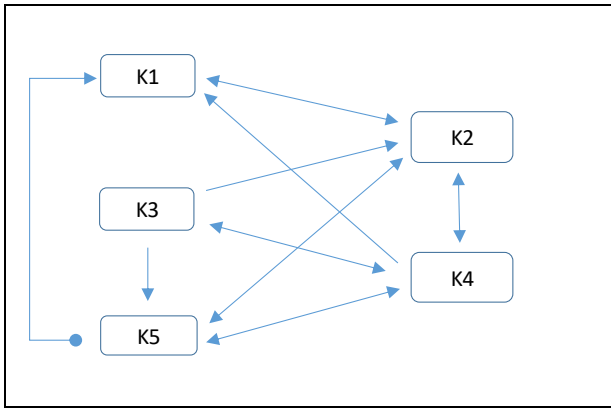


Figure 1. Relationship between Criteria

7. Determination of Criterion Weights

As a result of the data presented in Table 5, the D_i and R_j values were summed and the importance levels of the criteria were determined and presented in Table 6.

Table 6: Criterion Weights

Criteria	Weights
K4	0,2076
K5	0,2063
K2	0,2061
K1	0,1959
K3	0,184

7. Conclusion and Recommendations

Logistics and technology have their importance felt globally. In this context, companies use technology to make their logistics services more efficient and low costly. On the other hand, drone

technology is one of the newest technologies that will adapt to logistics in terms of structure.

In this study, the effects of drone vehicles on companies providing services in the field of logistics in Turkey were investigated and these effects were listed as criteria and their degree of impact was determined.

In this research process, a literature study was conducted under the name of innovation, new

technology and logistics terms. A table was created with the subject headings obtained as a result of the literature analysis and new criteria were determined. Subsequently, these criteria were presented to expert opinions and the tables created were analyzed with the DEMATEL method and the importance levels of the criteria were determined.

When the weighting levels of the criteria are examined according to the results of the DEMATEL analysis, the criterion with the highest value is K4 with 0,2076 points. The other criteria were ranked according to the degree of impact and their scores as K5 with 0,2063 points, K2 with 0,2061 points, K1 with 0,1959 points and finally K3 with 0,184 points. This study is thought to help different studies to be done by choosing a different MCDM method in future studies which these criteria can be used and may be increased or the number of experts on the subject.

In the answers received from the face to face meetings, seen that drone technology will be financially beneficial to logistics companies in the long run. It is thought that it will contribute positively to the competitive advantage of the companies, as well as to set new targets and improve the workflow. Again, it has been seen in the responses that it will increase efficiency in logistics operations and contribute to the expansion of the service network. Understood that concerns such as the insufficient internet infrastructure and the possibility of cyber attacks in the answers of the face to face meetings.

The point that drone technology will have the most impact on logistics companies is the increase in the market share of the company. Companies that have included technology in their activities from the past to the present and remain up-to-date have been more permanent in the market compared to other companies. Examples of this are Nokia™ and Apple™.

The second criterion that drone tools have the most impact on is financial performance. It is foreseen that the investments of the company in the drone field will increase the awareness of the company. It is thought that the advertisement of the company will occur spontaneously and it will be an important step for the customers to choose the company. The logistics performance that drone

vehicles will affect is in the third place and is close to the first two criteria in terms of value.

In this process, it is seen that logistics operations are carried out more efficiently companies such as Amazon™ and Walmart™ are currently trying. The criterion for the reduction of logistics costs was found in the fourth place and it is predicted that it will affect the decrease in oil expenses by reducing the vans and distribution vehicles in logistics operations and the decrease in employee expenses with the decrease in the number of employees.

However, since it is thought that the application of traditional distribution methods will continue in regions where there is not much urbanization and this effect is in the fourth place. The last criterion is the reduction of security problems. As the reasons for this criterion being the last; The fact that the state has not made a wide regulation on drone vehicles and the internet infrastructures are not very developed that it cannot be predicted how fast the intervention will be in case of cyber attacks and accidents.

Recommendations that companies and researchers should follow and implement are presented;

- Simulation trials of drone vehicles should be carried out in logistics operations.
- Logistics companies should examine the research on drones and include pilot studies in their operations.
- The state needs to issue a comprehensive regulation on drone vehicles. Deterrent penalties should be issued against such vehicles and cyber attacks against the systems of these vehicles.
- It is expected that companies had drone vehicles in their logistics activities will provide a competitive advantage against other companies in the market.
- They can reduce their investment costs by conducting a joint operation with researchers since it is costly to invest in drone vehicles and qualified personnel to use them in the first phase.
- The studies of other companies in the world can be taken as an example and applied in order to be protected from cyber attacks and so companies can produce their own software.

As a result, it is predicted that drone technology will be a part of logistics companies in the future and create awareness exactly. It is expected that

companies that include drone vehicles in their logistics activities will provide a competitive advantage against other companies in the market surely.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] G.S. Çekerol and N. Kurnaz, "Logistics Sector in Global Crisis and Competition Analysis." Selçuk University, Journal of Social Sciences Institute, Iss. 25, p. 47-59, 2011.
- [2] D.J. Flint, E. Larsson, B. Gammelgaard and J. Mentzer, "Logistics innovation: a customer value-oriented social process." Journal of Business Logistics, Iss. 26, p.114, 2005.
- [3] M.K. Gökmen and F.S. Özdemir, "Evolution of Logistics and Logistics Education in Turkey in Terms of Vocational Schools and Undergraduation Programs." Niğde University, Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences, Iss. 9(3), p. 115-135, 2016.
- [4] C. Yavuz, "A Study on the Analysis of the Innovation-Performance Relationship in Businesses." Journal of Entrepreneurship and Development, Iss. 5(2), p. 143-173, 2010.
- [5] Oslo Manual (3. Edition), http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_file/s/BTYPD/kilavuzlar/Oslo_3_TR.pdf. [Date of access: 07.07.2021]
- [6] S.M. Wagner, "Innovation management in the German transportation industry." Journal of Business Logistics, Iss. 29(2), p. 215-231, 2008.
- [7] E. Budak, "The Effects of Technological Developments on Journalism Practices: Drone Journalism in Turkey." Journal of Entrepreneurship and Development, Iss. 33, p. 115-134.
- [8] Ü. Yılmaz, "Usage Areas of Unmanned Aerial Vehicles in Humanitarian Logistics Activities." Turkish Journal of Professional and Social Sciences, Iss. 2, p. 43-54.
- [9] S. Burmaoğlu, "Relation between National Innovation Indicators and National Logistics Performance: A Research on EU Countries." Aegean Academic Perspective, Iss. 12(2), p. 193-208, 2012.

- [10] H. Erdal and S. Korucuk, "Determining the Priorities of Innovation on Logistics Sector: A Comparative Analysis." *Kocaeli University, Journal of Social Sciences*, Iss. (36), p. 1-24, 2018.
- [11] A.C. Çakıcı, H. Çalhan and K. Karamustafa, "Innovation and Sustainable Competitive Advantage Relation in Food and Beverage Enterprises." *Kırıkkale University, Journal of Social Sciences*, Iss. 6(2), p. 11-39, 2016.
- [12] C. Baştürk, E.N. Acar, A.T. Aktin, A.C. Çakır and U.D. Culha, "Mathematical Approach to Traffic Control with Drone in Istanbul." 38th YAEM Congress, Eskişehir, p. 66, 2018.
- [13] Z.T. Şimşit, M.Ö.A. Akan and S.Ü.O. Fırat, "Evaluation of Turkey's logistics performance within the Framework of Global Competition and Innovation." *Proceeding of III. National Logistics and Supply Chain Management Congress. Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences of Süleyman Demirel University*, Iss. 21(1), p. 173-192, 2014.
- [14] Z.G. Yıldırım, "New Approaches in Supply Chains: A Research on the Use of Drone Technology in Logistics." *Journal of Strategic Research in Social Science*, Iss. 2(4), p. 133-142.
- [15] C.C. Murray and A.G. Chu, "The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery: Transportation Research" Part C: Emerging Technologies, Iss. 54, p. 86-109, 2015.
- [16] P.S. Kambire, A.S. Auti, A.A. Barge and P.R. Badadapure, "Drone Delivery System." *Proceeding of International Research Journal of Engineering and Technology*. Iss. 06, p. 488-491, 2019.
- [17] I. Nihat and E.C. Kılınç, "The Importance of R&D and Innovation in Regional Development: A Comparative Analysis." *Eskisehir Osmangazi University. Journal of Economics and Administrative Sciences*, Iss. 6(2), p. 9-54, 2011.
- [18] E. Companik, M.J. Gravier, I.I. Farris and M. Theodore, "Feasibility of warehouse drone adoption and implementation. *Journal of Transportation Management*", Iss. 28(2), p. 5, 2018.
- [19] B. McCunney and K. Cauwenberghe, "Simulation Test Bed for Drone-Supported Logistics Systems". p. 1-48, 2019.
- [20] W. Yoo, E. Yu and J. Jung, "Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt. *Telematics and Informatics*." Iss. 35(6), p. 1687-1700, 2018.
- [21] T. Lino, O. Akimoto, T. Ohno, M. Hamano, H. Sotani and K. Ota, "Hitachi Drone Platform Contributes to Urban Development." *Hitachi Review*, Iss. 67, p. 59-64, 2018.
- [22] D. Edwards, N. Subramanian, A. Chaudhry and W. Zeng, "An Exploration of Adoption Barriers of Delivery Drones in Logistics Companies." *Proceeding of International Symposium on Logistics (ISL)*, p. 335-342, 2018.
- [23] İ. Bakan and Z. Şekkeli, "The Relationship between Logistics Innovation Capability and Customer Relationship (CRM) Capability Competitive Advantage and Logistics Performance: A Field Study." *Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*. Iss. 5(2), p. 39-68, 2016.
- [24] Dictionary, Merriam-Webster Inc., www.merriamwebster.com/dictionary/logistics, 2016.
- [25] F. Damanpour, "Organizational innovation: A meta-analysis of effects of determinants and moderators." *Journal of Academy of Management*, Iss. 34(3), p. 555-590, 1991.
- [26] P. Corrigan, 2019, www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/what-is-drone-technology-or-how-does-drone-technology-work/. (Date of access: 18.08.2021)
- [27] O. Sungur, A. İ. Aydın, and M. V. Eren, "Relationship among R&D, Innovation, Export and Economic Growth in Turkey: Asymmetric Causality Analysis." *Süleyman Demirel University*, Iss. 21, p. 173-192, 2016.
- [28] M. Doyle, 2018 www.americanexpress.com/us/foreign-exchange/articles/drones-impact-supplychain-management/. (Date of access: 15.07.2021)
- [29] M. LaFay, 2015, "Drones For Dummies" <http://www.dummies.com/consumer-electronics/drones/popular-uses-for-drones/> (Date of access: 22.06.2021).
- [30] D. Joshi, 2019 (Checked 14.05.2021). www.businessinsider.com/drone-technology-uses-applications. (Date of access: 12.08.2021)
- [31] M. Pavan and R. Todeschini, "Multi-criteria Decision-Making Methods. *Comprehensive Chemometrics*." 1. Editio, p. 591-629, 2009.

[32] S.L. Si, X.Y. You, H.C. Liu and P. Zhang, "DEMATEL technique: A systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications." 33 pages, 2018.

[33] G.H. Tzeng and J.J. Huang, "Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications" p.134, 2011.

Appendix A

In this section, the following questions about the effects of drone technology on logistics and its application in the logistics industry also future predictions were asked to the 4 different experts who have worked on different logistics and innovations. The purpose of asking these questions is to place the result of the study on a solid ground and to increase the accuracy of the information obtained with DEMATEL method.

Face to Face Meetings

In order to verify the results obtained under this title, 4 questions submitted to expert opinions and the answers given by 4 experts to these questions will be presented. Following the text, the questions and the answers given by the experts are in Appendix A. The validity of the findings obtained by consulting expert opinions was tried to be checked with the four questions presented and the answers given to these questions to ensure accuracy.

Questions;

Q1: Can drone technology be integrated into logistics? If so, what are the advantages and disadvantages?

Q2: Do you have any suggestions for integrating drone technology into logistics?

Q3: What is the impact on company profitability and logistics operations and how?

Q4: What are the difficulties or conveniences of integrating drone technology into logistics in Turkey?

ANSWERS

Expert 1:

Q1: Drone technology is being integrated into logistics today. Technically there is no problem but an action plan should be followed under two main headings;

a. First of all, it is necessary that the specifications, permits, definitions and prohibitions of drone flying in civil areas not only in Turkey but also in all countries should be regulated and developed to allow this. If the states do not allow and prohibit that, integration will not be possible no matter how ready the drones and companies are.

b. It is necessary to define and adapt the components of drone technology such as mobility, payload capacity, range, and payload according to logistics objectives and produce technical and practical solutions. Technical developments can be carried out much faster with the clarification and progress of the specification. In general, instead of saying that there are disadvantages, it may be more accurate to say that there are limits. It is possible to overcome the limits with technique and practice.

Q2: The suggestions can be made very broad and unlimited in knowing what can be done with a drone today and the current and developing technical capacities of drones. However, it is possible to design and manufacture any kind of drone today for using that the logistics company will determine in line with its own goals. If it is put into the framework then suggestions can be worked on.

Q3: Drone increases Logistics diversity in the operation, the shipment carrying capacity, the ability to serve more customers in a wider geographical area, competitiveness in the market and opens an important window for the company to set new targets.

As it will require investment in the first stage, there will be figures that reduce profitability from a financial point of view but if the ROI (return of investment) expectations of the project which is well-constructed and whose feasibility will be determined as a correct investment are set

realistically. It would definitely be a good investment.

Q4: I think that the relevant specification and applications that mentioned should be revised accordingly. This will ultimately be a commercial project so like every commercial project, the legal, financial and official sides of the business need to be updated and followed in a consistent and sustainable manner.

Logistics companies of foreign origin already have access to information on how to carry out comprehensive R&D and economic modeling of such projects in their own centers. There is no obstacle for domestic logistics companies to enter this operation according to their own vision, possibilities and goals also it is a subject that should definitely be evaluated for their competitive positions.

Expert 2:

Q1: Yes, it can be integrated which is what amazon already does and it delivers cargo by drone at points where the highway is troublesome. Advantage is low cost (no personnel, transportation etc.), disadvantage is high investment cost and profit cannot be made in a short time.

Q2: IOT technology must have a strong infrastructure. E.g; Thanks to drones when the detergent of the washing machine runs out so the automatic demand is sent to Amazon via the system and the cargo is delivered from Amazon to those living in a remote location. By the way, it is important that if we take into account that the payment is by credit card, data security must be handled carefully.

Q3: It provides profit in the long run and creates awareness for the company but this decision is directly related to the company's strategy. If the company does not want to grow or to take risks, it may be naturally not to have so big investments.

Q4: First of all, the addresses defined on the maps must be updated and internet infrastructure

also be robust. Keeping the databases up-to-date is a very sensitive criterion in such an application.

Expert 3:

Q1: Drone technology has started to be integrated into logistics services. However, it should be considered that this integration is at the pilot level for now. Because drone technology will be able to serve a limited area in logistics services at the moment (lack of sufficient carrying capacity). Battery technology is also an important criterion. A vehicle leaving the logistics center with a driver and a delivery person can deliver with a single tank of fuel until the end of the day. But when we consider the similar service for the drone, how many deliveries will it have with a full battery? Will there be intermediate charging stations? Will intermediate charging stations be safe? How many deliveries will it have during the day? When the technical team will arrive up to the response of when there is a drone accident happened? etc.

Before the inclusion of drone technology in logistics services, the preparation of drone legislation, the authorities and responsibilities of public institutions should be determined. The possibility of competing companies to interfere with each other's drone vehicles should be eliminated, etc. As a result, it can be included but the current initial investment costs and operating costs are high and it will be necessary to wait a little longer for it to be included in logistics services.

Q2: In the first stage, costs need to be reduced. If door-to-door delivery is to be made and there must be smart mail acceptance systems as in Tesla vehicles. The product transported by drone should be able to leave directly without waiting at the delivery point or it can be used for urgent deliveries at the first stage (medicine, etc.).

Q3: Comments made without concrete calculations in terms of profitability will remain subjective but my general opinion is that there is not much feasibility in terms of both initial investment cost and operating cost (for now). However, besides not being a profitable operation, it has the potential

to have a positive impact on service. It can also be used in terms of advertising and awareness.

Q4: It will not be very attractive due to the high initial investment costs unless it is domestic and national. Even if the initial investment cost is low, there is a possibility that the subsequent operating costs will be high when it is not domestic and national (such as color lettering and toners purchased later).

They are just beginning to use scientific methods even in the normal distribution operations of our logistics companies. Human resource management is problematic in Turkey. First of all, we must use the resources that we have efficiently. Working an employee for an extra 8+2 hours without working overtime is not efficiency. It is to offer opportunities and directions that will produce the added value that that employee produces in 10 hours or in 8 hours. If we do not learn to use the resources we have efficiently, none of the technological innovations offered will save us.

Expert 4:

Q1: I think it will provide a great advantage in terms of speed in normal situations and light deliveries. But I think it will be much more useful especially in emergencies and disasters because time is very important and transportation becomes more difficult. But it is at a disadvantage in terms of security and reliability. I think the error rate will be high due to the damage rate and the possibility of not being able to deliver to the right person/address every time. In this regard, methods can be developed to increase security (key, password, etc.) and ensure reliability (packaging, transportation technique, etc.).

Q2: Extra applications are required to overcome the security problem.

Q3: I believe it will benefit both of them. It can do more harm than good however, if security issues are not resolved.

Q4: I do not think that our country is very open to innovations. So I don't believe, it will be easy. At least for the beginning, I think it would be better to apply it in big cities.

Passengers' Shopping Preferences: A Study of Istanbul Airports

Sena KILIÇ¹ , Özge YANIKOĞLU^{1*} , Çağlar ÜÇLER¹ 

¹Ozyegin University, Faculty of Aviation and Aeronautical Sciences, Istanbul, Turkey

Abstract

Today, a significant part of airports' revenues is derived from support services such as retail stores, food and beverage (F&B) services, and entertainment activities. These services are also vital for enhancing passenger experience, which plays a major role as arbiter of airport success. There are different typologies of passengers, and a successful airport must deliver an optimal service mix to satisfy the needs of different passenger typologies. This requires an adequate transformation of the voice of the customer with respect to different profiles. Hence, the first aim of this study is to distinguish the preferences of different passenger profiles at airports by examining their choice of retail stores, F&B services, and entertainment activities. The second aim of the study is to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior and transform them into recommendations for distinct airport strategies.

Keywords: Airport management, Shopping preferences, Conjoint analysis

1. Introduction

Airports have evolved from basic transportation systems into complex systems, including various commercial facilities such as retail stores, food and beverage (F&B) services, and entertainment activities [1]. Commercial facilities have a noticeable impact on the revenue streams of airports. According to a report published by Airports Council International (ACI), non-aeronautical revenue represented 39.9% of total airport revenues in 2017 [2] and is expected to represent a major revenue stream in the upcoming years [3]. In addition, commercial facilities with a good quality and a wide range of offerings within an appropriate mix enhance the passenger experience [4]. Thus, diversification and increase of

commercial facilities embody a solid need for airports as a means of both increasing revenues and passenger satisfaction [5].

The demographics of the passengers can have a significant impact on their spending behavior and consequently on the volume and nature of commercial airport facilities [6]. This is particularly setting up a new challenge for the airport management: determining the right product mix to fulfill the preferences of different passenger typologies with different demographic characteristics. This requires the transformation of the customers' voice belonging to different typologies. Consequently, the first aim of the study is to identify passengers' preferences of commercial services, including retail stores, F&B services, and

Corresponding: Özge Yanıkoğlu ozge.peksatici@ozyegin.edu.tr

Citation: Kılıç, S., Yanıkoğlu, Ö., Uçler, C. (2021). Passengers' Shopping Preferences: A Study of Istanbul Airports J. Aviat. 5 (2), 265-281.

ORCID: ¹<https://orcid.org/0000-0002-0423-0394>; ¹<https://orcid.org/0000-0001-9277-6268>; ¹<https://orcid.org/0000-0003-4209-7915>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1010982>

Received: 20 October 2021 **Accepted:** 28 November 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

entertainment activities, and to understand the impact of different passenger typologies on their preferences. The second aim of the study is to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior.

2. Terminal Shopping Behavior at Airports

Passengers usually arrive at airports earlier than their flight time and spend at least an hour waiting inside the terminals [7] [8]. The waiting time can be longer for transit passengers or in the case of delayed or canceled flights. In addition, with recent developments in technology, passengers spend less time in the processing areas such as check-in, security screening, and customs. Moreover, technology allows passengers to receive instant updates about the status of their flights so that they can spend more time in concessions areas to shop or use other available services [9] [10]. Shopping or engaging in other activities helps passengers spend better time during their stay at the airport [11]. Therefore, commercial activities have to be organized in such a way that passenger experience is improved, especially for those who spend a relatively long time waiting at the airport [12]. This can be managed by offering a wide range of products and services tailored to the needs of different passenger typologies. The most common commercial activities offered at airports are retail stores, food & beverage (F&B) services, and leisure activities [10].

2.1. Retail Shopping at Airports

The largest non-aeronautical revenue source for airports is retail, with 30,2% [2]. Besides its financial importance, the retail environment also contributes to the passenger experience. Passengers reduce their travel-related stress by spending time in the retail area [13]. In addition, retail shops are also effective tools for creating a cultural impression of the airport region [14]. Therefore, retail areas have been focal points while designing the airports [15].

Understanding passengers' expectations and behavior are crucial for offering them the right product mix [16]. There are different factors affecting the purchase behavior of passengers in the airport retail environment, such as the demographic profiles of the passengers, i.e., gender, income level, and trip-related characteristics, i.e., travel purpose

[1], [17]. In addition, passengers' familiarity with the shopping environment impacts their shopping behavior, which relates mainly to frequent flyers for business purposes [18]. Moreover, there is a direct relationship between product variety offered at the retail areas and the passengers' purchase behavior [17]. It is crucial for a successful airport retail performance to map and match the factors affecting the purchase behavior and the retail offerings.

2.2. Airport Layout

The features of the shopping environment, including its location and size, appeal to different senses of consumers and cause them to perceive their shopping experiences differently [19]. Studies have found that the location and arrangement of the shops are crucial for managing passengers' spending behavior [20]. Today, many airports strive to use the limited terminal area wisely [21] to maximize their revenues [22]. For example, big stores are mostly located at the center of the passenger terminal, and smaller stores are placed close to the boarding gates [20]. In addition, unlike traditional shopping malls, there is a unique passenger flow at airports, where passengers have to complete mandatory steps at check-in and security control and follow a certain path to reach gates [23]. Thus, at many airports, service providers have turned these mandatory flows into an opportunity and developed walk-through store concepts on the passenger paths to the gates [20].

2.3. Food and Beverage (F&B) Services at Airports

Food and beverage (F&B) services are essential parts of non-aviation revenues at airports and have crucial effects on passenger experience [24]. Passengers are not only affected by the quality and taste of the F&B offerings [25] but also by the servicescapes, which include the physical characteristics and ambiance of the F&B environment as well as the interaction with the service employees [26]. Studies have found that passengers' sociodemographic characteristics influence their attitude towards F&B services [27]. For instance, while younger customers tend to be price-sensitive in their F&B selections, elderly customers seek intangible qualities such as employee performance [28]. Also, women give

more importance to staff performance and service processes than men in the F&B areas [29]. Consequently, the F&B strategy of airports has to consider and respect different passenger profiles' expectations and needs.

Rezende and Sivla [30] categorized F&B service providers into six main groups in terms of the experience offered. Accordingly, the first service group includes places like Irish pubs, which provide an authentic environment with unique characteristics based on tradition or culture. The second group offers a more relaxed atmosphere, where food diversity is not necessarily a priority and where people can meet others or work alone. Coffee shops such as Starbucks are examples of such places. The third group is defined as "all you can eat" places that offer a wide range of unlimited food options. The fourth group creates "a home feeling" to customers by providing a cozy atmosphere and warm relations through their staff. The fifth group is called "efficient environment", which mainly involves fast-food chains. These types of food restaurants offer convenient, standardized, and low-cost meals to customers. The last group provides high-quality food and high service standards with distinct environment concepts.

2.4. Leisure Activities and Related Amenities at Airports

Airports are experiencescapes, where the experience is created through a variety of leisure entertainment facilities [31]. The correct selection of the facility mix at airports is an important task to maximize customer satisfaction and non-aeronautical revenue [18]. Many international airports have been exerting considerable efforts to respond to the needs of the passengers who value different amenities and concession offerings [11] [1] [2]. They aim to transform traditional terminals into commercial hubs with an enormous array of services, attractions, and recreational areas such as internet centers, gyms/ health clubs, shower rooms, spa, massage and beauty treatment centers, silent areas, sleep boxes, yoga rooms, swimming pools, play & gaming areas for kids and adults, cinemas and movie theaters, aquariums, libraries, live music and performances, art museums and exhibitions, and green areas and gardens [32]. These facilities

help to enhance passenger experience by entertaining travelers who have plenty of time to roam around and wait for their flight, creating a peaceful, relaxing environment and helping passengers in relieving tension, stress, and ennui of traveling, and help them make better use of their time.

2.5. Research Gap

There are different typologies of passengers with different characteristics. Knowing exactly how these passenger typologies would like to spend their time at the airport and their shopping, dining, and entertainment preferences would help airports make the right investments in the right facilities. This insight can also lead to the optimization of the airport facility mix offered to different passenger profiles. Although several studies have been conducted on passengers' shopping preferences of non-aeronautical services at airports [[6], [33], [34], there has been little research on F&B preferences of passengers. In addition, there have been limited studies exploring the leisure activity preferences of passengers. Considering the research gap, the first aim of this study is to identify passengers' preferences of retail stores, F&B services, and leisure and entertainment activities and to distinguish between different passenger typologies subject to their preferences among different alternatives. The second aim of the study is to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior.

3. Methodology

A survey for the airport shopping behavior was developed based on the literature review and the most recent trends in terminal concessions followed by top-ranking airports worldwide. The top 20 airports were identified by Skytrax [35], which is a UK-based international airport review and ranking site. Then, the latest customer service improvement and innovations were reviewed with regard to dining, shopping, and entertainment. Furthermore, while developing the survey, a small group of international aviation professionals, including two airport managers and three academicians with a cumulative experience of 52 years, were consulted.

3.1. Survey Design and Measurement

The questionnaire was divided into four sections. The first part collected data about participants' food and beverage preferences at the airport. In the first question of Part 1, the participants were asked to what extent they think different food & beverage options should be at the airport (e.g., coffee shops, restaurants, or pubs). Answers were collected by a 5-point Likert scale [1=no preference; 2=slightly prefer; 3=prefer; 4=strongly prefer; 5=very strongly prefer]. In the second question of Part 1, respondents were asked to rank three eating options (casual dining restaurants, fast-food restaurants, and buffets or vending machines) according to their preferences. The participants were given country-specific brand examples to make sure that they understand what each option represents. In the third question of Part 1, participants were asked to rank different cuisine options that they would like to have at the airports according to their preference, i.e., Home-cooked Turkish meals, fast-food, Mediterranean cuisine, and Far East cuisine.

The second part of the survey involved questions about participants' shopping preferences at the airport. In the first question of this part, participants were asked to indicate whether they prefer brand stores or department stores. In department stores, a wide range of consumer goods is offered, where each department is specializing in a product category such as clothing, cosmetics, furniture, home appliances, toys, and houseware. Examples of brand stores are Debenhams, Selfridges, Macy's, Kohl's, and Nordstorm. Again, the participants were given well-known country-specific examples of both options. In the second question of the second part, participants were asked to rank apparel brand groups they would like to see at the airport according to their preferences. Apparel brands are categorized into three: Luxury brands, premium brands, and value brands. Luxury brands are non-essential products that are exclusive, prestigious, authentic, and expensive [36]. Examples are Hermes, Chanel, and Burberry. Premium brands focus on high-quality products and attract consumers with their strong brand images [37]. Examples are Nike, Under Armour, and Levi's. Value brands serve a utilitarian purpose and

promise maximum utility for a minimum price [38] [39]. Examples are H&M, Forever 21, and Missguided. The examples of each brand category provided in the survey were those available and well-known in Turkey. In the third question of the second part, participants were asked to indicate the extent to which they would purchase the listed products (e.g., cosmetics and perfumes, jewelry, alcohol and tobacco products, souvenirs, etc.).

The third part of the survey involved questions regarding participants' preferences about the leisure and entertainment activities provided at the airport. The participants were asked to indicate the extent to which they would prefer different entertainment activities (e.g., theater, gym, live performances, spa centers). Participants were asked to provide answers using a 5-point Likert scale [1=no preference; ... 5=very strongly prefer]. Additionally, in this part, passengers' retail layout preference (a separate shopping street or walk-through shops) was questioned.

The fourth part of the survey aimed to collect demographic (e.g., gender, age group) and travel-related characteristics (e.g., purpose of travel (business / leisure), type of travel (domestic / international), and flight frequency) of the respondents.

Before conducting the survey, twenty pilot questionnaires were handed out and pretested to check whether the wording of the questionnaire is clear and that the questions can be correctly understood. Based on the test participants' feedback, minor changes in the wording of some questions were made to avoid language confusion or misinterpretation.

3.2. Survey Sample

This study's target population consisted of passengers traveling from/to any of the two Istanbul airports: Istanbul Airport and Istanbul Sabiha Gokcen Airport. The survey was conducted online using a non-probability snowball sampling from February 2020 to April 2020. This method brings an advantage of collecting data from a hidden population. A total of 436 questionnaires were gathered using this process, and after excluding incomplete responses, a total of 426 valid cases were used for the analysis.

3.3. Data Analysis

Descriptive statistics and ANOVA analysis were conducted to reveal passengers' preferences and whether these preferences were influenced by the demographic and travel-related characteristics of the passengers. In addition, a conjoint analysis was applied to the data to understand the relative importance of the factors that affect passengers' airport purchase behavior [40] [41]. The conjoint analysis helps researchers to discover how customers make tradeoffs among alternatives [42].

All the analyses were conducted with IBM-SPSS, Statistics software Version 20.0.

4. Results

4.1. Sample Characteristics

There was almost a balanced gender distribution across the survey participants, where 56,8% were male, and 43,2 % were female. The participants were mainly younger, with 33.1% between the ages of 18-24 and 31,0 % between the ages of 25-34. Further demographic profile and travel-related characteristics of the sample are shown in Table 1.

Table 1. Demographic profile of respondents

Category	Variable	Frequency (#)	Percentage (%)
Gender	Female	184	43,19%
	Male	242	56,81%
	Total	426	
Age	18-24	141	33,09%
	25-34	132	30,99%
	35-44	57	13,38%
	45-54	38	8,92%
	55-65	58	13,61%
	Total	426	
	Single	266	62,44%
Marital Status	Married	156	36,62%
	Other	4	0,94%
	Total	426	
	Mostly for holiday and leisure	247	58%
Purpose of Travel	Equally for holiday and business	113	26,53%
	Mostly for business	66	15,49%
	Total	426	
Flight Type	Mostly domestic	197	38,86%
	Equal domestic and international	144	33,80%
	Mostly international	85	19,96%
	Total	426	
	0-5 times / year	195	45,8%
Flight Frequency	6-15 times / year	144	33,8%
	16-25 times / year	47	11%
	More than 26 times / year	40	9,4%
	Total	426	

4.2. Passenger Preferences

4.2.1. Food & Beverage (F&B) Preferences

"Restaurants" and "Coffee shops" were listed as the respondents' most preferred F&B options. In addition, the results revealed that female respondents would like to have "Coffee shops", "Bakeries and Patisseries", and "Restaurants serving special requests" at the airports more than male respondents (Table 2).

Table 2. Mean Comparison of Food & Beverage Options based on Gender

	Gender	Mean
Restaurants (casual-dining and fast-food)*	Female	4,5707
	Male	4,4793
	Total	4,5188
Coffee shops*	Female	4,5272
	Male	4,3512
	Total	4,2772
Bakeries and Patisseries*	Female	4,3587
	Male	4,1364
	Total	4,2324
Restaurants serving special requests (e.g., gluten-free or vegan products)*	Female	4,2500
	Male	3,9091
	Total	4,0563
Bars / Pubs	Female	3,5326
	Male	3,6570
	Total	3,6033

*Mean difference significant at 0.05 value

Respondents traveling "Mostly domestic" (M=3,37, SD=1,16) preferred "Bars / Pubs" at the airports more than respondents traveling "Equally domestic and international", (M=3,68, SD=1,15) and "Mostly international" (M=4,00, SD=1,023). Then, respondents travelling with a higher frequency - 6-15 times (M=3,82, SD=1,08) and 16-25 times (M=3,98, SD=1,05) in a year - preferred "Bars / Pubs" more than respondents travelling 0-6 times in a year (M=3,32, SD=1,14).

Among the three restaurant options, "Fast-food restaurants" were ranked first in the list with a 1,85 mean ranking score. In addition, the results revealed that male respondents were more likely to prefer "Fast-food restaurants" compared to female respondents (Table 3).

Table 3. Mean Comparison of Food & Beverage Options based on Gender

	Gender	Mean
Fast-food restaurants (e.g., Burger King, McDonald's, KFC)*	Female	1,9511
	Male	1,7645
	Total	1,8451
Casual Dining Restaurants (e.g., Midpoint, Cookshop, Happy Moons)	Female	1,8967
	Male	2,0413
	Total	1,9789
Buffets or Vending Machines	Female	2,1522
	Male	2,1942
	Total	2,1761

*Mean difference significant at 0.05 value

Table 4. Comparison of Mean Cuisine Ranking Scores based on Gender

	Gender	Mean
Home-cooked Turkish meals	Female	2,8424
	Male	2,9008
	Total	2,8756
Fast – food (Hamburger, pizza, etc.)	Female	3,1902
	Male	3,2438
	Total	3,2207
Mediterranean Cuisine (Italian, Spanish, etc.)*	Female	3,3098
	Male	3,8182
	Total	3,5986
Turkish Kebab meals*	Female	4,0054
	Male	3,4504
	Total	3,6901
European Cuisine (French, German, etc.)	Female	5,0489
	Male	4,9711
	Total	5,0047
South American Cuisine (Mexico, Argentina, etc.)	Female	5,2826
	Male	5,5909
	Total	5,4577
Far East Cuisine (Thai, Chinese, etc.)	Female	5,9130
	Male	6,0372
	Total	5,9836
Middle Eastern Cuisine (Lebanese, Israeli, etc.) *	Female	6,4076
	Male	5,9876
	Total	6,1690

*Mean difference significant at 0.05 value

The results of the cuisine comparison revealed that "Home-cooked Turkish meals", "Fast-food", and "Mediterranean cuisine" were ranked highest in the list with 2,88, 3,22, and 3,60 mean ranking scores, respectively. In addition, the findings revealed that female respondents were more likely to prefer "Mediterranean Cuisine" compared to male respondents. In contrast, male respondents were more likely to prefer "Middle Eastern Cuisine" and "Turkish Kebab meals" compared to female respondents (Table 4).

In terms of marital status, the findings revealed that single respondents (M=2,98, SD=2,33) were more likely to prefer "Fast – food" than married respondents (M=3,57, SD=2,43). In addition, in terms of travel type, respondents traveling "Mostly domestic" were less likely to prefer "Far East Cuisine" and more likely to prefer "Turkish Kebab meals" compared to respondents traveling "Equally domestic and international", and "Mostly international". Moreover, respondents traveling "Mostly international" were less likely to prefer "Home-cooked Turkish meals" and "Fast-food", and more likely to prefer "Mediterranean Cuisine" compared to respondents traveling "Equally domestic and international", and "Mostly domestic" (Appendix A).

Travel purpose was also impacting the preferences: Respondents traveling "Mostly for business" were more likely to prefer "Middle Eastern Cuisine" compared to respondents traveling "Mostly for holiday", who, in contrast, preferred "Fast-food" (Appendix B).

4.2.2. Shopping Preferences

The majority of the respondents (61%) preferred "Department Stores" over "Brand Stores". In addition, the data revealed that the majority of male respondents participated in this preference with 67%, while for female respondents, the ratio was more equally distributed (Table 5).

Table 5. Department Stores vs. Brand Stores Crosstabulation

		Department Stores	Brand Stores	Total
Gender	Female	95 (52%)	89 (48%)	184
	Male	163 (67%)	79 (33%)	242
Total		61%	39%	426

The answers to the apparel brand question reveal that the "Premium brands" option was ranked first in the list with a 1,74 mean ranking score. In addition, the data showed that male respondents were more likely to prefer "Value brands" compared to female respondents (Table 6).

Table 6. Comparison of Mean Apparel Brand Option Ranking Scores based on Gender

		Gender	Mean
Premium brands	Female		1,6739
	Male		1,7934
	Total		1,7418
Value brands*	Female		2,2500
	Male		1,9917
	Total		2,1033
Luxury brands	Female		2,0761
	Male		2,2149
	Total		2,1549

*Mean difference significant at 0.05 value

In addition, single respondents (M=2,07, SD=0,82) were more likely to prefer "Luxury brands" compared to married respondents (M=2,28, SD=0,85). In contrast, married respondents (M=1,87, SD=0,81) were more likely to prefer "Value brands" compared to single respondents (M=2,24, SD=0,85).

Among various product options, respondents were more likely to buy "Alcohol and tobacco", "Cosmetics and perfumes", and "Souvenirs". In addition, the data revealed that female respondents were more likely to buy "Cosmetics and perfumes", "Clothing and shoes", "Jewelry", and "Books and stationery products" compared to male respondents (Table 7).

Table 7. Mean Comparison of Product Options based on Gender

	Gender	Mean
Alcohol and Tobacco	Female	3,9185
	Male	4,0289
	Total	3,9812
Cosmetics and Perfumes*	Female	4,033
	Male	3,599
	Total	3,786
Souvenirs	Female	3,6576
	Male	3,6157
	Total	3,6338
Local Food (e.g., Turkish delight)	Female	3,2663
	Male	3,2645
	Total	3,2653
Clothing and Shoes*	Female	2,8043
	Male	2,4628
	Total	2,6103
Jewelry*	Female	2,5163
	Male	2,1818
	Total	2,3263
Technological products	Female	2,8967
	Male	2,9793
	Total	2,9437
Sports equipment	Female	2,5217
	Male	2,4504
	Total	2,4812
Books and Stationery Products*	Female	3,2880
	Male	2,9256
	Total	3,0822

*Mean difference significant at 0.05 value

In terms of travel type, respondents traveling "Mostly domestic were less likely to buy "Cosmetics and Perfumes" and Alcohol and Tobacco" compared to respondents traveling "Equally domestic and international" and "Mostly international". In addition, respondents traveling "Mostly domestic" were less likely to buy "technological products" compared to respondents traveling "mostly international" (Appendix C).

The majority of all respondents with 70% coverage preferred a separate shopping street over walk-through shops on the way to the gate (Table 8).

Table 8. Gender * Separate shopping street vs. Walk-through Shop Crosstabulation

Gender	Shopping area preference	
	Separate shopping street	Walk-through Shop
Female	65%	35%
Male	73%	27%

4.2.3. Activities & Services Preferences

Among various activities and service options offered, respondents were more likely to pay for "Free internet usage areas", "Quiet areas", and "Designated areas for sleeping". In addition, female respondents were more likely to buy "Designated areas for sleeping", "Yoga and meditation areas", "Gardens, green natural areas", "Library", " Play & gaming areas", "Free internet usage areas", and "Quiet areas" compared to male respondents (Table 9).

Respondents traveling "Mostly for holiday" were more likely to buy "Movie theatre" compared to respondents traveling for other purposes. Also, respondents traveling "Mostly for holiday" were more likely to buy " Play & gaming areas", "Free internet usage areas", and "Quiet areas" compared to respondents traveling "Mostly for business". Moreover, respondents traveling "Mostly for business" were less likely to buy "Designated areas for sleeping" compared to respondents traveling for other purposes (Appendix D).

Lastly, in terms of travel type, respondents traveling "Mostly international" (M=3,96, SD=0,98) were less likely to buy " Play & gaming areas" compared to respondents traveling "Equally domestic & international" (M=4,26, SD=0,82) and "Mostly domestic" (M=4,34, SD=0,77).

Table 9. Mean Comparison of Activities & Services Options based on Gender

	Gender	Mean
Free Internet Usage Areas*	Female	4,8478
	Male	4,6570
	Total	4,7394
Quiet Areas*	Female	4,7283
	Male	4,5083
	Total	4,6033
Designated Areas for Sleeping*	Female	4,5543
	Male	4,3719
	Total	4,4507
Gardens, Green Natural Areas*	Female	4,4239
	Male	4,2397
	Total	4,3192
Play & gaming areas	Female	4,4022
	Male	4,1198
	Total	4,2418
Library*	Female	4,2989
	Male	4,0165
	Total	4,1385
Shower Areas	Female	3,9293
	Male	3,9504
	Total	3,9413
Art and Museum Exhibitions	Female	3,8478
	Male	3,7479
	Total	3,7911
Massage and Spa Center	Female	3,5815
	Male	3,4587
	Total	3,5117
Yoga and Meditation Area*	Female	3,5761
	Male	3,1446
	Total	3,3310
Gym	Female	3,0924
	Male	3,0000
	Total	3,0399
Movie theater	Female	3,0000
	Male	2,9174
	Total	2,9531
Concert / Live Performance	Female	2,9293
	Male	2,9091
	Total	2,9178

*Mean difference significant at 0.05 value

4.3. Conjoint Analysis

In order to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior, a conjoint analysis was conducted. The different options of four attributes, including Restaurant type (Casual dining restaurants, Fast-food restaurants, and Buffets or vending Machines), Store type (Brand stores and Department stores), Brand type (Luxury brands, Premium brands, and Value brands), and Layout (Shopping Street and Walk-through shops) were examined. As the first step of the conjoint analysis, the combination of factor levels was demonstrated by an orthogonal table [43]. The complete set of combinations (Restaurant Type x Store Type x Brand x Layout) included a set of 36 cards (3x2x3x2), all of which were included in the analysis. By using a fractional factorial design, all of these cards were presented in Appendix E.

After the survey had been completed, respondents' preferences were coded into SPSS as the next step through a procedure called dummy coding. For each question, the dummy variable took on the value 1 for the selected option or if the respondent ranks it as the first option; and the dummy variable took on the value 0 for the unselected options, or if the respondent does not rank it as the first option. One potential complication that might have occurred at this point was a linear dependency among options which makes it impossible to predict an independent variable for each level [44]. In order to avoid this problem, one option for each attribute was deleted. After specifying each respondent's preference score as a dependent variable and four dummy-coded attributes as independent variables, regression analysis was computed on SPSS. Since in conjoint analysis, respondents' total utility for product or service stands for their part-worth utilities, it needed to be estimated for each attribute. In this study, ordinary least squares (OLS) regression was used to estimate part-worth utilities (Table 10).

Table 10. Path-worth Utilities and their Contribution to the Total Utility

Attribute	Utilities	Relative Importance
Layout		
Shopping Street	10,098	
Walking-through Street	-10,098	42,31%
Restaurant Types		
Fast-food Restaurants	3,235	
Casual Dining Restaurants	,969	25,04%
Buffets or Vending Machines	-4,204	
Store Types		
Brand Stores	5,695	
Department Stores	-5,695	23,87%
Apparel Brand Types		
Luxury Brands	-3,559	
Premium Brands	2,900	12,15%
Value Brands	,659	

Part-worth utilities indicated that layout was the most effective factor in the preferences of the passengers, with 42,31% part-worth scores. It was followed by restaurant types, store types, and brands, with part-worth scores 25,04%, 23,87%, and 12,15%, respectively. Furthermore, after over standardized part-worth's were calculated, Shopping Street x Fast-food Restaurants x Brand Stores x Premium Brands was the most selected combination (29 out of 426 participants). The utility of this combination was equal to 1.

5. Discussion & Recommendations

The results of the conjoint analysis revealed that the most important factor in the airport shopping decision process of passengers had been the layout of stores, followed by restaurant types, store types, and brand types. In addition, the conjoint analysis revealed that the majority of the participants preferred "fast-food restaurants" for F&B with the possibility to spend time in "brand stores" buying "premium brands" within a "shopping street". This finding can be utilized in the planning of the airport shopping area. However, the individual analysis of each attribute reveals more insights into the choices of passengers.

At airport shopping areas, which have different characteristics compared to traditional shopping areas, passengers prefer "shopping streets" where shops are located in designated areas instead of a "walk-through" layout. So, Wu and Chen's [20] utilization of paths to the gates is not preferred, and apparently, passengers do not want to be forced to pass through the shopping areas. They would like to spend time in a dedicated shopping area, away from the mandatory travel processes. Therefore, the shopping area planning should be done considering this layout preference.

The second most influential factor in the preferences of the passengers was the restaurant types. Accordingly, passengers preferred fast-food restaurants over casual dining restaurants and buffets, and vending machines. This may mean that passengers prefer convenient, standardized, and low-cost meals offered by the "efficient environment" based on Rezende and Sivla's [30] F&B classification. Looking at the gender-based results, male customers valued fast-food options more than female passengers. This finding confirms Snipes et al.'s [29] study, which highlighted the impact of passengers' gender on F&B services. Although Lee, Cho, and Ahn [28] found that younger travelers value cheaper F&B options - implying the fast-food - there was no distinction among different age groups with respect to this preference. Therefore, it is recommended that airport management prioritize fast-food restaurants and offer a wide range of such options considering the high frequency of male and/or younger air travelers.

In terms of F&B preferences, the most preferred option by the passengers were restaurants, coffee shops, and bakeries. The findings are in line with the common approach followed by many airports, including the Istanbul airports, as these F&B options are the most widespread ones. Based on the gender comparison, female passengers were more likely to prefer special service restaurants compared to male passengers. Thus, a limited number of special restaurants serving gluten-free products or vegan products might be provided to cover the demand of female passengers. Alternatively, hybrid offerings with a mix of such special offerings within classical menus can be encouraged by airports.

Based on the type of travel comparison, bars/pubs were preferred by passengers who are flying mostly domestic. In addition, the results reveal that frequent flyers were more likely to choose bars/pubs. Thus, the airport management may invest in bars/pubs in the domestic terminal and provide special promotions to frequent flyer domestic passengers.

Among all the cuisine options, home-cooked Turkish meals, fast-food, and Mediterranean cuisine were the most preferred options, whereas Middle Eastern, Far East, and South American cuisines were the least preferred ones. These findings should be respected while planning restaurant concessions. Particularly, there are limited cuisine options at both Istanbul airports [45] [46]. Therefore, the airports may launch restaurants that offer Mediterranean cuisine in the international terminals as this option is preferred mostly by international passengers. In the domestic terminal, a local cuisine restaurant involving Turkish kebab options might be provided to customers.

The findings revealed differences in the preference of passengers with different demographics. For instance, according to the findings, female passengers were more likely to prefer Mediterranean cuisine, whereas male passengers preferred Middle Eastern Cuisine and Turkish Kebab meals. In addition, single customers were more likely to prefer fast-food restaurants compared to married ones. Moreover, passengers traveling mostly for business preferred Middle Eastern cuisine, and those traveling mostly for holiday preferred fast-food option. Considering the findings, airport management may offer promotions targeting passengers with different profiles.

The third most effective factor in the preferences of the passengers was the store types. Passengers preferred department stores over brand stores. Still, both Istanbul airports invest in individual brand stores rather than department stores [45], [46]. For this reason, instead of having separate brand stores, both airports may give a higher priority to department stores that are popular in Turkey.

Finally, the least important factor in passengers' preference was the brand types. Accordingly, passengers valued premium brands over affordable and luxury brands. The examples of such brands in

Turkey are Marks & Spencer, Mango, and Network. Based on the marital status comparison, single passengers were more likely to prefer "Luxury brands", whereas married respondents were more likely to prefer "Value brands". In addition, the findings revealed that male respondents were more likely to prefer value brands compared to female respondents. Although brand type has less impact on respondents' airport shopping preferences compared to other attributes, the planning of the stores can be enhanced by respecting the revealed preferences.

In terms of shopping preferences, alcohol, cosmetics, and souvenirs were the most preferred products by the passengers. This is totally in line with the traditional airport duty-free offerings. In general, female customers were more likely to spend money on many items mentioned, e.g., cosmetics and perfumes, clothing and shoes, jewelry, books, and stationery products. Consequently, the promotions should primarily target female passengers.

In terms of the activities and services provided at the airport, the most preferred options were the free internet usage areas, quiet areas, designated areas for sleeping, green & natural areas, and play & gaming areas. The least preferred options were concert / live performance, movie theater, gym, yoga and meditation areas, massage and spa centers, art and museum exhibitions, and shower areas. The following practical implications might also be useful for Istanbul airports: Istanbul New Airport offers sleeping pods, quiet areas, one-hour free Wi-fi, and an airport library to its passengers. The airport also invested in spa and shower facilities, museums, and exhibitions [45]. There are, however, no green places and play & gaming areas at the airport. Thus, the airport management may consider investing in gardens, green, natural areas, and play & gaming areas for enhancing passenger experience as these options were more preferred than spas, shower facilities, museums, and exhibitions. In addition, Sabiha Gökçen Airport offers free Wi-fi, and sleep cabins/resting units to its customers [46]. Considering the most preferred options, the airport might consider investing in green and natural areas, airport library, and play & gaming areas. Instead of investing in the least preferred facilities, both

airports should increase the number of most preferred options, such as the sleeping units, quiet/resting areas, and extend the time of free Wi-fi. Also, the findings revealed that passengers traveling mostly for holiday were more likely to prefer movie theatres, play & gaming areas, free internet usage areas, and quiet areas. Therefore, the airports should make special offers suited to different passenger profiles.

6. Conclusion

The purpose of the study was to identify passengers' shopping, dining, and entertainment preferences at the airports and to distinguish between different passenger typologies subject to their preferences among different alternatives. In addition, the study aimed to determine the relative importance of the factors that affect passengers' airport purchase behavior. The results aimed to offer the ideal combination of shopping, F&B, and entertainment offerings at the airport. The recommendations provided here would not only help airport planners to increase their non-aeronautical revenues but also enhance passenger experience at the airport. This study has some limitations as all studies. Most importantly, the revealed passenger preferences just give an idea, and they might not turn into actual shopping behavior. Thus, the results should be compared and evaluated considering the passengers' actual spending behavior and numeric indicators such as revenue data from the concessions. Secondly, the sample of the study includes only Turkish passengers. For future studies, the same survey can be conducted to transit passengers from different countries and cultures to paint the differences between cultural differences in the preferences.

This study also aimed to make a valuable contribution to the airport business with its context-independent findings. Airports tend to imitate other airports' structures and offer similar commercial facilities. However, understanding whether the passengers would value those offerings is essential. Investing in the correct offerings is crucial for airports to avoid unnecessary costs, increase non-aeronautical revenues, and enhance passenger experience. Each airport serves unique passenger groups with different profiles. Therefore, a service

preferred by passengers at one airport may not be preferred at another one. In fact, within the same airport, different passenger profiles might value other offerings. Consequently, each airport should conduct their own research and make their shopping, F&B, entertainment, and retail layout planning accordingly. The airport management should consider the findings while making activity and service offerings. In addition, the results should be used to provide special offers suited to different passenger profiles. In short, conducting context-based passenger behavior studies is critical for effective airport concession management.

It should also be noted that an important factor that determines the consumption preferences of passengers at the airports is the price of goods and services provided. The findings of this study whereas just reveal the preferences of passengers without considering their willingness to pay (WTP) levels for the provided options. With a further study, it would be worth to assess the WTP level of passengers to see how the price of the goods and services provided would shape their preferences. In essence, offering right pricing is crucial to ensure that the preferences of passengers turn into actual consumption behaviors.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] J. L. Lu, "Investigating factors that influence passengers' shopping intentions at airports—Evidence from Taiwan," *Journal of Air Transport Management*, 35, 72-77, 2014.
- [2] ACI (Airports Council International), "Airport Ownership Economic Regulation and Financial Performance" .
- [3] J. Moulds. and G. Lohmann, "An analysis of future trends in non-aeronautical revenue: A case study from Adelaide Airport," *Journal of Airport Management*, 10(4), 343-358, 2016.
- [4] B. Tovar and R. R. Martin-Cejas, "Are outsourcing and non-aeronautical revenues important drivers in the efficiency of Spanish airports?" *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 217-220, 2009.

- [5] H. Jiang and Y. Zhang, "An assessment of passenger experience at Melbourne Airport," *Journal of Air Transport Management*, 54, 88-92, 2016.
- [6] S. J. Appold and J. D. Kasarda, "The appropriate scale of US airport retail activities," *Journal of Air Transport Management*, 12(6), 277-287, 2006.
- [7] P. Freathy and F. O'Connell, "Spending time, spending money: Passenger segmentation in an international airport," *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 22(4), 397-416, 2012.
- [8] E. Torres, E., J. S. Dominguez, L. Valdès and R. Aza, "Passenger waiting time in an airport and expenditure carried out in the commercial area," *Journal of Air Transport Management*, 11(6), 363-367, 2005.
- [9] M. Bertoli, "New Generation Concessions," *Passenger Terminal World: Annual Technology, Showcase Issue*, 68-71, 2002.
- [10] M. Geuens, D. Vantomme and M. Brengman, "Developing a typology of airport shoppers," *Tourism Management*, 25(5), 615-622, 2004.
- [11] Y. H. Lin and C. F. Chen, "Passengers' shopping motivations and commercial activities at airports—The moderating effects of time pressure and impulse buying tendency," *Tourism Management*, 36, 426-434, 2013.
- [12] V. Fasone, L. Kofler and R. Scuderi, "Business performance of airports: Non-aviation revenues and their determinants," *Journal of Air Transport Management*, 53, 35-45, 2016.
- [13] J. Rowley and F. Slack, "The retail experience in airport departure lounges: reaching for timelessness and placelessness," *International Marketing Review*, 16(4-5), 363-376, 1999.
- [14] J. Zukowsky, *Building for air travel: architecture and design for commercial aviation*, New Jersey, USA: Prestel Pub, 1996.
- [15] B. Edwards, *New approaches to airport architecture—The modern terminal*, London, UK: E & FN Spon, 2005.
- [16] P. Kumar, "Store decision criteria and patronage behaviour of retail consumers," *International Journal of Management Research and Reviews*, 6(12), 1692-1702, 2016.
- [17] A. S. Boateng, *The Effect of Advertisement on Consumer Preference and Brands: A Case of Herbalife Products*, Ghana: University of Ghana, Doctoral dissertation, 2019.
- [18] A. Graham, "How important are commercial revenues to today's airports?" *Journal of Air Transport Management*, 15(3), 106-111, 2009.
- [19] C. Lund, "Selling through the senses: Sensory appeals in the fashion retail environment," *Fashion Practice*, 7(1), 9-30, 2015.
- [20] C. L. Wu and Y. Chen, "Effects of passenger characteristics and terminal layout on airport retail revenue: an agent-based simulation approach," *Transportation Planning and Technology*, 42(2), 167-186, 2019.
- [21] H. B. Kim and J. H. Shin, "A contextual investigation of the operation and management of airport concessions," *Tourism Management*, 22(2), 149-155, 2001.
- [22] R. Doganis, *The airline business*, London, UK: Routledge, 2005.
- [23] Y. S. Chung, "Hedonic and utilitarian shopping values in airport shopping behavior," *Journal of Air Transport Management*, 49, 28-34, 2015.
- [24] G. Del Chiappa, J. C. Martin and C. Roman, "Service quality of airports' food and beverage retailers. A fuzzy approach," *Journal of air transport management*, 53, 105-113, 2016.
- [25] Y. Cao, and K. Kim, "How do customers perceive service quality in differently structured fast food restaurants?," *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 24(1), 99-117, 2015.
- [26] A. Lockwood, and K. Pyun, "How do customers respond to the hotel servicescape?," *International Journal of Hospitality Management*, 82, 231-241, 2019.
- [27] R. J. Harrington, M. C. Ottenbacher and K. A. Way, "QSR choice: Key restaurant attributes and the roles of gender, age and dining frequency," *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 14(1), 81-100, 2013.
- [28] T. J. Lee, H. Cho and T. H. Ahn, "Senior citizen satisfaction with restaurant service quality," *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 21(2), 215-226, 2012.
- [29] R. L. Snipes, N. F. Thomson and S. L. Oswald, "Gender bias in customer evaluations of service quality: an empirical investigation," *Journal of Services Marketing*, 20(4), 274-284, 2006.

- [30] D D. C. Rezende and M. A. R. Silva, "Eating-out and experiential consumption: a typology of experience providers," *British Food Journal*, 116(1), 91-103, 2014.
- [31] T. O'Dell, "Experiencescapes: Blurring borders and testing connections," *Experiencescapes? Tourism, Culture, and Economy*, Copenhagen, Business Press, 2005, 3-17.
- [32] ACRP (Airport Cooperative Research Program), "Report 157 - Improving the Airport Customer experience," Transportation Research Board, Washington, D.C., USA, 2016.
- [33] S. W. Perng, C. C. Chow and W. C. Liao, "Analysis of shopping preference and satisfaction with airport retailing products," *Journal of Air Transport Management*, 16(5), 279-283, 2010.
- [34] E. D. Zidarova and K. G. Zografos, "Measuring quality of service in airport passenger terminals," *Transportation research record*, 2214(1), 69-76, 2011.
- [35] Skytrax, «World's Top 100 Airports 2020,» Skytrax, 2020. [online]. Available: <https://www.worldairportawards.com>. [Accessed: 16 October 2021].
- [36] E. Ko, J. P. Costello and C. R. Taylor, "What is a luxury brand? A new definition and review of the literature," *Journal of Business Research*, 99, 405-413, 2019.
- [37] A. Parment, "Distribution strategies for volume and premium brands in highly competitive consumer markets," *Journal of Retailing and Consumer Services*, 15(4), 250-265, 2008.
- [38] H. Hagtvedt, and V. M. Patrick, "The broad embrace of luxury: Hedonic potential as a driver of brand extendibility," *Journal of Consumer Psychology*, 19(4), 608-618, 2009.
- [39] M. M. Palmeira and D. Thomas, "Two-tier store brands: the benefic impact of a value brand on perceptions of a premium brand," *Journal of Retailing*, 87(4), 540-548, 2011.
- [40] P. E. Green and V. Srinivasan, "Conjoint analysis in consumer research: issues and Outlook," *Journal of Consumer Research*, 5(2), 103-123, 1978.
- [41] P. Cattin and D. R. Wittink, "Commercial use of conjoint analysis: A survey," *Journal of marketing*, 46(3), 44-53, 1982.
- [42] P. E. Green, A. M. Krieger and Y. Wind, "Thirty years of conjoint analysis: Reflections and prospects," *Interfaces*, 31(3), 56-73, 2001.
- [43] P. E. Green and V. Srinivasan, "Conjoint Analysis in Marketing New Developments with Implications for Research and Practice," *Journal of Marketing*, 54, 3-19, 1990.
- [44] A. Daly, T. Dekker and S. Hess, "Dummy coding vs effects coding for categorical variables: Clarifications and extensions," *Journal of choice modelling*, 21, 36-41, 2016.
- [45] Istanbul Airport, "Airport Guide," Istanbul Airport, [online]. Available: <https://www.istairport.com/en/passenger/airport-guide/airport-map>. [Accessed: 16 October 2021].
- [46] Sabiha Gokcen Airport, "Passenger Guide," Sabiha Gokcen Airport, [online]. Available: <https://www.sabihagokcen.aero/passengers-and-visitors/passenger-guide/terminal-guide>. [Accessed: 16 October 2021].

Appendix A. Comparison of Cuisine Ranking Scores Based on Type of Travel

Dependent Variable	(I) Type of travel	(J) Type of travel	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Far East Cuisine	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	,70498*	,23466	,008
		Mostly International	1,20311*	,27776	,000
		Mostly Domestic	,62359*	,24134	,030
Home-cooked Turkish meals	Mostly International	Equally Domestic & International	,59387	,25437	,060
Turkish Kebab meals	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	-,54318*	,21196	,032
		Mostly International	-,91042*	,25089	,001
		Mostly Domestic	1,01385*	,30742	,003
Fast – food	Mostly International	Equally Domestic & International	,77933*	,32402	,050
Mediterranean Cuisine	Mostly International	Mostly Domestic	-1,09710*	,22581	,000
		Equally Domestic & International	-,72239*	,23800	,008

Appendix B. Comparison of Cuisine Ranking Scores Based on Type of Travel

Dependent Variable	(I) Travel purpose	(J) Travel purpose	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Middle Eastern Cuisine	Mostly Business	Mostly Holiday	-,61894*	,22896	,021
Fast – food	Mostly Holiday	Equally Holiday & Business	-,83225*	,26667	,006
		Mostly Business	-1,20139*	,32536	,001

Appendix C. Mean Comparison of Product Options based on Type of travel

Dependent Variable	(I) Type of travel	(J) Type of travel	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Cosmetics and Perfumes	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	-,5600*	,1113	,000
		Mostly International	-,4739*	,1317	,001
Alcohol and Tobacco	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	-,46990*	,12734	,001
Technological products	Mostly Domestic	Mostly International	-,55993*	,15072	,001
		Mostly International	-,40973*	,14830	,018

Appendix D. Mean Comparison of Activities & Services Options based on Travel Purpose

Dependent Variable	(I) Travel purpose	(J) Travel purpose	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Movie theater	Mostly Holiday	Mostly Business	,35358*	,14426	,044
		Mostly Holiday	-,32830*	,10475	,006
Designated Areas for Sleeping	Mostly Business	Equally Holiday & Business	-,29606*	,11712	,036
		Mostly Holiday			
Play & gaming areas	Mostly Holiday	Mostly Business	,31475*	,11647	,021
Free Internet Usage Areas	Mostly Holiday	Mostly Business	,26322*	,09298	,015
Quiet Areas	Mostly Holiday	Mostly Business	,25997*	,10120	,032

Appendix E. Full Factorial Design

Card ID	Restaurant Types	Store Types	Apparel Brand Types	Layout
1	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
2	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Premium Brands	Shopping Street
3	Fast-food Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
4	Fast-food Restaurants	Department Stores	Value Brands	Shopping Street
5	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Value Brands	Walk-through Shops
6	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Value Brands	Shopping Street
7	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
8	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Shopping Street
9	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Shopping Street
10	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Value Brands	Shopping Street
11	Fast-food Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Shopping Street
12	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Shopping Street
13	Fast-food Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
14	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
15	Fast-food Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Shopping Street
16	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Value Brands	Walk-through Shops
17	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
18	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Shopping Street
19	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
20	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Luxury Brands	Shopping Street
21	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Walk-through Shops
22	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Premium Brands	Shopping Street
23	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Value Brands	Shopping Street
24	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Shopping Street
25	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
26	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Value Brands	Walk-through Shops
27	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Shopping Street
28	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Luxury Brands	Shopping Street
29	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Walk-through Shops
30	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Shopping Street
31	Fast-food Restaurants	Department Stores	Value Brands	Walk-through Shops
32	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
33	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
34	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Shopping Street
35	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
36	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Walk-through Shops

Passengers' Shopping Preferences: A Study of Istanbul Airports

Sena KILIÇ¹ , Özge YANIKOĞLU^{1*} , Çağlar ÜÇLER¹ 

¹Ozyegin University, Faculty of Aviation and Aeronautical Sciences, Istanbul, Turkey

Abstract

Today, a significant part of airports' revenues is derived from support services such as retail stores, food and beverage (F&B) services, and entertainment activities. These services are also vital for enhancing passenger experience, which plays a major role as arbiter of airport success. There are different typologies of passengers, and a successful airport must deliver an optimal service mix to satisfy the needs of different passenger typologies. This requires an adequate transformation of the voice of the customer with respect to different profiles. Hence, the first aim of this study is to distinguish the preferences of different passenger profiles at airports by examining their choice of retail stores, F&B services, and entertainment activities. The second aim of the study is to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior and transform them into recommendations for distinct airport strategies.

Keywords: Airport management, Shopping preferences, Conjoint analysis

1. Introduction

Airports have evolved from basic transportation systems into complex systems, including various commercial facilities such as retail stores, food and beverage (F&B) services, and entertainment activities [1]. Commercial facilities have a noticeable impact on the revenue streams of airports. According to a report published by Airports Council International (ACI), non-aeronautical revenue represented 39.9% of total airport revenues in 2017 [2] and is expected to represent a major revenue stream in the upcoming years [3]. In addition, commercial facilities with a good quality and a wide range of offerings within an appropriate mix enhance the passenger experience [4]. Thus, diversification and increase of

commercial facilities embody a solid need for airports as a means of both increasing revenues and passenger satisfaction [5].

The demographics of the passengers can have a significant impact on their spending behavior and consequently on the volume and nature of commercial airport facilities [6]. This is particularly setting up a new challenge for the airport management: determining the right product mix to fulfill the preferences of different passenger typologies with different demographic characteristics. This requires the transformation of the customers' voice belonging to different typologies. Consequently, the first aim of the study is to identify passengers' preferences of commercial services, including retail stores, F&B services, and

Corresponding: Özge Yanıkoğlu ozge.peksatici@ozyegin.edu.tr

Citation: Kılıç, S., Yanıkoğlu, Ö., Uçler, C. (2021). Passengers' Shopping Preferences: A Study of Istanbul Airports J. Aviat. 5 (2), 265-281.

ORCID: ¹<https://orcid.org/0000-0002-0423-0394>; ¹<https://orcid.org/0000-0001-9277-6268>; ¹<https://orcid.org/0000-0003-4209-7915>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1010982>

Received: 20 October 2021 **Accepted:** 28 November 2021 **Published (Online):** 20 December 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

entertainment activities, and to understand the impact of different passenger typologies on their preferences. The second aim of the study is to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior.

2. Terminal Shopping Behavior at Airports

Passengers usually arrive at airports earlier than their flight time and spend at least an hour waiting inside the terminals [7] [8]. The waiting time can be longer for transit passengers or in the case of delayed or canceled flights. In addition, with recent developments in technology, passengers spend less time in the processing areas such as check-in, security screening, and customs. Moreover, technology allows passengers to receive instant updates about the status of their flights so that they can spend more time in concessions areas to shop or use other available services [9] [10]. Shopping or engaging in other activities helps passengers spend better time during their stay at the airport [11]. Therefore, commercial activities have to be organized in such a way that passenger experience is improved, especially for those who spend a relatively long time waiting at the airport [12]. This can be managed by offering a wide range of products and services tailored to the needs of different passenger typologies. The most common commercial activities offered at airports are retail stores, food & beverage (F&B) services, and leisure activities [10].

2.1. Retail Shopping at Airports

The largest non-aeronautical revenue source for airports is retail, with 30,2% [2]. Besides its financial importance, the retail environment also contributes to the passenger experience. Passengers reduce their travel-related stress by spending time in the retail area [13]. In addition, retail shops are also effective tools for creating a cultural impression of the airport region [14]. Therefore, retail areas have been focal points while designing the airports [15].

Understanding passengers' expectations and behavior are crucial for offering them the right product mix [16]. There are different factors affecting the purchase behavior of passengers in the airport retail environment, such as the demographic profiles of the passengers, i.e., gender, income level, and trip-related characteristics, i.e., travel purpose

[1], [17]. In addition, passengers' familiarity with the shopping environment impacts their shopping behavior, which relates mainly to frequent flyers for business purposes [18]. Moreover, there is a direct relationship between product variety offered at the retail areas and the passengers' purchase behavior [17]. It is crucial for a successful airport retail performance to map and match the factors affecting the purchase behavior and the retail offerings.

2.2. Airport Layout

The features of the shopping environment, including its location and size, appeal to different senses of consumers and cause them to perceive their shopping experiences differently [19]. Studies have found that the location and arrangement of the shops are crucial for managing passengers' spending behavior [20]. Today, many airports strive to use the limited terminal area wisely [21] to maximize their revenues [22]. For example, big stores are mostly located at the center of the passenger terminal, and smaller stores are placed close to the boarding gates [20]. In addition, unlike traditional shopping malls, there is a unique passenger flow at airports, where passengers have to complete mandatory steps at check-in and security control and follow a certain path to reach gates [23]. Thus, at many airports, service providers have turned these mandatory flows into an opportunity and developed walk-through store concepts on the passenger paths to the gates [20].

2.3. Food and Beverage (F&B) Services at Airports

Food and beverage (F&B) services are essential parts of non-aviation revenues at airports and have crucial effects on passenger experience [24]. Passengers are not only affected by the quality and taste of the F&B offerings [25] but also by the servicescapes, which include the physical characteristics and ambiance of the F&B environment as well as the interaction with the service employees [26]. Studies have found that passengers' sociodemographic characteristics influence their attitude towards F&B services [27]. For instance, while younger customers tend to be price-sensitive in their F&B selections, elderly customers seek intangible qualities such as employee performance [28]. Also, women give

more importance to staff performance and service processes than men in the F&B areas [29]. Consequently, the F&B strategy of airports has to consider and respect different passenger profiles' expectations and needs.

Rezende and Sivla [30] categorized F&B service providers into six main groups in terms of the experience offered. Accordingly, the first service group includes places like Irish pubs, which provide an authentic environment with unique characteristics based on tradition or culture. The second group offers a more relaxed atmosphere, where food diversity is not necessarily a priority and where people can meet others or work alone. Coffee shops such as Starbucks are examples of such places. The third group is defined as "all you can eat" places that offer a wide range of unlimited food options. The fourth group creates "a home feeling" to customers by providing a cozy atmosphere and warm relations through their staff. The fifth group is called "efficient environment", which mainly involves fast-food chains. These types of food restaurants offer convenient, standardized, and low-cost meals to customers. The last group provides high-quality food and high service standards with distinct environment concepts.

2.4. Leisure Activities and Related Amenities at Airports

Airports are experiencescapes, where the experience is created through a variety of leisure entertainment facilities [31]. The correct selection of the facility mix at airports is an important task to maximize customer satisfaction and non-aeronautical revenue [18]. Many international airports have been exerting considerable efforts to respond to the needs of the passengers who value different amenities and concession offerings [11] [1] [2]. They aim to transform traditional terminals into commercial hubs with an enormous array of services, attractions, and recreational areas such as internet centers, gyms/ health clubs, shower rooms, spa, massage and beauty treatment centers, silent areas, sleep boxes, yoga rooms, swimming pools, play & gaming areas for kids and adults, cinemas and movie theaters, aquariums, libraries, live music and performances, art museums and exhibitions, and green areas and gardens [32]. These facilities

help to enhance passenger experience by entertaining travelers who have plenty of time to roam around and wait for their flight, creating a peaceful, relaxing environment and helping passengers in relieving tension, stress, and ennui of traveling, and help them make better use of their time.

2.5. Research Gap

There are different typologies of passengers with different characteristics. Knowing exactly how these passenger typologies would like to spend their time at the airport and their shopping, dining, and entertainment preferences would help airports make the right investments in the right facilities. This insight can also lead to the optimization of the airport facility mix offered to different passenger profiles. Although several studies have been conducted on passengers' shopping preferences of non-aeronautical services at airports [[6], [33], [34], there has been little research on F&B preferences of passengers. In addition, there have been limited studies exploring the leisure activity preferences of passengers. Considering the research gap, the first aim of this study is to identify passengers' preferences of retail stores, F&B services, and leisure and entertainment activities and to distinguish between different passenger typologies subject to their preferences among different alternatives. The second aim of the study is to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior.

3. Methodology

A survey for the airport shopping behavior was developed based on the literature review and the most recent trends in terminal concessions followed by top-ranking airports worldwide. The top 20 airports were identified by Skytrax [35], which is a UK-based international airport review and ranking site. Then, the latest customer service improvement and innovations were reviewed with regard to dining, shopping, and entertainment. Furthermore, while developing the survey, a small group of international aviation professionals, including two airport managers and three academicians with a cumulative experience of 52 years, were consulted.

3.1. Survey Design and Measurement

The questionnaire was divided into four sections. The first part collected data about participants' food and beverage preferences at the airport. In the first question of Part 1, the participants were asked to what extent they think different food & beverage options should be at the airport (e.g., coffee shops, restaurants, or pubs). Answers were collected by a 5-point Likert scale [1=no preference; 2=slightly prefer; 3=prefer; 4=strongly prefer; 5=very strongly prefer]. In the second question of Part 1, respondents were asked to rank three eating options (casual dining restaurants, fast-food restaurants, and buffets or vending machines) according to their preferences. The participants were given country-specific brand examples to make sure that they understand what each option represents. In the third question of Part 1, participants were asked to rank different cuisine options that they would like to have at the airports according to their preference, i.e., Home-cooked Turkish meals, fast-food, Mediterranean cuisine, and Far East cuisine.

The second part of the survey involved questions about participants' shopping preferences at the airport. In the first question of this part, participants were asked to indicate whether they prefer brand stores or department stores. In department stores, a wide range of consumer goods is offered, where each department is specializing in a product category such as clothing, cosmetics, furniture, home appliances, toys, and houseware. Examples of brand stores are Debenhams, Selfridges, Macy's, Kohl's, and Nordstorm. Again, the participants were given well-known country-specific examples of both options. In the second question of the second part, participants were asked to rank apparel brand groups they would like to see at the airport according to their preferences. Apparel brands are categorized into three: Luxury brands, premium brands, and value brands. Luxury brands are non-essential products that are exclusive, prestigious, authentic, and expensive [36]. Examples are Hermes, Chanel, and Burberry. Premium brands focus on high-quality products and attract consumers with their strong brand images [37]. Examples are Nike, Under Armour, and Levi's. Value brands serve a utilitarian purpose and

promise maximum utility for a minimum price [38] [39]. Examples are H&M, Forever 21, and Missguided. The examples of each brand category provided in the survey were those available and well-known in Turkey. In the third question of the second part, participants were asked to indicate the extent to which they would purchase the listed products (e.g., cosmetics and perfumes, jewelry, alcohol and tobacco products, souvenirs, etc.).

The third part of the survey involved questions regarding participants' preferences about the leisure and entertainment activities provided at the airport. The participants were asked to indicate the extent to which they would prefer different entertainment activities (e.g., theater, gym, live performances, spa centers). Participants were asked to provide answers using a 5-point Likert scale [1=no preference; ... 5=very strongly prefer]. Additionally, in this part, passengers' retail layout preference (a separate shopping street or walk-through shops) was questioned.

The fourth part of the survey aimed to collect demographic (e.g., gender, age group) and travel-related characteristics (e.g., purpose of travel (business / leisure), type of travel (domestic / international), and flight frequency) of the respondents.

Before conducting the survey, twenty pilot questionnaires were handed out and pretested to check whether the wording of the questionnaire is clear and that the questions can be correctly understood. Based on the test participants' feedback, minor changes in the wording of some questions were made to avoid language confusion or misinterpretation.

3.2. Survey Sample

This study's target population consisted of passengers traveling from/to any of the two Istanbul airports: Istanbul Airport and Istanbul Sabiha Gokcen Airport. The survey was conducted online using a non-probability snowball sampling from February 2020 to April 2020. This method brings an advantage of collecting data from a hidden population. A total of 436 questionnaires were gathered using this process, and after excluding incomplete responses, a total of 426 valid cases were used for the analysis.

3.3. Data Analysis

Descriptive statistics and ANOVA analysis were conducted to reveal passengers' preferences and whether these preferences were influenced by the demographic and travel-related characteristics of the passengers. In addition, a conjoint analysis was applied to the data to understand the relative importance of the factors that affect passengers' airport purchase behavior [40] [41]. The conjoint analysis helps researchers to discover how customers make tradeoffs among alternatives [42].

All the analyses were conducted with IBM-SPSS, Statistics software Version 20.0.

4. Results

4.1. Sample Characteristics

There was almost a balanced gender distribution across the survey participants, where 56,8% were male, and 43,2 % were female. The participants were mainly younger, with 33.1% between the ages of 18-24 and 31,0 % between the ages of 25-34. Further demographic profile and travel-related characteristics of the sample are shown in Table 1.

Table 1. Demographic profile of respondents

Category	Variable	Frequency (#)	Percentage (%)
Gender	Female	184	43,19%
	Male	242	56,81%
	Total	426	
Age	18-24	141	33,09%
	25-34	132	30,99%
	35-44	57	13,38%
	45-54	38	8,92%
	55-65	58	13,61%
	Total	426	
	Single	266	62,44%
Marital Status	Married	156	36,62%
	Other	4	0,94%
	Total	426	
	Mostly for holiday and leisure	247	58%
Purpose of Travel	Equally for holiday and business	113	26,53%
	Mostly for business	66	15,49%
	Total	426	
Flight Type	Mostly domestic	197	38,86%
	Equal domestic and international	144	33,80%
	Mostly international	85	19,96%
	Total	426	
	0-5 times / year	195	45,8%
Flight Frequency	6-15 times / year	144	33,8%
	16-25 times / year	47	11%
	More than 26 times / year	40	9,4%
	Total	426	

4.2. Passenger Preferences

4.2.1. Food & Beverage (F&B) Preferences

"Restaurants" and "Coffee shops" were listed as the respondents' most preferred F&B options. In addition, the results revealed that female respondents would like to have "Coffee shops", "Bakeries and Patisseries", and "Restaurants serving special requests" at the airports more than male respondents (Table 2).

Table 2. Mean Comparison of Food & Beverage Options based on Gender

	Gender	Mean
Restaurants (casual-dining and fast-food)*	Female	4,5707
	Male	4,4793
	Total	4,5188
Coffee shops*	Female	4,5272
	Male	4,3512
	Total	4,2772
Bakeries and Patisseries*	Female	4,3587
	Male	4,1364
	Total	4,2324
Restaurants serving special requests (e.g., gluten-free or vegan products)*	Female	4,2500
	Male	3,9091
	Total	4,0563
Bars / Pubs	Female	3,5326
	Male	3,6570
	Total	3,6033

*Mean difference significant at 0.05 value

Respondents traveling "Mostly domestic" (M=3,37, SD=1,16) preferred "Bars / Pubs" at the airports more than respondents traveling "Equally domestic and international", (M=3,68, SD=1,15) and "Mostly international" (M=4,00, SD=1,023). Then, respondents travelling with a higher frequency - 6-15 times (M=3,82, SD=1,08) and 16-25 times (M=3,98, SD=1,05) in a year - preferred "Bars / Pubs" more than respondents travelling 0-6 times in a year (M=3,32, SD=1,14).

Among the three restaurant options, "Fast-food restaurants" were ranked first in the list with a 1,85 mean ranking score. In addition, the results revealed that male respondents were more likely to prefer "Fast-food restaurants" compared to female respondents (Table 3).

Table 3. Mean Comparison of Food & Beverage Options based on Gender

	Gender	Mean
Fast-food restaurants (e.g., Burger King, McDonald's, KFC)*	Female	1,9511
	Male	1,7645
	Total	1,8451
Casual Dining Restaurants (e.g., Midpoint, Cookshop, Happy Moons)	Female	1,8967
	Male	2,0413
	Total	1,9789
Buffets or Vending Machines	Female	2,1522
	Male	2,1942
	Total	2,1761

*Mean difference significant at 0.05 value

Table 4. Comparison of Mean Cuisine Ranking Scores based on Gender

	Gender	Mean
Home-cooked Turkish meals	Female	2,8424
	Male	2,9008
	Total	2,8756
Fast – food (Hamburger, pizza, etc.)	Female	3,1902
	Male	3,2438
	Total	3,2207
Mediterranean Cuisine (Italian, Spanish, etc.)*	Female	3,3098
	Male	3,8182
	Total	3,5986
Turkish Kebab meals*	Female	4,0054
	Male	3,4504
	Total	3,6901
European Cuisine (French, German, etc.)	Female	5,0489
	Male	4,9711
	Total	5,0047
South American Cuisine (Mexico, Argentina, etc.)	Female	5,2826
	Male	5,5909
	Total	5,4577
Far East Cuisine (Thai, Chinese, etc.)	Female	5,9130
	Male	6,0372
	Total	5,9836
Middle Eastern Cuisine (Lebanese, Israeli, etc.) *	Female	6,4076
	Male	5,9876
	Total	6,1690

*Mean difference significant at 0.05 value

The results of the cuisine comparison revealed that "Home-cooked Turkish meals", "Fast-food", and "Mediterranean cuisine" were ranked highest in the list with 2,88, 3,22, and 3,60 mean ranking scores, respectively. In addition, the findings revealed that female respondents were more likely to prefer "Mediterranean Cuisine" compared to male respondents. In contrast, male respondents were more likely to prefer "Middle Eastern Cuisine" and "Turkish Kebab meals" compared to female respondents (Table 4).

In terms of marital status, the findings revealed that single respondents (M=2,98, SD=2,33) were more likely to prefer "Fast – food" than married respondents (M=3,57, SD=2,43). In addition, in terms of travel type, respondents traveling "Mostly domestic" were less likely to prefer "Far East Cuisine" and more likely to prefer "Turkish Kebab meals" compared to respondents traveling "Equally domestic and international", and "Mostly international". Moreover, respondents traveling "Mostly international" were less likely to prefer "Home-cooked Turkish meals" and "Fast-food", and more likely to prefer "Mediterranean Cuisine" compared to respondents traveling "Equally domestic and international", and "Mostly domestic" (Appendix A).

Travel purpose was also impacting the preferences: Respondents traveling "Mostly for business" were more likely to prefer "Middle Eastern Cuisine" compared to respondents traveling "Mostly for holiday", who, in contrast, preferred "Fast-food" (Appendix B).

4.2.2. Shopping Preferences

The majority of the respondents (61%) preferred "Department Stores" over "Brand Stores". In addition, the data revealed that the majority of male respondents participated in this preference with 67%, while for female respondents, the ratio was more equally distributed (Table 5).

Table 5. Department Stores vs. Brand Stores Crosstabulation

		Department Stores	Brand Stores	Total
Gender	Female	95 (52%)	89 (48%)	184
	Male	163 (67%)	79 (33%)	242
Total		61%	39%	426

The answers to the apparel brand question reveal that the "Premium brands" option was ranked first in the list with a 1,74 mean ranking score. In addition, the data showed that male respondents were more likely to prefer "Value brands" compared to female respondents (Table 6).

Table 6. Comparison of Mean Apparel Brand Option Ranking Scores based on Gender

		Gender	Mean
Premium brands	Female		1,6739
	Male		1,7934
	Total		1,7418
Value brands*	Female		2,2500
	Male		1,9917
	Total		2,1033
Luxury brands	Female		2,0761
	Male		2,2149
	Total		2,1549

*Mean difference significant at 0.05 value

In addition, single respondents (M=2,07, SD=0,82) were more likely to prefer "Luxury brands" compared to married respondents (M=2,28, SD=0,85). In contrast, married respondents (M=1,87, SD=0,81) were more likely to prefer "Value brands" compared to single respondents (M=2,24, SD=0,85).

Among various product options, respondents were more likely to buy "Alcohol and tobacco", "Cosmetics and perfumes", and "Souvenirs". In addition, the data revealed that female respondents were more likely to buy "Cosmetics and perfumes", "Clothing and shoes", "Jewelry", and "Books and stationery products" compared to male respondents (Table 7).

Table 7. Mean Comparison of Product Options based on Gender

	Gender	Mean
Alcohol and Tobacco	Female	3,9185
	Male	4,0289
	Total	3,9812
Cosmetics and Perfumes*	Female	4,033
	Male	3,599
	Total	3,786
Souvenirs	Female	3,6576
	Male	3,6157
	Total	3,6338
Local Food (e.g., Turkish delight)	Female	3,2663
	Male	3,2645
	Total	3,2653
Clothing and Shoes*	Female	2,8043
	Male	2,4628
	Total	2,6103
Jewelry*	Female	2,5163
	Male	2,1818
	Total	2,3263
Technological products	Female	2,8967
	Male	2,9793
	Total	2,9437
Sports equipment	Female	2,5217
	Male	2,4504
	Total	2,4812
Books and Stationery Products*	Female	3,2880
	Male	2,9256
	Total	3,0822

*Mean difference significant at 0.05 value

In terms of travel type, respondents traveling "Mostly domestic" were less likely to buy "Cosmetics and Perfumes" and "Alcohol and Tobacco" compared to respondents traveling "Equally domestic and international" and "Mostly international". In addition, respondents traveling "Mostly domestic" were less likely to buy "technological products" compared to respondents traveling "mostly international" (Appendix C).

The majority of all respondents with 70% coverage preferred a separate shopping street over walk-through shops on the way to the gate (Table 8).

Table 8. Gender * Separate shopping street vs. Walk-through Shop Crosstabulation

Gender	Shopping area preference	
	Separate shopping street	Walk-through Shop
Female	65%	35%
Male	73%	27%

4.2.3. Activities & Services Preferences

Among various activities and service options offered, respondents were more likely to pay for "Free internet usage areas", "Quiet areas", and "Designated areas for sleeping". In addition, female respondents were more likely to buy "Designated areas for sleeping", "Yoga and meditation areas", "Gardens, green natural areas", "Library", "Play & gaming areas", "Free internet usage areas", and "Quiet areas" compared to male respondents (Table 9).

Respondents traveling "Mostly for holiday" were more likely to buy "Movie theatre" compared to respondents traveling for other purposes. Also, respondents traveling "Mostly for holiday" were more likely to buy "Play & gaming areas", "Free internet usage areas", and "Quiet areas" compared to respondents traveling "Mostly for business". Moreover, respondents traveling "Mostly for business" were less likely to buy "Designated areas for sleeping" compared to respondents traveling for other purposes (Appendix D).

Lastly, in terms of travel type, respondents traveling "Mostly international" (M=3,96, SD=0,98) were less likely to buy "Play & gaming areas" compared to respondents traveling "Equally domestic & international" (M=4,26, SD=0,82) and "Mostly domestic" (M=4,34, SD=0,77).

Table 9. Mean Comparison of Activities & Services Options based on Gender

	Gender	Mean
Free Internet Usage Areas*	Female	4,8478
	Male	4,6570
	Total	4,7394
Quiet Areas*	Female	4,7283
	Male	4,5083
	Total	4,6033
Designated Areas for Sleeping*	Female	4,5543
	Male	4,3719
	Total	4,4507
Gardens, Green Natural Areas*	Female	4,4239
	Male	4,2397
	Total	4,3192
Play & gaming areas	Female	4,4022
	Male	4,1198
	Total	4,2418
Library*	Female	4,2989
	Male	4,0165
	Total	4,1385
Shower Areas	Female	3,9293
	Male	3,9504
	Total	3,9413
Art and Museum Exhibitions	Female	3,8478
	Male	3,7479
	Total	3,7911
Massage and Spa Center	Female	3,5815
	Male	3,4587
	Total	3,5117
Yoga and Meditation Area*	Female	3,5761
	Male	3,1446
	Total	3,3310
Gym	Female	3,0924
	Male	3,0000
	Total	3,0399
Movie theater	Female	3,0000
	Male	2,9174
	Total	2,9531
Concert / Live Performance	Female	2,9293
	Male	2,9091
	Total	2,9178

*Mean difference significant at 0.05 value

4.3. Conjoint Analysis

In order to determine the relative importance of factors that affect passengers' airport purchase behavior, a conjoint analysis was conducted. The different options of four attributes, including Restaurant type (Casual dining restaurants, Fast-food restaurants, and Buffets or vending Machines), Store type (Brand stores and Department stores), Brand type (Luxury brands, Premium brands, and Value brands), and Layout (Shopping Street and Walk-through shops) were examined. As the first step of the conjoint analysis, the combination of factor levels was demonstrated by an orthogonal table [43]. The complete set of combinations (Restaurant Type x Store Type x Brand x Layout) included a set of 36 cards (3x2x3x2), all of which were included in the analysis. By using a fractional factorial design, all of these cards were presented in Appendix E.

After the survey had been completed, respondents' preferences were coded into SPSS as the next step through a procedure called dummy coding. For each question, the dummy variable took on the value 1 for the selected option or if the respondent ranks it as the first option; and the dummy variable took on the value 0 for the unselected options, or if the respondent does not rank it as the first option. One potential complication that might have occurred at this point was a linear dependency among options which makes it impossible to predict an independent variable for each level [44]. In order to avoid this problem, one option for each attribute was deleted. After specifying each respondent's preference score as a dependent variable and four dummy-coded attributes as independent variables, regression analysis was computed on SPSS. Since in conjoint analysis, respondents' total utility for product or service stands for their part-worth utilities, it needed to be estimated for each attribute. In this study, ordinary least squares (OLS) regression was used to estimate part-worth utilities (Table 10).

Table 10. Path-worth Utilities and their Contribution to the Total Utility

Attribute	Utilities	Relative Importance
Layout		
Shopping Street	10,098	
Walking-through Street	-10,098	42,31%
Restaurant Types		
Fast-food Restaurants	3,235	
Casual Dining Restaurants	,969	25,04%
Buffets or Vending Machines	-4,204	
Store Types		
Brand Stores	5,695	
Department Stores	-5,695	23,87%
Apparel Brand Types		
Luxury Brands	-3,559	
Premium Brands	2,900	12,15%
Value Brands	,659	

Part-worth utilities indicated that layout was the most effective factor in the preferences of the passengers, with 42,31% part-worth scores. It was followed by restaurant types, store types, and brands, with part-worth scores 25,04%, 23,87%, and 12,15%, respectively. Furthermore, after over standardized part-worth's were calculated, Shopping Street x Fast-food Restaurants x Brand Stores x Premium Brands was the most selected combination (29 out of 426 participants). The utility of this combination was equal to 1.

5. Discussion & Recommendations

The results of the conjoint analysis revealed that the most important factor in the airport shopping decision process of passengers had been the layout of stores, followed by restaurant types, store types, and brand types. In addition, the conjoint analysis revealed that the majority of the participants preferred "fast-food restaurants" for F&B with the possibility to spend time in "brand stores" buying "premium brands" within a "shopping street". This finding can be utilized in the planning of the airport shopping area. However, the individual analysis of each attribute reveals more insights into the choices of passengers.

At airport shopping areas, which have different characteristics compared to traditional shopping areas, passengers prefer "shopping streets" where shops are located in designated areas instead of a "walk-through" layout. So, Wu and Chen's [20] utilization of paths to the gates is not preferred, and apparently, passengers do not want to be forced to pass through the shopping areas. They would like to spend time in a dedicated shopping area, away from the mandatory travel processes. Therefore, the shopping area planning should be done considering this layout preference.

The second most influential factor in the preferences of the passengers was the restaurant types. Accordingly, passengers preferred fast-food restaurants over casual dining restaurants and buffets, and vending machines. This may mean that passengers prefer convenient, standardized, and low-cost meals offered by the "efficient environment" based on Rezende and Sivla's [30] F&B classification. Looking at the gender-based results, male customers valued fast-food options more than female passengers. This finding confirms Snipes et al.'s [29] study, which highlighted the impact of passengers' gender on F&B services. Although Lee, Cho, and Ahn [28] found that younger travelers value cheaper F&B options - implying the fast-food - there was no distinction among different age groups with respect to this preference. Therefore, it is recommended that airport management prioritize fast-food restaurants and offer a wide range of such options considering the high frequency of male and/or younger air travelers.

In terms of F&B preferences, the most preferred option by the passengers were restaurants, coffee shops, and bakeries. The findings are in line with the common approach followed by many airports, including the Istanbul airports, as these F&B options are the most widespread ones. Based on the gender comparison, female passengers were more likely to prefer special service restaurants compared to male passengers. Thus, a limited number of special restaurants serving gluten-free products or vegan products might be provided to cover the demand of female passengers. Alternatively, hybrid offerings with a mix of such special offerings within classical menus can be encouraged by airports.

Based on the type of travel comparison, bars/pubs were preferred by passengers who are flying mostly domestic. In addition, the results reveal that frequent flyers were more likely to choose bars/pubs. Thus, the airport management may invest in bars/pubs in the domestic terminal and provide special promotions to frequent flyer domestic passengers.

Among all the cuisine options, home-cooked Turkish meals, fast-food, and Mediterranean cuisine were the most preferred options, whereas Middle Eastern, Far East, and South American cuisines were the least preferred ones. These findings should be respected while planning restaurant concessions. Particularly, there are limited cuisine options at both Istanbul airports [45] [46]. Therefore, the airports may launch restaurants that offer Mediterranean cuisine in the international terminals as this option is preferred mostly by international passengers. In the domestic terminal, a local cuisine restaurant involving Turkish kebab options might be provided to customers.

The findings revealed differences in the preference of passengers with different demographics. For instance, according to the findings, female passengers were more likely to prefer Mediterranean cuisine, whereas male passengers preferred Middle Eastern Cuisine and Turkish Kebab meals. In addition, single customers were more likely to prefer fast-food restaurants compared to married ones. Moreover, passengers traveling mostly for business preferred Middle Eastern cuisine, and those traveling mostly for holiday preferred fast-food option. Considering the findings, airport management may offer promotions targeting passengers with different profiles.

The third most effective factor in the preferences of the passengers was the store types. Passengers preferred department stores over brand stores. Still, both Istanbul airports invest in individual brand stores rather than department stores [45], [46]. For this reason, instead of having separate brand stores, both airports may give a higher priority to department stores that are popular in Turkey.

Finally, the least important factor in passengers' preference was the brand types. Accordingly, passengers valued premium brands over affordable and luxury brands. The examples of such brands in

Turkey are Marks & Spencer, Mango, and Network. Based on the marital status comparison, single passengers were more likely to prefer "Luxury brands", whereas married respondents were more likely to prefer "Value brands". In addition, the findings revealed that male respondents were more likely to prefer value brands compared to female respondents. Although brand type has less impact on respondents' airport shopping preferences compared to other attributes, the planning of the stores can be enhanced by respecting the revealed preferences.

In terms of shopping preferences, alcohol, cosmetics, and souvenirs were the most preferred products by the passengers. This is totally in line with the traditional airport duty-free offerings. In general, female customers were more likely to spend money on many items mentioned, e.g., cosmetics and perfumes, clothing and shoes, jewelry, books, and stationery products. Consequently, the promotions should primarily target female passengers.

In terms of the activities and services provided at the airport, the most preferred options were the free internet usage areas, quiet areas, designated areas for sleeping, green & natural areas, and play & gaming areas. The least preferred options were concert / live performance, movie theater, gym, yoga and meditation areas, massage and spa centers, art and museum exhibitions, and shower areas. The following practical implications might also be useful for Istanbul airports: Istanbul New Airport offers sleeping pods, quiet areas, one-hour free Wi-fi, and an airport library to its passengers. The airport also invested in spa and shower facilities, museums, and exhibitions [45]. There are, however, no green places and play & gaming areas at the airport. Thus, the airport management may consider investing in gardens, green, natural areas, and play & gaming areas for enhancing passenger experience as these options were more preferred than spas, shower facilities, museums, and exhibitions. In addition, Sabiha Gökçen Airport offers free Wi-fi, and sleep cabins/resting units to its customers [46]. Considering the most preferred options, the airport might consider investing in green and natural areas, airport library, and play & gaming areas. Instead of investing in the least preferred facilities, both

airports should increase the number of most preferred options, such as the sleeping units, quiet/resting areas, and extend the time of free Wi-fi. Also, the findings revealed that passengers traveling mostly for holiday were more likely to prefer movie theatres, play & gaming areas, free internet usage areas, and quiet areas. Therefore, the airports should make special offers suited to different passenger profiles.

6. Conclusion

The purpose of the study was to identify passengers' shopping, dining, and entertainment preferences at the airports and to distinguish between different passenger typologies subject to their preferences among different alternatives. In addition, the study aimed to determine the relative importance of the factors that affect passengers' airport purchase behavior. The results aimed to offer the ideal combination of shopping, F&B, and entertainment offerings at the airport. The recommendations provided here would not only help airport planners to increase their non-aeronautical revenues but also enhance passenger experience at the airport. This study has some limitations as all studies. Most importantly, the revealed passenger preferences just give an idea, and they might not turn into actual shopping behavior. Thus, the results should be compared and evaluated considering the passengers' actual spending behavior and numeric indicators such as revenue data from the concessions. Secondly, the sample of the study includes only Turkish passengers. For future studies, the same survey can be conducted to transit passengers from different countries and cultures to paint the differences between cultural differences in the preferences.

This study also aimed to make a valuable contribution to the airport business with its context-independent findings. Airports tend to imitate other airports' structures and offer similar commercial facilities. However, understanding whether the passengers would value those offerings is essential. Investing in the correct offerings is crucial for airports to avoid unnecessary costs, increase non-aeronautical revenues, and enhance passenger experience. Each airport serves unique passenger groups with different profiles. Therefore, a service

preferred by passengers at one airport may not be preferred at another one. In fact, within the same airport, different passenger profiles might value other offerings. Consequently, each airport should conduct their own research and make their shopping, F&B, entertainment, and retail layout planning accordingly. The airport management should consider the findings while making activity and service offerings. In addition, the results should be used to provide special offers suited to different passenger profiles. In short, conducting context-based passenger behavior studies is critical for effective airport concession management.

It should also be noted that an important factor that determines the consumption preferences of passengers at the airports is the price of goods and services provided. The findings of this study whereas just reveal the preferences of passengers without considering their willingness to pay (WTP) levels for the provided options. With a further study, it would be worth to assess the WTP level of passengers to see how the price of the goods and services provided would shape their preferences. In essence, offering right pricing is crucial to ensure that the preferences of passengers turn into actual consumption behaviors.

Ethical Approval

Not applicable

References

- [1] J. L. Lu, "Investigating factors that influence passengers' shopping intentions at airports—Evidence from Taiwan," *Journal of Air Transport Management*, 35, 72-77, 2014.
- [2] ACI (Airports Council International), "Airport Ownership Economic Regulation and Financial Performance" .
- [3] J. Moulds. and G. Lohmann, "An analysis of future trends in non-aeronautical revenue: A case study from Adelaide Airport," *Journal of Airport Management*, 10(4), 343-358, 2016.
- [4] B. Tovar and R. R. Martin-Cejas, "Are outsourcing and non-aeronautical revenues important drivers in the efficiency of Spanish airports?" *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 217-220, 2009.

- [5] H. Jiang and Y. Zhang, "An assessment of passenger experience at Melbourne Airport," *Journal of Air Transport Management*, 54, 88-92, 2016.
- [6] S. J. Appold and J. D. Kasarda, "The appropriate scale of US airport retail activities," *Journal of Air Transport Management*, 12(6), 277-287, 2006.
- [7] P. Freathy and F. O'Connell, "Spending time, spending money: Passenger segmentation in an international airport," *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 22(4), 397-416, 2012.
- [8] E. Torres, E., J. S. Dominguez, L. Valdès and R. Aza, "Passenger waiting time in an airport and expenditure carried out in the commercial area," *Journal of Air Transport Management*, 11(6), 363-367, 2005.
- [9] M. Bertoli, "New Generation Concessions," *Passenger Terminal World: Annual Technology, Showcase Issue*, 68-71, 2002.
- [10] M. Geuens, D. Vantomme and M. Brengman, "Developing a typology of airport shoppers," *Tourism Management*, 25(5), 615-622, 2004.
- [11] Y. H. Lin and C. F. Chen, "Passengers' shopping motivations and commercial activities at airports—The moderating effects of time pressure and impulse buying tendency," *Tourism Management*, 36, 426-434, 2013.
- [12] V. Fasone, L. Kofler and R. Scuderi, "Business performance of airports: Non-aviation revenues and their determinants," *Journal of Air Transport Management*, 53, 35-45, 2016.
- [13] J. Rowley and F. Slack, "The retail experience in airport departure lounges: reaching for timelessness and placelessness," *International Marketing Review*, 16(4-5), 363-376, 1999.
- [14] J. Zukowsky, *Building for air travel: architecture and design for commercial aviation*, New Jersey, USA: Prestel Pub, 1996.
- [15] B. Edwards, *New approaches to airport architecture—The modern terminal*, London, UK: E & FN Spon, 2005.
- [16] P. Kumar, "Store decision criteria and patronage behaviour of retail consumers," *International Journal of Management Research and Reviews*, 6(12), 1692-1702, 2016.
- [17] A. S. Boateng, *The Effect of Advertisement on Consumer Preference and Brands: A Case of Herbalife Products*, Ghana: University of Ghana, Doctoral dissertation, 2019.
- [18] A. Graham, "How important are commercial revenues to today's airports?" *Journal of Air Transport Management*, 15(3), 106-111, 2009.
- [19] C. Lund, "Selling through the senses: Sensory appeals in the fashion retail environment," *Fashion Practice*, 7(1), 9-30, 2015.
- [20] C. L. Wu and Y. Chen, "Effects of passenger characteristics and terminal layout on airport retail revenue: an agent-based simulation approach," *Transportation Planning and Technology*, 42(2), 167-186, 2019.
- [21] H. B. Kim and J. H. Shin, "A contextual investigation of the operation and management of airport concessions," *Tourism Management*, 22(2), 149-155, 2001.
- [22] R. Doganis, *The airline business*, London, UK: Routledge, 2005.
- [23] Y. S. Chung, "Hedonic and utilitarian shopping values in airport shopping behavior," *Journal of Air Transport Management*, 49, 28-34, 2015.
- [24] G. Del Chiappa, J. C. Martin and C. Roman, "Service quality of airports' food and beverage retailers. A fuzzy approach," *Journal of air transport management*, 53, 105-113, 2016.
- [25] Y. Cao, and K. Kim, "How do customers perceive service quality in differently structured fast food restaurants?," *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 24(1), 99-117, 2015.
- [26] A. Lockwood, and K. Pyun, "How do customers respond to the hotel servicescape?," *International Journal of Hospitality Management*, 82, 231-241, 2019.
- [27] R. J. Harrington, M. C. Ottenbacher and K. A. Way, "QSR choice: Key restaurant attributes and the roles of gender, age and dining frequency," *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 14(1), 81-100, 2013.
- [28] T. J. Lee, H. Cho and T. H. Ahn, "Senior citizen satisfaction with restaurant service quality," *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 21(2), 215-226, 2012.
- [29] R. L. Snipes, N. F. Thomson and S. L. Oswald, "Gender bias in customer evaluations of service quality: an empirical investigation," *Journal of Services Marketing*, 20(4), 274-284, 2006.

- [30] D D. C. Rezende and M. A. R. Silva, "Eating-out and experiential consumption: a typology of experience providers," *British Food Journal*, 116(1), 91-103, 2014.
- [31] T. O'Dell, "Experiencescapes: Blurring borders and testing connections," *Experiencescapes? Tourism, Culture, and Economy*, Copenhagen, Business Press, 2005, 3-17.
- [32] ACRP (Airport Cooperative Research Program), "Report 157 - Improving the Airport Customer experience," Transportation Research Board, Washington, D.C., USA, 2016.
- [33] S. W. Perng, C. C. Chow and W. C. Liao, "Analysis of shopping preference and satisfaction with airport retailing products," *Journal of Air Transport Management*, 16(5), 279-283, 2010.
- [34] E. D. Zidarova and K. G. Zografos, "Measuring quality of service in airport passenger terminals," *Transportation research record*, 2214(1), 69-76, 2011.
- [35] Skytrax, «World's Top 100 Airports 2020,» Skytrax, 2020. [online]. Available: <https://www.worldairportawards.com>. [Accessed: 16 October 2021].
- [36] E. Ko, J. P. Costello and C. R. Taylor, "What is a luxury brand? A new definition and review of the literature," *Journal of Business Research*, 99, 405-413, 2019.
- [37] A. Parment, "Distribution strategies for volume and premium brands in highly competitive consumer markets," *Journal of Retailing and Consumer Services*, 15(4), 250-265, 2008.
- [38] H. Hagtvedt, and V. M. Patrick, "The broad embrace of luxury: Hedonic potential as a driver of brand extendibility," *Journal of Consumer Psychology*, 19(4), 608-618, 2009.
- [39] M. M. Palmeira and D. Thomas, "Two-tier store brands: the benefic impact of a value brand on perceptions of a premium brand," *Journal of Retailing*, 87(4), 540-548, 2011.
- [40] P. E. Green and V. Srinivasan, "Conjoint analysis in consumer research: issues and Outlook," *Journal of Consumer Research*, 5(2), 103-123, 1978.
- [41] P. Cattin and D. R. Wittink, "Commercial use of conjoint analysis: A survey," *Journal of marketing*, 46(3), 44-53, 1982.
- [42] P. E. Green, A. M. Krieger and Y. Wind, "Thirty years of conjoint analysis: Reflections and prospects," *Interfaces*, 31(3), 56-73, 2001.
- [43] P. E. Green and V. Srinivasan, "Conjoint Analysis in Marketing New Developments with Implications for Research and Practice," *Journal of Marketing*, 54, 3-19, 1990.
- [44] A. Daly, T. Dekker and S. Hess, "Dummy coding vs effects coding for categorical variables: Clarifications and extensions," *Journal of choice modelling*, 21, 36-41, 2016.
- [45] Istanbul Airport, "Airport Guide," Istanbul Airport, [online]. Available: <https://www.istairport.com/en/passenger/airport-guide/airport-map>. [Accessed: 16 October 2021].
- [46] Sabiha Gokcen Airport, "Passenger Guide," Sabiha Gokcen Airport, [online]. Available: <https://www.sabihagokcen.aero/passengers-and-visitors/passenger-guide/terminal-guide>. [Accessed: 16 October 2021].

Appendix A. Comparison of Cuisine Ranking Scores Based on Type of Travel

Dependent Variable	(I) Type of travel	(J) Type of travel	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Far East Cuisine	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	,70498*	,23466	,008
		Mostly International	1,20311*	,27776	,000
		Mostly Domestic	,62359*	,24134	,030
Home-cooked Turkish meals	Mostly International	Equally Domestic & International	,59387	,25437	,060
Turkish Kebab meals	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	-,54318*	,21196	,032
		Mostly International	-,91042*	,25089	,001
		Mostly Domestic	1,01385*	,30742	,003
Fast – food	Mostly International	Equally Domestic & International	,77933*	,32402	,050
Mediterranean Cuisine	Mostly International	Mostly Domestic	-1,09710*	,22581	,000
		Equally Domestic & International	-,72239*	,23800	,008

Appendix B. Comparison of Cuisine Ranking Scores Based on Type of Travel

Dependent Variable	(I) Travel purpose	(J) Travel purpose	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Middle Eastern Cuisine	Mostly Business	Mostly Holiday	-,61894*	,22896	,021
Fast – food	Mostly Holiday	Equally Holiday & Business	-,83225*	,26667	,006
		Mostly Business	-1,20139*	,32536	,001

Appendix C. Mean Comparison of Product Options based on Type of travel

Dependent Variable	(I) Type of travel	(J) Type of travel	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Cosmetics and Perfumes	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	-,5600*	,1113	,000
		Mostly International	-,4739*	,1317	,001
Alcohol and Tobacco	Mostly Domestic	Equally Domestic & International	-,46990*	,12734	,001
Technological products	Mostly Domestic	Mostly International	-,55993*	,15072	,001
		Mostly International	-,40973*	,14830	,018

Appendix D. Mean Comparison of Activities & Services Options based on Travel Purpose

Dependent Variable	(I) Travel purpose	(J) Travel purpose	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Movie theater	Mostly Holiday	Mostly Business	,35358*	,14426	,044
		Mostly Holiday	-,32830*	,10475	,006
Designated Areas for Sleeping	Mostly Business	Equally Holiday & Business	-,29606*	,11712	,036
		Mostly Holiday			
Play & gaming areas	Mostly Holiday	Mostly Business	,31475*	,11647	,021
Free Internet Usage Areas	Mostly Holiday	Mostly Business	,26322*	,09298	,015
Quiet Areas	Mostly Holiday	Mostly Business	,25997*	,10120	,032

Appendix E. Full Factorial Design

Card ID	Restaurant Types	Store Types	Apparel Brand Types	Layout
1	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
2	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Premium Brands	Shopping Street
3	Fast-food Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
4	Fast-food Restaurants	Department Stores	Value Brands	Shopping Street
5	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Value Brands	Walk-through Shops
6	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Value Brands	Shopping Street
7	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
8	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Shopping Street
9	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Shopping Street
10	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Value Brands	Shopping Street
11	Fast-food Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Shopping Street
12	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Shopping Street
13	Fast-food Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
14	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
15	Fast-food Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Shopping Street
16	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Value Brands	Walk-through Shops
17	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
18	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Shopping Street
19	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
20	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Luxury Brands	Shopping Street
21	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Walk-through Shops
22	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Premium Brands	Shopping Street
23	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Value Brands	Shopping Street
24	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Luxury Brands	Shopping Street
25	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
26	Buffets or Vending Machines	Department Stores	Value Brands	Walk-through Shops
27	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Shopping Street
28	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Luxury Brands	Shopping Street
29	Fast-food Restaurants	Brand Stores	Value Brands	Walk-through Shops
30	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Shopping Street
31	Fast-food Restaurants	Department Stores	Value Brands	Walk-through Shops
32	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
33	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Luxury Brands	Walk-through Shops
34	Casual Dining Restaurants	Brand Stores	Premium Brands	Shopping Street
35	Buffets or Vending Machines	Brand Stores	Premium Brands	Walk-through Shops
36	Casual Dining Restaurants	Department Stores	Premium Brands	Walk-through Shops

Yapay Sinir Ağları ile Hisse Senedi Fiyat Tahmin Modeli: Türk Hava Yolları Uygulaması

Muhammed Fatih YÜRÜK¹ * 

¹ Dicle Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Diyarbakır, Türkiye

Özet

Literatürde hisse senetleri tahmini için farklı metodlar yer almaktadır. Bu metodların en önemlilerinden biri de yapay sinir ağları yöntemidir. Bu çalışmada Türk Hava Yolları hisse senedinin tahmini için yapay sinir ağları metodu kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada yapay sinir ağları yöntemi ile zaman seri analizi yapılmıştır. Türk Hava Yolları hisse senedi değerlerini etkilemede önemli olan 5 bağımsız değişken kullanılmış olup, 01/04/2014-21/09/2021 tarihleri arasındaki günlük değerler çalışma kapsamına alınmıştır. Çalışmada 5 yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Bu modeller içinde en iyi performansı gösteren model çalışma kapsamına alınmıştır. Çalışma sonucunda Ortalama Mutlak Yüzde Hatanın (MAPE) hesaplanmasında eğitim seti için; 2,18 test seti için; 2,28 onaylama seti için; 2,46 değerleri elde edilmiştir. Korelasyon Katsayısının (CORR) hesaplanmasında ise eğitim, test ve onaylama setleri için 0,99 değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar oluşturulan modelin tahminleme performansının güçlü olduğunu ve hisse senet tahminlerinde kullanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: YSA, Makine Öğrenmesi, Yapay Zeka, Zaman Serisi, Yapay Sinir Ağları

Predicting Stock Prices Using Artificial Neural Networks Model: Turkish Airlines Application

Abstract

There are different methods for estimating stocks in the literature. One of the most important of these methods is the artificial neural network method. In this study, artificial neural network method was used for the prediction of Turkish Airlines stock. In addition, time series analysis was performed with the artificial neural network method. 5 independent variables, which are important in affecting Turkish Airlines stock values, were used, and daily values between 01/04/2014-21/09/2021 were included. 5 artificial neural network models were created. The model with the best performance among these models was included. As a result of the study, for the training set in calculating the Mean Absolute Percentage Error (MAPE); For 2.18 test sets; For 2.28 validation set; 2.46 values were obtained. In the calculation of the Correlation Coefficient (CORR), 0.99 values were obtained for the training, test and validation sets. These results showed that the estimation performance of the created model is strong and can be used in stock predictions.

Keywords: ANN, Machine Learning, Artificial Intelligence, Time Series, Artificial Neural Networks

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Muhammed Fatih Yürük mfyuruk@hotmail.com

Citation/Alıntı: Yürük M.F. (2021). Yapay Sinir Ağları ile Hisse Senedi Fiyat Tahmin Modeli: Türk Hava Yolları Uygulaması J. Aviat. 5 (2), 282-289.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0001-7429-2278>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1015502>

Gelis/Received: 27 Ekim 2021 **Kabul/Accepted:** 10 Aralık 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

1. Giriş

Hava ulaşımına rağbet teknolojik gelişmelerin getirdiği güven, konfor ve hız ile birlikte artış göstermektedir. Tablo 1’de görüldüğü gibi 2014 yılından 2020 yılına kadar uçak filo sayısında artış yaşanmıştır. Bu artış havacılık sektörünün gelişmekte olan bir alan olduğunu göstermektedir. 2020 yılı verilerine göre Türkiye’de 10 şirketin toplam 564 uçak filosuna sahip olduğu görülmektedir. Bu sayıların 341’i Türk Hava Yolları A.O. (THYAO) bünyesinde faaliyet göstermektedir. Bir ülkenin uçak filosunun güçlü olması, hava taşımacılığı sektörünün aktif olması o ülkenin ekonomik anlamda da gücünün göstergesidir.

Hızla büyüyen bu sektöre yatırımcıların ilgisi artmaktadır. Borsa İstanbul’da en fazla işlem

hacmine sahip şirketler arasında yer alan THYAO bu sektöre olan ilginin bir göstergesidir. THYAO özellikle yabancı yatırımcıların da takip ettiği bir yatırım aracıdır. [2]

30 Eylül 2021 tarihi itibarıyla Tablo 2’de görüldüğü üzere piyasa değeri 19.251.000.000 TL olan THYAO Borsa İstanbul 100 endeksinde piyasa değeri en büyük 20 şirket içerisinde yer almaktadır [3]. Bir hisse senedinin sahip olduğu özkaynaklara göre fiyatını ölçmek için kullanılan PD/DD oranı şirketlerin muhasebe değeri ile piyasa fiyatını karşılaştırmak için kullanılır. Bu orana göre hisse senedine yatırım kararı alınabilir. Bu oranın 1’den küçük olması hisse senedinin piyasa değerinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu oran ne kadar küçükse hisse senedi o kadar düşük fiyatlandırılmıştır.

Tablo 1. Havayolu Uçak Filo İstatistikleri[1]

YIL	THY A. O	GÜNEŞ EKSPRES A. Ş	PEGASUS HAVA A. Ş	ONUR AIR A.Ş.	MNG Hava A.Ş.	ATLAS JET HavaT. A.Ş.	HÜRKUŞ HAVA A.Ş	TURİSTİK HAVA TAŞIMACILI K A.Ş	ACT HAVA YOLLAR I A.Ş.	IHY İZMİR A.Ş	TAILWIN D HAVA YOLLARI A.Ş	BOR AJET HAV ACIL IK	TOPLAM
2014	231	53	46	21	7	18	8	10	6	6	7	8	421
2015	266	54	58	28	7	20	8	10	7	7	7	14	486
2016	308	49	70	25	7	25	8	11	7	8	5	14	562
2017	304	52	66	24	7	24	7	10	5	7	5	3	514
2018	309	81	46	27	6	16	7	10	5	-	5	-	512
2019	324	53	84	27	6	16	9	14	5	-	5	-	543
2020	341	58	93	23	13	8	5	13	5	-	5	-	564

Tablo 2’de THYAO PD/DD 0,39 olduğu görülmektedir. 1’den küçük olan bu orana göre THYAO hisse senedine yatırım yapılabilir. PD/DD oranı ile oluşturulan portföyün endekse göre iyi performans gösterdiği ve PD/DD’si düşük hisseleri almanın iyi sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarda görülmektedir [4]. Bu sebeple THYAO hisselerinin fiyatlarının önceden tahmin edilmesi yatırımcının karlılık performansını artırabilecektir.

Borsada işlem gören şirketlerin hisse değerini tahmin etmek her zaman ilgi odağı olmuştur. Hisse senetlerinin değerlerini tahmin etmeyi zorlaştıran volatilité ve belirsizlik bu yatırım enstrümanının diğer yatırım araçlarından daha riskli hale getirmektedir. Bu belirsizlik ve oynaklık nedeni ile hisse değerlerini tahmin finans alanının en çok üzerine yoğunlaştığı konulardan olmuştur [5].

Finans alanında hisse senedi değeri tahmini yapmak daha önceleri geleneksel metotlar ile yapılırken günümüzde makine öğrenmesi yöntemlerinden faydalanarak yapılmaktadır. Makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olan yapay sinir ağları (YSA) bilim dünyasının hemen her alanında kullanılan bir metot haline gelmektedir.

YSA insan vücudundaki nöronların sinyaller aracılığı ile kurdukları ağ yapısı ile kendisine iletilen yeni veriler karşısında bunları sınıflama, gruplama, ayırt etme ve yeniden üretme gibi faaliyetleri yürütme mantığına göre çalışır. YSA ile biyolojik sinir ağlarındaki bu faaliyetlerin matematiksel olarak modellenip, sisteme sunulan veri setindeki girdiler arasındaki ilişkilerden yola çıkarak birtakım fonksiyonlar ve algoritmalar ile bir ağ yapısı oluşturulması ve en yakın bir çıktının elde edilmesidir [6].

Tablo 2. BİST şirketlerinin ilk 20 piyasa değeri [3]

Şirket Adı	PD	PD/DD
Ford Otosan	58.637.061.000	8,41
Ereğli Demir Çelik	58.275.000.000	1,27
Enka İnşaat	58.184.000.000	0,99
Koç Holding	57.362.013.891	1,12
Garanti Bankası	38.808.000.000	0,58
Bim Mağazalar	38.800.080.000	6,98
ASELSAN	34.519.200.000	1,72
Turkcell	33.726.000.000	1,67
SASA Polyester	29.881.600.000	8,46
TÜPRAŞ	28.698.040.320	2,34
Akbank	27.716.000.000	0,41
Türk Telekom	26.215.000.000	2,10
Tofaş Oto Fabrikası	26.000.000.000	6,08
Şişe Cam	25.087.723.120	0,98
İş Bankası (C)	23.354.844.300	0,33
Arçelik	22.055.768.611	1,45
Coca Cola İçecek	21.596.079.392	2,41
Yapı ve Kredi Bankası	20.357.393.594	0,39
Sabancı Holding	19.975.554.484	0,48
Türk Hava Yolları	19.251.000.000	0,39

2. Literatür

Literatürde YSA konulu birçok çalışma mevcuttur. Özellikle makine öğrenmesi metodu kullanılarak finans konulu makaleler bu bölümde yazılmıştır.

Diler (2003) YSA kullanarak borsanın bir önceki verilerinden sonraki günün yönünü bulmaya

çalışmıştır. Ağ modeli bir sonraki günün yönünü %60,81 oranında tahmin etmiştir [7]. Kutlu ve Badur (2009) da YSA kullanarak borsa endeks tahmini üzerinde çalışmışlardır. Borsa endeksinin YSA kullanarak tahmin edilmesinin mümkün olduğunu belirtmişlerdir [5]. Kaynar ve Taştan (2009) endeks tahmininden farklı olarak döviz kurunu tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında YSA ile beraber ARIMA modelini de kullanarak modeller arasında performans karşılaştırması yapmışlardır [8]. Yakut vd. (2014) diğer çalışmada olduğu gibi iki model kullanıp karşılaştırma yapmışlardır. Borsa endeks tahmini için YSA ile Destek Vektör Makinelerini kullanarak bu iki modelin etkinliğini ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda diğer çalışmalarda olduğu gibi YSA'nın etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca destek vektör makinelerinin de etkin olduğunu belirtmişlerdir [9]. Akdağ ve Yiğit (2016) diğer yazarlar gibi iki modeli çalışmalarında kullanmışlardır. ARIMA ve YSA modellerini enflasyon tahmini için kullanan yazarlar çalışma sonucunda ARIMA modelinin daha etkin olduğu sonucuna varmışlardır [10]. Literatürde YSA emtia fiyatlarının tahmini için de kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan biri Yürük (2019) tarafından yapılan altın fiyatlarının tahmini üzerine olan çalışmadır. Çalışma sonucunda YSA altın fiyatlarının tahmininde başarılı bir performans göstermiştir [11]. Altın fiyatlarının YSA kullanılarak tahmin edilmesine yönelik başka bir çalışmayı Yüksek ve Akkoç (2016) gerçekleştirmiştir. Modelin performansını ölçen yazarlar tahmin gücünün etkin olmasında gümüş ve petrol fiyatlarının önemli olduğunu belirtmişlerdir [12]. Çınaroğlu ve Avcı (2020) YSA kullanarak THY hisse senetlerinin fiyatlarını tahmin etmişlerdir. Çınaroğlu ve Avcı uygulamalarında haftanın ilk 4 gününe ait değerler eğitim verisi, cuma gününe ait değerler ise test verisi olarak seçilmiştir [2]. Borsa endeks tahmini konusunda birçok çalışma yapıldığı literatürde görülmektedir. Bu çalışmalardan biri Karakul (2020) tarafından yapılan YSA kullanarak BİST-100 endeks tahmini çalışmasıdır. Diğer çalışmalarda olduğu gibi Karakul da YSA'nın finans alanındaki tahmin problemlerinde etkin olduğunu yazmışlardır [6].

3. Tasarım ve Yöntem

Çalışmada 01/04/2014-21/09/2021 tarihleri arasındaki günlük verilerden yararlanılmıştır. Hisse senedi tahmininde önemli ve ilişkili olan 5 değişken kullanılmıştır. Tablo 3'te görüldüğü üzere Ham petrol fiyatları, Amerikan doları /Türk lirası kuru, dolar endeksi, BİST 100 endeksi kapanış fiyatları ve BİST ulaştırma endeksi kapanış fiyatları çalışmada girdi verisi olarak kullanılmıştır. THYAO hisse senedi kapanış fiyatları ise modelin tahmin verileri olarak kullanılmıştır.

Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

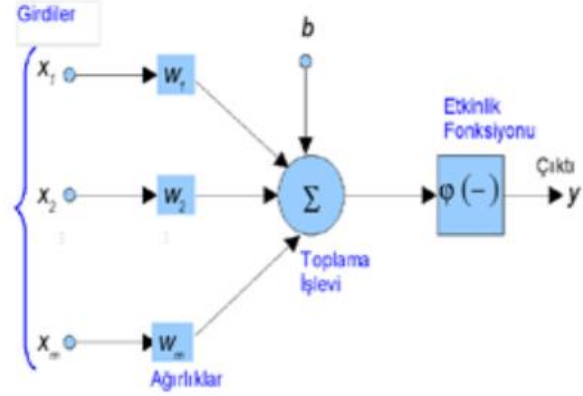
No	Değişkenler	Kod	Kaynak
1	Ham Petrol Fiyatları	WTI	investing.com
2	Amerikan Doları Türk Lirası Kur	USD/TRY	investing.com
3	Dolar Endeksi	DYX	investing.com
4	Bist 100 Endeksi	XU100	investing.com
5	BİST Ulaştırma Endeksi	XULAS	investing.com
6	Türk Hava Yoları A.O.	THYAO	investing.com

Çalışmada THYAO hisse fiyatlarının tahmini için oluşturulan modelinin uygulamasında Statistica sürüm 12 programı kullanılmıştır. Literatürde; eğitim, onaylama ve test gruplarının belirlenmesinde (%80, %10, %10), (%70, %15, %15), (%60, %20, %20) şeklinde bölümlendirmeler yapılmıştır. Bazı çalışmalarda modelin analizi için sadece eğitim ve test verileri kullanılmaktadır. Bu çalışmada 01.04.2014-21.09.2021 tarihleri arasındaki günlük 1938 verinin %70'lik bölümü eğitim, %15'lik bölümü ise test, %15'lik bölümü onaylama için ayrılmıştır. Verilerin ayırma işlemi program tarafından rastgele yapılmıştır.

3.1. Yapay Sinir Ağları

İnsan beyninin biyolojik yapısından esinlenerek oluşturulan YSA'lar girdi veri setlerinden öğrenebilme, öğrendiği yapı ile genelleme yapabilme ve sınırsız sayıda değişkeni kullanabilme gibi önemli özelliklere sahiptir. Yapay sinir hücresi

YSA'nın çalışmasına esas teşkil eden en küçük birimdir. Şekil 1'de görüldüğü üzere bir yapay sinir hücresi girdi, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktı bileşenlerinden oluşmaktadır [8].



Şekil 1. Yapay Sinir Hücresi [13]

Girdiler dış ortamdan hücreye girilen verilerdir. Ağırlıklar ise ağa girilen veri seti veya kendinden önceki bir tabakadaki başka bir işlem elemanının bu işlem elemanı üzerindeki etkisini ifade eden değerlerdir. Eşitlik 1 de görüldüğü üzere her bir girdi, o girdiyi işlem elemanına bağlayan ağırlık değeriyle çarpılarak, toplam fonksiyonu aracılığıyla birleştirilir[8].

$$net = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b \quad (1)$$

3.1.1. Yapay Sinir Ağının Yapısı

Yapay sinir ağları 3 katmandan oluşur. Bu katmanlar aşağıda yazıldığı gibidir [14]:

Girdi Katmanı: Girdi katmanında yapay sinir hücreleri gelen bilgileri alarak ara katmanlara iletmek ile sorumludurlar.

Ara Katmanlar: Bu katman girdi katmanından iletilen bilgilerin işlenilerek çıktı katmanına gönderildiği katmandır. Bir YSA birden fazla ara katmandan oluşabilir.

Çıktı Katmanı: Bu katmandaki yapay sinir hücreleri bir önceki katmandan yani ara katmanlardan iletilen bilgileri işleyerek ağın girdi katmanından örnek seti için üretilmesi gereken çıktıyı üretirler.

4. Bulgular

Çalışmada hisse senedi tahmini için 5 yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Tablo 4'de görüldüğü

üzere veriler eğitim, test ve onaylama seti olarak ayrılarak model oluşturulmuştur. Eğitim algoritması için Broydon-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) kullanılmıştır. Hata fonksiyonu Sum of Squares kullanılmıştır. YSA modellerinin gizli katmanlarında Exponential, Logistic aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Modellerde çıktı aktivasyon fonksiyonu olarak da Tanh, Identity, Exponential kullanılmıştır. Oluşturulan 5 modelin performansları birbirine yakın olsa da

içlerinde en yüksek performansı gösteren 5 numaralı ağ çalışmaya esas alınmıştır. Bu ağ 10 gizli katmandan oluşmaktadır. Bu ağın eğitim performansı 0,995259, test performansı 0,994451 ve onaylama performansı ise 0,993627 bulunmuştur. Gizli katman aktivasyon fonksiyonu için logictic kullanılırken çıkış aktivasyon fonksiyonu olarak da exponential kullanılmıştır.

Tablo 4. Oluşturulan Modeller

Sıra	Ağ Modeli	Eğitim Performans	Test Performansı	Onaylama Performansı	Eğitim Algoritması	Hata Fonksiyonu	Gizli Katman Aktivasyon Fonk.	Çıkış Aktivasyon Fonksiyonu
1	MLP 5-10-1	0,994479	0,993709	0,993206	BFGS 253	Sum of sq.	Exponential	Tanh
2	MLP 5-7-1	0,994513	0,993515	0,993203	BFGS 328	Sum of sq.	Logistic	Identity
3	MLP 5-8-1	0,995133	0,993621	0,993804	BFGS 268	Sum of sq.	Tanh	Identity
4	MLP 5-9-1	0,994368	0,993646	0,992983	BFGS 109	Sum of sq.	Tanh	Exponential
5	MLP 5-10-1	0,995259	0,994451	0,993627	BFGS 262	Sum of sq.	Logistic	Exponential

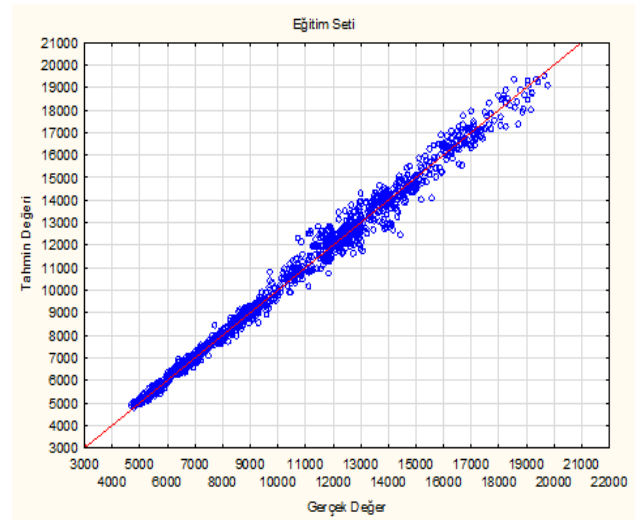
Çalışmada girdi olarak girilen veriler ile çıktılar arasındaki farkı gösteren tahmin istatistiği Tablo 5’te görülmektedir. Bu sonuçlara göre eğitim setinin minimum residual değeri -6,27 olurken maksimum residual değeri 7,93 değerini almaktadır. Bu durum test seti için minimum değeri -4,44, maksimum residual değeri ise 5,74 değerini almaktadır. Onaylama setinde ise minimum residual -3,64 ve maksimum residual 6,22 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. Tahmin istatistiği

Minimum standard residual (Train)	-6,27
Maximum standard residual (Train)	7,93
Minimum standard residual (Test)	-4,44
Maximum standard residual (Test)	5,74
Minimum standard residual (Validation)	-3,64
Maximum standard residual (Validation)	6,22

Ağın eğitim seti için ürettiği tahmin değerleri ile girdi (gerçek değer) lerin grafik üzerinde gösterimi Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere

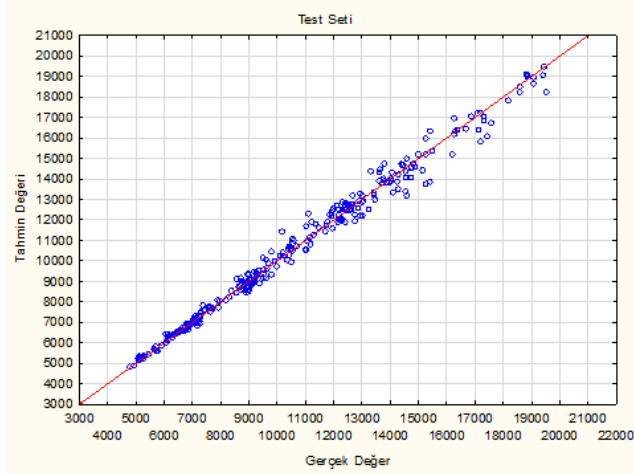
kırmızı çizgi üzerinde yoğunlaşan mavi noktalar gerçek ile tahmin değerlerinin yakın olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Eğitim Seti Tahmin/Gerçek Değer Grafiği

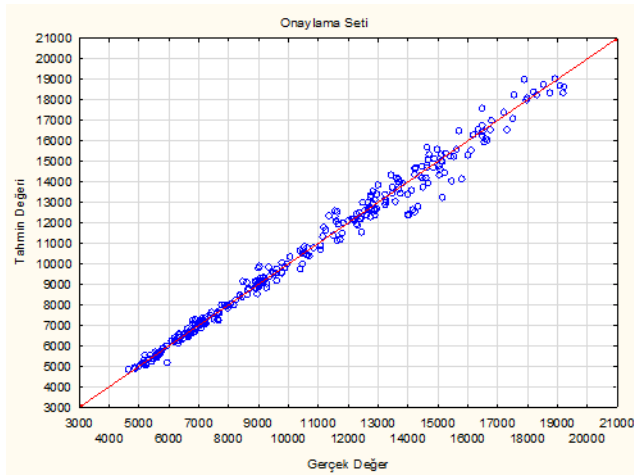
Modelin test seti için ayırdığı veriler ile çalıştırılması sonucu çıktı değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çıktı değerleri olan THYAO hisse senedi değerlerinin tahmin grafiği Şekil 3’de gösterilmiştir. Grafikte kırmızı çizgi üzerinde yoğunlaşan tahmin

değerleri test aşamasının iyi bir performans ile sonuçlandığını göstermektedir.

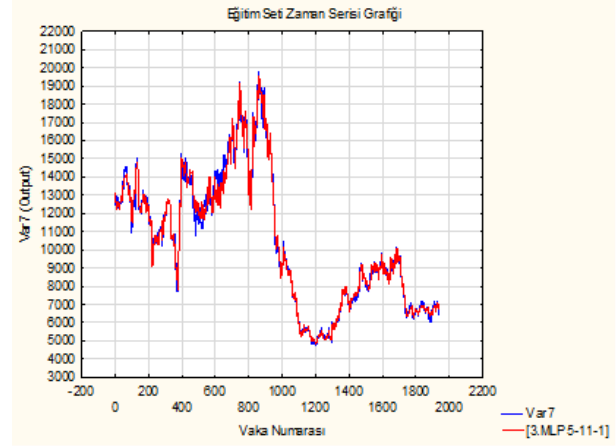


Şekil 3. Test Seti Tahmin/Gerçek Değer Grafiği

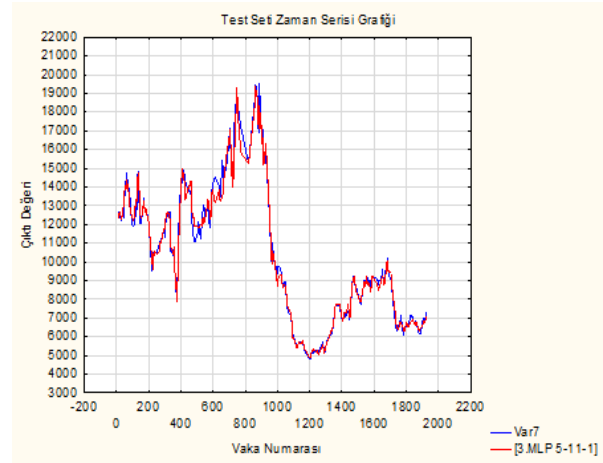
Test performansından sonra ağ performansını ölçen diğer onaylama (doğrulama) işleminde, tahmin değerleri ile sisteme girilen gerçek (THYAO) hisse denetleri değeri arasındaki farklar grafikte gösterilmiştir. Eğitim ve test seti performans sonuçlarında olduğu gibi onaylama işlemi de başarılı bir performans göstermiştir. Şekil 4’de orijinden geçen doğru üzerinde yoğunlaşmanın güçlü olduğu görülmektedir.



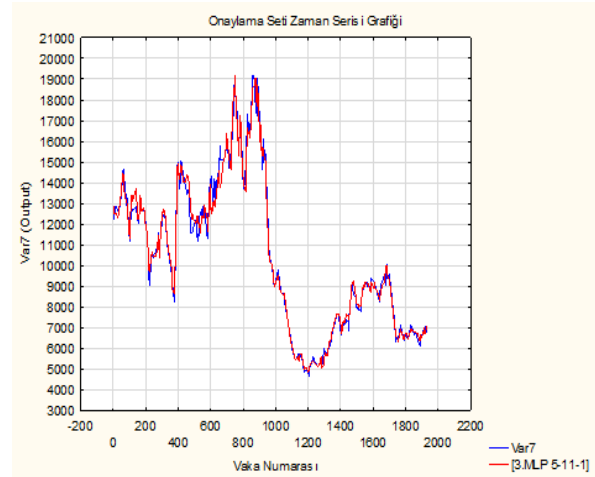
Şekil 4. Onaylama Seti Tahmin/Gerçek Değer Grafiği



Şekil 5. Eğitim Seti Zaman Serisi Grafiği



Şekil 6. Test Seti Zaman Serisi Grafiği



Şekil 7. Onaylama Seti Zaman Serisi Grafiği

Eğitim, test ve onaylama setlerindeki t günündeki değerleri t-1 gün önceki değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Ağın elde ettiği tahmin değerlerinin grafiği Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere ağ bir gün önceden (t-1) sonraki günün (t) THYAO hisse senedi değerlerini kestirmede başarılı bir seyir izlemiştir.

4.1. Karşılaştırma Ölçütleri

Literatürde; oluşturulan modellerin tahmin sonuçlarının performansını değerlendirmek için farklı ölçütler kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, en çok kullanılan ölçütlerden Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE), Korelasyon Katsayısı (CORR) ve Determinasyon Katsayısı (R^2) kullanılmıştır. y_i =Gerçek değerleri belirtirken, \hat{y}_i = Tahmin değerlerini belirtmektedir.

Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE):

$$MAPE = 100 \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|}{n} \quad (2)$$

Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (3)$$

Tablo 6. Performans Sonuçları

Performans Ölçütü	Eğitim Seti	Test Seti	Onaylama Seti
Hatanın mutlak ortalaması (MAE)	221,15	258,82	282,23
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	%2,18	%2,28	%2,46
Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE)	356,344	389,4137	432,7157
Korelasyon Katsayısı (CORR)	0,995259	0,994451	0,993627
Determinasyon Katsayısı (R^2)	0,9905	0,9889	0,9872

Çalışmadaki ağ modelinin performansını ölçmek için Tablo 6’da görüldüğü üzere MAE, MAPE, RMSE, CORR, R^2 ölçütleri kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde korelasyon katsayısının karesi olan determinasyon katsayısı eğitim seti için 0,99 bulunurken test ve onaylama seti için 0,98 değerleri bulunmuştur. Bu sonuçlar girdi değişkenlerimizin çıktığı değişkenini hesaplamada önemli olduğunu göstermektedir. Literatürde tahmin performanslarının

ölçümünde ya da karşılaştırılmasında en çok kullanılan ölçütün MAPE olduğu görülmektedir.

Lewis (1982) belirttiği üzere MAPE değeri %10 değerinin altında olması modelin çok iyi olduğunu göstermektedir. %10- %20 arasında kalan tahmin modellerini “iyi”, %20- %50 arasında kalan tahmin modelleri için “kabul edilebilir” ve %50’nin altında olan tahmin modellerini ise “yanlış ve hatalı” olarak gruplamıştır [15].

5. Sonuç ve Değerlendirme

Yapay zekayı ve makine öğrenmesini kullanarak tahmin modellemesi yapmak birçok bilim dalında oldukça çok kullanılmaktadır. Finans biliminde de gelecek hakkında tahmin yapmak hep çalışılan bir konu olmuştur. Çeşitli klasik istatistik metotlar ile çok fazla tahmin modellemeleri yapılmıştır. Makine öğrenmesinin bilim dünyasına girmesi ile birlikte tahmin yöntemleri de artık bu alanlara yoğunlaşmıştır. Makine, verilerin bir kısmını işleyerek, bağlantı oluşturarak ve öğrenerek bir kabiliyete ulaşmaktadır. Makine artık geri kalan verileri kullanarak tahmin çıktılarını oluşturmaktadır. Bu çalışmada da 5 değişkenin verileri sisteme girilmiş ve 1 tahmin çıktısı elde edilmiştir. THYAO hisse senetlerinin tahmin edilmesi için 5 YSA modeli oluşturulmuş ve içlerinden en iyi eğitim, test ve onaylama performansına sahip MLP 5-10-1 ağı çalışmada esas alınmıştır. YSA’da sisteme girilen verilerin sayısı önemli olduğundan 01/04/2014-21/09/2021 tarihleri arasındaki günlük veriler esas alınmıştır.

YSA’da veriler eğitim ve test seti şeklinde ayrılabilir gibi eğitim, test ve onaylama seti şeklinde de kullanılabilir. Çalışmada veriler eğitim, test ve onaylama seti şeklinde ayrılmıştır. Literatürde verilerin yüzdelik olarak bölünmesinde farklılıklar vardır. Bu çalışmada verilerin %70’i eğitim %15’i test ve %15’i onaylama setlerine ayrılmıştır. Literatürde performans değerlendirilmesinde çoğunlukla MAPE kullanılmaktadır. Bu çalışmada da MAPE için eğitim, test ve onaylama setlerinde %10’un altında bir sonuç elde edilmiştir. Bu durum modelimizin oldukça başarılı tahmin çıktısı oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca determinasyon katsayısının da 0,99 değerinde sonuçlar üretmesi modele girdi olarak seçilen değişkenlerin etkili olduğunu göstermektedir. Bir gün önceden, sonraki günün hisse senetleri fiyatları tahmin edilmiş ve

eğitim, test ve onaylama setlerinde başarılı olunmuştur. Zaman serisi grafiklerinin gösterdiği gibi YSA ile sonraki günün hisse fiyatlarının tahmini mümkündür.

Literatürde BİST ulaştırma sektöründe yer alan işletmelerin hisse senedi değerini tahmini konusunda çok çalışma olmadığı görülmektedir. Çınaroğlu ve Avcı (2020) THY hisse senedi değerini YSA ile tahmin etmişlerdir. Bu çalışmanın Çınaroğlu ve Avcı'nın çalışmasından farkı; çalışma kapsamına alınan dönem, farklı bir değişkenin daha çalışmaya eklenmiş olması ve eğitim seti verisinin farklı seçilmesidir. Bu çalışmada 01/04/2014-21/09/2021 tarihleri arasındaki iş günlerinin hepsi gün ayırımı yapmadan çalışmaya dahil edilmiştir. Çınaroğlu ve Avcı çalışmalarında performans ölçütü olarak özellikle MSE kullanmışlardır. Bu çalışmada özellikle MAPE değerleri dikkate alınarak performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Karakul (2020) YSA kullanarak borsa endeksi değerini tahmin etmiştir. Karakul (2020) MAPE ölçütünü performans değerlemesi için kullanmıştır. En iyi YSA modelinin %7,91 MAPE değerini üretmiştir. Bu çalışmada ise eğitim, test ve onaylama seti %2 değerine yakın MAPE sonuçları elde edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde YSA ile hisse senedi tahmini başarılı olmuştur. YSA kullanılarak finans biliminde tahmin yapılması ile oldukça başarılı sonuçlar elde edilebilecektir. İyi bir tahmin, yatırımcı veya hisse ile alakalı tüm kesimlerin getiri performansını arttırabilecektir. Sonraki çalışmalarda makine öğrenmesinin diğer metotları ve farklı yatırım araçları kullanılarak çalışmalar yapılabilir.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

Kaynaklar

- [1] Havayolu Uçak Filosu İstatistikleri, <http://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/4547-istatistikler>. [Erişim Tarihi: 10-Eylül-2021].
- [2] Çınaroğlu, E.,T. Avcı, "THY Hisse Senedi Değerinin Yapay Sinir Ağları İle Kestirimi", Atatürk Üniversitesi Journal of Economics & Administrative Sciences, 2021.
- [3] Borsa şirketlerinin piyasa değeri, <https://www.ekonomist.com.tr/borsa/borsa-sirketlerinin-piyasa-degeri.html>, [Erişim Tarihi: 10-Ekim-2021].

- [4] Nalbantli, G. "PD/DD oranını kullanarak portföy oluşturma", https://bigpara.hurriyet.com.tr/bigpara-yazarlari/gizmen-nalbantli/pddd-oranini-kullanarak-portfoy-olusturma_ID985729/, [Erişim Tarihi: 15-Eylül-2021].
- [5] Kutlu, B., B. Badur, "Yapay Sinir Ağları İle Borsa Endeksi Tahmini", Yönetim Dergisi, 45-40. 2009.
- [6] Karakul, A.K., "Yapay Sinir Ağları İle Borsa Endeksi Tahmini", Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 497-509,2020.
- [7] Diler, A.İ., "İMKB Ulusal-100 Endeksinin Yönünün Yapay Sinir Ağları Hata Geriye Yayma Yöntemi İle Tahmin Edilmesi. Türkiye'de Bankalar, Sermaye Piyasası Ve Ekonomik Büyüme: Koentegrasyon Ve Nedensellik Analizi (1989-2000)",81, 2003.
- [8] Kaynar, O., S. Taştan, "Zaman Serisinalizinde Mlp Yapay Sinir Ağları Ve Arima Modelinin Karşılaştırılması", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 161-172,2009.
- [9] Yakut, E. , S., "Yavuz, Yapay Sinir Ağları Ve Destek Vektör Makineleri Yöntemleriyle Borsa Endeksi Tahmin", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 139-157,2014.
- [10] Akdağ, M. , V. Yiğit "Box-Jenkins Ve Yapay Sinir Ağı Modelleri İle Enflasyon Tahmini", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,2016.
- [11] Yürük, M.F., "Altın Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi, Teorik Ve Ampirik Perspektifte Seçilmiş Finans Konuları, E. Gemici, Editor. 2019, Nobel Kitap: Ankara. p. 215.
- [12] Yüksel, R. ,S. Akkoç, "Altın fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmini ve bir uygulama. Doğu Üniversitesi Dergisi, 39-50,2016.
- [13] Uğur, A. , A.C. Kınacı, "Yapay zeka teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak web sayfalarının sınıflandırılması", XI. Türkiye'de İnternet Konferansı (inet-tr'06), Ankara, , 1-4, 2006
- [14] Ercan, Ö., "Yapay Sinir Ağları" İstanbul, Papatya Bilim, 52-53,2016.
- [15] Lewis, C.D., "Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting", Butterworth-Heinemann,1982.

Robotik Süreç Otomasyonlarının Pandemi Dönemi Havacılık Sektörü Uygulamaları ve Geleceği

Serap ULUSAM SEÇKİNER¹ , Metehan ATAY^{2*} , Yunus EROĞLU³ 

¹University of Gaziantep, Industrial Engineering Department, Gaziantep/TURKEY

²Istanbul Arel University, Industrial Engineering Department, Istanbul/TURKEY

³Iskenderun Technical University, Industrial Engineering Department, Hatay/TURKEY

Özet

Bu makalede, havacılık sektöründe robotik süreç otomasyonlarının kullanılmasına ilişkin olası faydalar ve öngörüler sunulmaktadır. Türkiye’de düşük maliyetli havayolu şirketlerinin konsepti ve uygulaması üzerine gidildiğinde robotik süreç otomasyonlarının önemli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Küresel COVID-19 salgını nedeniyle dünyada ortaya çıkan havacılık krizinin, pek çok ulusu robotik süreç otomasyonu kullanımına ittiği ve farklı uygulamalarla maliyet kalemlerindeki azalış ve verimlilikteki kaybı giderme adına adımlar atıldığı görülmektedir. Gelecekte süreçlerin daha verimli yönetilebilmesi, yüksek hacimli ve düşük değişiklik gösteren işlerin daha sıkı kontroller altında hatasız yapılabilmesi ve havacılık gibi yüksek maliyetli endüstrilerin maliyet boyutlarının azaltılabilmesi için gelecek trendler, mevcut prematüre uygulamalar ve muhtemel gelecek uygulama alanlardan bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havacılık, Robotik Süreç Otomasyonu (RSO), Filo, Uçuş, Fiyat

Pandemic Period Aviation Industry Applications and Future of Robotic Process Automations

Abstract

This article presents foresights on potential new benefits of using robotic process automation in the aviation industry. Low cost airline management in Turkey and processes are expected to provide significant benefits of robotic automation applications when on the go. It is seen that the aviation crisis, which emerged in the world due to the global COVID-19 pandemic, pushed many nations to use robotic process automation and took steps to reduce cost items and loss in efficiency with different applications. Future trends, current premature applications and possible future application areas have been shown in order to manage processes more efficiently in the future, to make high-volume and low-change jobs under tighter controls, and to reduce the cost dimensions of high-cost industries such as aviation.

Keywords: Aviation, Robotic Process Automation (RPA), Fleet, Flight, Price, Cost.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Metehan Atay metehanatay@arel.edu.tr

Citation/Alıntı: Seçkiner S., Atay M., Eroğlu Y., (2021). Robotik Süreç Otomasyonlarının Pandemi Dönemi Havacılık Sektörü Uygulamaları ve Geleceği. J. Aviat. 5 (2), XX-XX.

ORCID: ¹<https://orcid.org/0000-0002-1612-6033>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2025-9899>; ³<https://orcid.org/0000-0002-8354-6783>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.947025>

Gelis/Received: 3 Eylül 2021 **Kabul/Accepted:** 9 Kasım 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

1. Giriş

Havayolu endüstrisi, iş fonksiyonlarını yönetmede birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Özellikle değişen tüketici davranışına ayak uyduramamanın yanı sıra, değişken yakıt oranları, hükümet düzenlemeleri, daralan marjlar, düşük maliyetli uçuşlardan gelen rekabet ve hava koşulları gibi birçok belirsizlikle baş etmek zorunda kalmaktadır. Hizmet kalitesine, müşteri rahatlığına ve duyarlılığa odaklanılmasına ve iş dinamiklerini desteklemek için gerekli teknolojiyi benimsemesine rağmen, sektör gelir kaçağını önlemede başarılı olmakta zorlanmakta ve bu durum finans direktörleri ve finans yöneticileri için sorun olmaya devam etmektedir. Havayollarının karmaşık bir dağıtım kanalına ve gelir yönetimi sürecine sahip olduğu bilinmektedir. Havayolu şirketleri, bilet satışını en üst düzeye çıkarmak için farklı seyahat acenteleriyle birlikte çalışırlar ve bunu yapmak için, tahsil edilebilir gelir ile toplanan gelir arasında bir fark olmadığından emin olmak için sağlam bir kontrol ve izlemeye ihtiyaç duyarlar. Bir havayolu, ücret denetimi sırasında bu boşluğu bulursa, tutardaki fark için ilgili acentelere karşı Acente Borçlandırması oluşturma yoluna gidebilmektedir.

Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA) tarafından 2015 yılında yayınlanan yıllık verilere göre, havayolu endüstrisi 579 milyon dolar değerinde bir işlem hacmine yaklaşık 2,3 milyon adet Acente Borçlandırması oluşturduğu görülmektedir. Endüstrinin acente borçlandırma sürecini yönetmek için harcadığı 150 milyon dolarlık tahmini maliyet ise buzdağının sadece görünen kısmıdır[1]. Sektörde yaygın olan bu durum nedeniyle kolektif dolar değeri olan havayollarının yıllık kayıpları tahmin edilemeyen bir durumdur.

Bilet veya para iadesi düzenlenirken seyahat acenteleri tarafından yapılan ücret kuralı ihlalleri, gelir kaçağının başlıca nedenidir. Her havayolu şirketinin acenteler tarafından uyulması gereken ücret kuralları ve politikaları bulunmaktadır. Bu kurallardan herhangi birine uyulmaması ücret kuralı ihlallerine, vergi ihlallerine, iade ihlallerine yol açmaktadır. Örneğin, bilet iptallerinde; havayolunun ücret kurallarına göre, acentenin iptal ücreti alması gerekmektedir. İptal ücretinin tahsil

edilmemesi, ihlale, havayolunun gelir kaybına ve toplanan ile tahsil edilebilir gelir arasında tutarsızlığa neden olmaktadır. Böylece, havayolu revize edilmiş mevcut bileti satmak için ek çaba göstermek zorunda kalmaktadır. Tam teşekküllü havayolu şirketlerinin yılda yaklaşık 20 ile 30 milyon dolar değerinde bilet sattığı bilinmektedir [2], bu nedenle bu tür son dakika ihlalleri büyük problemlere neden olmaktadır. Acentelerin çoğu, ücret kurallarına ilişkin bilgisizlik nedeniyle bu ihlalleri gerçekleştirebilir. Bu faktörler, gelir kaçağına neden olmanın yanı sıra, çok sayıda tekrarlayan ve kasıtsız anormalliklere yol açacağı için operasyonel maliyetleri de etkiler.

Operasyonel maliyetlerin etkilenmesi nedeniyle birçok havayolu şirketi, manuel ücret denetimi yoluyla acente bilet satışlarında anormallikler bulmak için üçüncü taraf bağımsız denetleyicilere başvurmayı alternatif seçenek olarak görebilmektedirler. Buna rağmen söz konusu hizmet sağlayıcılar, modern teknolojiyi kullanma konusunda isteksiz olduklarından amaçlanan ücret denetimleri istenildiği gibi izlenememektedir. Acente bilet satışının ürettiği veri hacmi göz önüne alındığında, manuel olarak eksiksiz bir ücret denetimi yapmak mümkün olamamaktadır. Ücret denetim şirketlerinin, birkaç kaynak kullanarak rastgele veya örnek ücret denetimi gerçekleştirdikleri görülmektedir ki bu verimsiz bir yöntemdir. Gelir sızıntılarını gidermek, gelir kaçağının tespiti, havayolu şirketi ile seyahat acenteleri arasında senkronizasyon gerektirdiğinden zor ve yanıltıcı bir iştir.

Yüksek senkron ve sıkı takip gerektiren bu işlerin gerçekleştirilebilmesi için Robotik Süreç Otomasyonu (RSO) (Robotic Process Automation, RPA) ve Veri Analitiği gibi teknolojileri kullanmak, havayollarının bu senkronizasyonu oluşturmaya ve milyonlarca dolar tasarruf etmesine yardımcı olacaktır [3]. Robotik Süreç Otomasyonu yapılandırılmış görevleri hızlı ve uygun maliyetli bir şekilde otomatikleştirmek amacıyla bir canlı çalışanın teknolojik bir taklididir [4]. Tekrarlayan yoğun emek gerektiren görevleri yürütmek için programlanmış bir bilgisayar yazılımını temsil eder. Daha iyi anlaşılması açısından Robotik Süreç Otomasyonu, çeşitli iş süreçlerini tamamlamak için

bilgisayarlarda insan kullanıcılar tarafından gerçekleştirilen eylemleri taklit edebilen, bot adı verilen invazif olmayan yazılımların kullanılmasıyla tekrarlanabilir ve kural tabanlı görevlerin otomasyonudur[5]. RSO'lar havayolunun finans ekibini gerekli içgörüler kazandırmak adına aşağıdaki sonuçlar ile güçlendirecektir;

- Hataların tespit edilmesinde maksimum kapsama ve hız elde etmek
- Gelir kurtarma ve korumada doğru karar vermeyi sağlamak

Bir havayolu şirketinde gelir kaçaklarını azaltmak veya önlemek için havayolunun finans ekibinin yardımıyla RSO ekibi tarafından yürütülen bir süreç çalışması etkili bir yaklaşım olarak ele alınmalıdır. Havayolunun finans ekibi, RSO ekibinin havayolunun politikalarını, rezervasyon sistemini, ücret kurallarını, geçmiş ücret ihlali eğilimlerini ve acentelerin aleyhine düzenlendiği başlıca hatalı acenteleri anlamasına yardımcı olacaktır. Havayolu ayrıca, toplanan gelir ve gelir kaynakları ile ilgili bilgileri içeren yıllık veya aylık satış raporunu RSO ve Veri Analizi ekibiyle paylaşacaktır. Süreç çalışmaları, yalnızca kurallara ve yönergelere göre kontrol ederek anormalliğe neden olan tüm faktörleri analiz etmekle kalmayacak, aynı zamanda RSO uygulamasının kapsamını da belirleyecektir. Süreç çalışması tamamlandığında, RSO ekibi, çeşitli ücret kategorilerine ve karmaşıklıklarına göre robotlar için uygun programlar yazacaktır. Program, havayolunun politikalarına, ücret kurallarına ve ihlal türlerine göre filtreler oluşturacaktır. Süreç çalışmasına dayalı filtrelerin uygulanmasıyla, ücret denetimi yapmak için kural tabanlı bir uygulama yaratılacaktır. Böylelikle RSO, programda belirtildiği gibi tüm biletleri ihlal türüne dahil olan acentelere vb. göre denetleyecektir. RSO, bu işlevlerin doğal ilerleyişini hatasız taklit eder[5]. Böylelikle bu denetimi gerçekleştirirken, her bilet satışındaki veya iadesindeki tüm öğeleri, havayolu kurallarına göre kontrol edecektir. Bu, hataları ve denetimin eksiksizliğini tespit etmede doğruluk ve dakiklik sağlayacaktır ve yazılım robotları, havayollarının maksimum bilet hacmini denetlemesini sağlayacak ve onlara gelir kaçığını tespit etme şansı verecektir.

Mevcut hizmet sağlayıcılar, elle müdahale ile bilet denetimi gerçekleştirir, robot teknolojisinin uygulanması, insan gücü ihtiyacını ve beceri geliştirmeleri için harcanan miktarı azalttığı için maliyetleri düşürmektedir. Yalnızca kural temelli görevlerde insan eylemlerini kopyalamakla kalınmaz, aynı zamanda maksimum verimlilik elde etmek için tutarlı ve güvenilir hizmetler sağlanabilir. Sağlam bir ücret denetimi, gelir kaçığına neden olan sık anormalliklerin ortaya çıkmasını önlemek için birtakım düzeltici eylemleri içermelidir. Veri analizi, daha iyi karar alma ve düzeltici eylemler sağlamak için havayollarının hataların ve gelir kaçıklarının temel nedenini bulmalarına yardımcı olacaktır.

Havayolu şirketleri analitik yöntemlerle ücret ihlali eğilimlerini, acente davranışlarını analiz edebilir ve tutarsızlıkları azaltmak için gerekli adımları atabilir. Böylece havayolu şirketleri, acenteleri havayolu kuralları, ücret düzenlemelerine uygunluk gibi konularda eğiterek acente ihlallerini en aza indirmek için bir adım öne geçebilir. Bu, acente ihlallerinin sayısının azaltılmasını sağlayacak ve minimum bilet / ücret hatasını azaltacaktır. Ayrıca, yazılım robotları ile ekrandaki hatanın türünü vurgulayan dahili anormallik tanımlama mekanizmasına sahip gösterge tablolarının kullanılması, gelir kaçığının azaltılmasını daha da artıracaktır. Anormallikleri belirlemenin yanı sıra, bu gösterge panoları, ortalama beceriye sahip herhangi bir kişi tarafından izleyebileceği için beceri geliştirme maliyetlerini de azaltacaktır. Böylece, RSO ve Veri Analizi, minimum manuel müdahale ile seyahat acenteleri tarafından düzenlenen biletlerin denetiminde hız, doğruluk ve hacim kapsamı sağlar. Bu teknolojileri kullanan havayolları yalnızca verimli ücret denetimi, otomasyon ve hata kontrol mekanizmasının faydalarından yararlanmakla kalmayacak, aynı zamanda uzun vadede sıfır ihlal ve maksimum gelir koruması hedefine ulaşabileceklerdir [6].

Daha önce belirtildiği gibi, RSO gerçekleştiren robotlar, tekrar eden görevleri yerine getirmek için tasarlanmıştır ve tüm süreçler bu tür bir otomasyona uygun değildir. Fung'a[7] göre, RSO için uygun süreçler için tipik kriterler şunlardır [7];

- Düşük bilişsel gereksinimler: Çok sayıda tekrarlayan görev içeren süreçler, RSO uygulaması için ideal adaydır, ancak çok sayıda farklı, karmaşık görev içeren karmaşık süreçlerin RSO tarafından ele alınması daha zordur (veya imkansızdır).
- Birden fazla sisteme erişimin gerekli olmadığı durumlar: RSO, mevcut uygulamaların üzerine uygulanır, ancak genellikle tek bir uygulama veya bilgi sistemi içindeki görevleri veya işlemleri otomatikleştirir.
- Yüksek hacimli süreçler: Önceden oluşturulmuş ve sıklıkla kullanılan süreçler ve görevler, RSO uygulaması için iyi adaylardır.
- Yüksek insan hatası olasılığı olan işler: Tipik olarak operatörler tarafından gerçekleştirilen ve insan hatası olasılığının yüksek olduğu süreçler ve görevler RSO uygulaması için süreçlerin seçilmesinde ilk seçenek olmalıdır.
- Düşük toleranslı işlemler: Bazı istisnai durumlar hariç çok fazla tolerans olasılığı olmayan süreçler RSO uygulaması için otomatikleştirilecek potansiyel adaylardır.

2. Yazılım robotlarının pandemi döneminde etkileri

Kısa bir süre içinde, dünyanın dört bir yanındaki havalimanları, COVID-19 pandemisinden kaynaklanan seyahat yasakları ve kısıtlamaları nedeniyle en ağır darbeyi yaşadı. Uluslararası trafik genellikle geri dönüş uçuşları ve kargo ile sınırlı olduğundan, operasyonlar büyük ölçüde kesintiye uğradı veya tamamen durduruldu ve çoğu havaalanı salonu neredeyse boş kalmıştır.

Akıllı teknolojiler, havacılık sektöründe otomasyon ve yapay zekanın benimsenmesinin hızlanması sonucu muhtemel krizlerde havayollarının ve havalimanlarının desteklenmesinde büyük rol oynayacaktır. Örneğin Covid-19 gibi bir krizde verimliliği artırmak ve insan temasını en aza indirmek için havalimanının birçok standardı ve yeni işlevi otomatik hale getirmesi kolaylaşacak, yolcular daha fazla temassız check-in ve güvenlik işlemleri yapabilecek, semptom taraması, sosyal ortamı korumak için ısı haritaları aktif hale gelebilecektir.

COVID-19, insanların dünya çapında ülkeler arası seyahat etmesini kısıtladı ve çeşitli ülkelerde insanlardan minimum sosyal etkileşim veya toplanma düzeyi ile yoğunlukla kendi evlerinde izole kalmaları istendi. Bazı havayolu şirketleri, uçuş kapasitesini ve uçuş sayısını önemli ölçüde düşürerek tarihi düşük rekorlara indirdi ve zarar etti. Buna ek olarak, havayolu, dünya çapındaki bazı çalışanlarına ücretsiz izin (ancak sosyal haklar bırakma) sağlamak gibi bazı sert önlemler alındı. Sadece havayolu firmaları değil, tüm sektördeki çalışanların azaltılması ve uzaktan çalışma prensibinin aktif uygulanıyor olması hayatın bir parçası haline geldi. Bu anlamda RSO şöyle çözümler sağlayabilir; havayolu çalışanları, evlerinde iyileştirilmiş süreç verimliliği ile iş sürekliliği sağlamak için finans ve muhasebe, tedarik zinciri, insan kaynakları ve bilgi teknolojileri operasyonlarındaki katılımlı ve gözetimsiz otomasyonları kullanabilir. Tanımlanan süreç fırsatları arasında mürettebat planlaması, operasyon kontrolü, bagaj taşıma, rezervasyon, faturalama ve yerleşim ve ağ planlaması yer almaktadır. İş sürekliliğini sağlayan ve yüksek düzeyde müşteri memnuniyeti sağlamayan ve işletme maliyetlerini azaltan, kısaca operasyonel verimliliği tepelere taşıyan yeni bir süreç ortaya çıkmaktadır. Bu teknolojik model, manuel çalışmayı otomatikleştirerek tüm iş sistemi operasyonlarının yerini alacak, daha çok insan yoğun, zaman alıcı, özellikle hataya açık operasyonları içerik etkin işlere dönüşecek denilebilir [8].

3. Robotik süreç otomasyonu ile bağlantılı bazı örnekler

Yapay zeka, çok çeşitli endüstrilerde artan bir şekilde benimseniyor ve şu anda büyük miktarda veriyi işleme ve görevleri ve prosedürleri düzene koyma yeteneği nedeniyle havalimanlarının çeşitli yönlerinde kullanılıyor. Örneğin, Havalimanlarında yapay zekanın kullanılma yöntemlerinden biri de öneri motorlarında görülebilir. Öneri motorları, Netflix'ten Amazon'a kadar popüler çevrimiçi hizmetlerde yaygın ve bunları sayısız seyahat rezervasyonu sağlayıcısında da bulabilirsiniz. Yapay zeka platformu, geçmiş rezervasyonlar, davranış izleme teknikleri, meta veriler, satın alma geçmişi ve gerçek zamanlı veriler gibi yolcunun geçmiş verilerini, yolculara son derece

kişiselleştirilmiş tekliflere kadar analiz ederek elde tutma oranını ve bir müşterinin yaşam boyu değerini analiz edebilmektedir.

İlk örnek olarak Chatbotlar veya Botlar (Sohbet robotları) verilebilir. Chatbotlar veya Botlar kullanıcıları belirli hizmetlere veya satış noktalarına yönlendirebilir, uçuş bilgileri güncellemeleri sağlayabilir ve daha fazlasını sağlayarak personeli daha değerli faaliyetlere odaklanmaya ve insan temasını azaltmaya ayırabilir. Sohbet robotları ve müşteri hizmetleri otomasyonu insan gibidir, basit soruları anlar ve gündelik konuşma tarzında yanıt verir. Havalimanları sohbet robotlarını kullanarak 7/24 müşteri desteği sağlayabilir ve insan temasını azaltabilir.

Bir diğer uygulama örneği bagaj taraması için verilebilir. Kontrol edilen bagajlar, daha derin bir inceleme ile yüksek riskli bagajları ayırt edebilir ve yapay zeka tabanlı ve robotik yardımcı bir sistem ile bagaj kontrolleri risklerden arındırılabilir. Günümüzde yapay zeka destekli yüz tanıma çözümleri, bireylerin alanda nasıl hareket ettiklerine dair öngörüler sağlar ve çok daha hızlı karar almayı sağlar. Özellikle yapay zeka tabanlı termal kameralar/video analizleri, yüz tanıma ve ateş ölçme için kullanılır. Yapay zeka tabanlı video analizi, kalıpları ve eğilimleri tespit etmek için genellikle kameralardan alınan video akışlarına bakmak için algoritmalar ve bilgisayarla görme teknolojisini kullanır. Analiz gerçek zamanlı olarak gerçekleşir ve kitle toplama, insanların duygu ve davranışları, genel ısı haritası ve benzeri eyleme geçirilebilir zeka sağlar.

TAV Teknolojide başarılı yapay zeka çözümleri ile günlük hayatlarımızı etkilemek için perde arkasında yapay zeka ve makine öğreniminin kullanıldığı pek çok harika yol var. Yapay zekanın Amazon ve Netflix gibi ürünlerde, müzik ve filmler için kişiselleştirilmiş önerilerle nasıl uzmanlaştığına dair örnekler görüyoruz. Tüketiciler bu özelleştirme düzeyine daha aşına hale geldikçe, diğer işletmeler de alışveriş yapanlara farklı kanallarda benzer deneyimler sunma zorunluluğu ile karşı karşıya kalmaktadır. TAV Teknolojide yapay zeka destekli ön sipariş, perakendeci ürün envanteri ve yolcuların davranışlarına dayalı olarak akıllı ek satış ve çapraz satış ürün önerileri oluşturan güçlü bir ürün önerisi bulunmaktadır. Ön sipariş ile, sezgisel bir ara

yüzden, yolcuya ürün önerilerini otomatik olarak tanıtıyor, ağırlıklandırabiliyor ve filtreleyebiliyor. TAV Teknoloji ile güçlü ürünü, uygulamanın giriş aşamasından satış noktasına kadar kaydettiği tüm değerli müşteri verilerini, sipariş geçmişini ve trafik bilgilerini toplamakta ve belirli algoritmalar ile bu verileri işleyerek yolcuların ihtiyaçlarını ve eğilimlerini öğrenebilmektedir. İşletmelerin özelleştirilmiş hizmetleri, daha yüksek sipariş değerlerini teşvik eden akıllı promosyonlar ve aynı anda yolcu memnuniyetini ve bağlılığını artıran gelir artışı sağlamasına yardımcı olmaktadır. Ön sipariş, yolcuların sevecekleri eşyaları keşfetmelerine ve değerli zamanlarını öngörü kabiliyetleri ile kurtarmalarına yardımcı olurken, yolcuların tercihlerine ve ilgi alanlarına daha uygun önerilerde bulunulmasına da olanak tanımaktadır. Yolcuları cezbederek ve ürünleri veya hizmetleri satın almaya teşvik ederek işletmelerin müşterilerle daha iyi etkileşim kurmasına ve satışlarını artırmaya yardımcı olmaktadır.

Ayrıca TAV Teknolojisinde yapay zeka destekli uçuş gecikme tahmini bulunmaktadır. Havalimanında ve uçuş iptallerinde gecikme yaşayan yolcular için ne kadar sinir bozucu ve stresli olduğu bilinmektedir, uçuş gecikmesi sadece yolcular, kargo ve operasyonlar üzerinde değil, aynı zamanda ekonomiyi de etkilemektedir. Bu teknoloji ile geçmiş operasyon verilerini kullanarak olası uçuş gecikmelerini tahmin etmek için yine yapay zeka ve makine öğrenimini kullanılmaktadır. Böylece uçuş gecikme tahmin çözümünü kullanarak potansiyel gecikmeleri kolayca tahmin edebilmekte, uçuş ekibi atamalarını ve kaynak planlamalarını buna göre uyarlayabilmekte ve aynı zamanda yolculara en iyi müşteri deneyimini sunabilmektedir. Özetle, havalimanlarında uygulanan yeni teknolojiler, güvenlik riskleriyle mücadele ediyor, sosyal mesafeyi sağlıyor, verimliliği artırıyor ve müşteri deneyimini geliştiriyor [9].

4. RSO aracılığıyla otomatikleştirilebilen seyahat ve ulaşım arka ofis süreçleri

Ofis arkası süreçler, biletlendirme, PNR (Passenger Name Record – Yolcu İsim Kodu) değişiklik izleme, değişiklikleri planlama, düzensizliklerin yönetimi, iptaller/değişimler, geri ödemeler, bilgi yönetim sistemi ve analitik

faturalama gibi başlıklar altında incelenebilir. En ucuz uçak bileti çağında, seyahat edecek yolcuların büyük ölçüde fiyat politikaları ile motive edildiğini varsaymak kolay olurdu, ancak bu tamamen doğru değildir. Aslında, daha fazla müşteri, hangi havayollarının ve havalimanlarının kullanılacağını seçerken operasyonel performanslara dikkat etmektedir. Son araştırmalar, yolcuların bilet fiyatı ve uçuş programını dikkate alırken, gecikme ve iptal olasılığının iyi yönetimini sağlayan havayollarını tercih ettiğini ve bunun yolcu karar verme süreçlerini etkilediğini göstermiştir. Birleşik Krallık'ta yapılan bir araştırmaya göre, yolcuların beşte birinin daha iyi hizmet almak için belirli bir havaalanından uçmak için daha uzağa seyahat edeceğini ortaya koymuştur [10]. İşte tam bu noktada, havayolu endüstrisi müşteri deneyimini iyileştirmeye yardımcı olmak için akıllı otomasyona yönelmektedir. Yönetim danışmanlığı firması KPMG, tüm sektörlerdeki şirketlerin bugün 12,4 milyar dolardan 2025 yılına kadar yapay zeka pazarına 232 milyar dolar yatırım yapmasının beklendiğini bildirmektedir [11].

Müşteri sadakati havayolu şirketleri için önemlidir, ancak müşteriler geciken veya iptal edilen uçuşlar nedeniyle sadakat sorunu oluştururlar. Akıllı ve dolayısıyla öğrenen otomasyonlar, geçmiş uçuş ve uçak verilerinden yararlanarak bu sorunların çözülmesine yardımcı olabilir. Örneğin Delta, hata kodlarını bir araya getirerek, motor uyarılarına öncelik vererek ve proaktif olarak mekanik sorunları araştırıp, çözerek uçak motorlarının sağlıklı çalışmasını sağlamak için çeşitli veri izleme araçları kullanmaktadır. Şirket kısa süre önce gecikmeleri, hizmet kesintilerini ve iptal edilen uçuşları tahmin etmeye yardımcı olmak için yeni uçaklarında tahmine dayalı analitik uygulamalar kullanmaya başlamıştır. Delta havayolları, ayrıca yapay zekayı müşteri hizmetleri modeline dahil etmiş ve müşteri verilerini uçuş görevlilerine görünür kılarak, yolcularla etkileşimlerini kişiselleştirebilmiştir. Delta'nın müşteri katılımı ve sadakatinden sorumlu başkan yardımcısı Sandeep Dube [12], havayolu çalışanlarının bütün potansiyel müşterileri kişiselleştirilmiş bir şekilde tanıma becerilerini geliştirmek için büyük veriden yararlanmak, müşteri deneyimi yolculuğumuzda atılabilecek önemli bir adımdır şeklinde ifade etmiştir [12].

TELUS uluslararası ürün pazarlama direktörü Kirsten Jepson [13] ise çoğu havayolunun akıllı otomasyon ve yapay zeka vaadini görmesine rağmen, birçoğunun nereden başlayacağından emin olmadığına inanıyor ve çağrı merkezi mantıklı bir ilk adımın doğru olacağını söylüyor. Müşteri hizmetleri çalışanlarından daha kısa sürede akıllı otomasyonlar, araçlara rutin görevlerde yardımcı olabilmektedir. Bilgi yönetimi botları, geçmiş sorgulara dayalı olarak gelecekteki istekleri tahmin etmelerini sağlayan mevcut tüketici bilgilerinin bir hiyerarşisini oluşturarak aracı yanıtlarının doğruluğunu ve alaka düzeyini iyileştirebilir. Jepson'a [13] göre, nihai amaç, çalışanların yerini almaktan çok onlara daha akıllıca yardım etmektir .

Jepson [13] ayrıca, yapay zekanın ve tüm bileşenlerinin, temel bir yetenek haline gelene kadar bir şirket içinde geliştirilmesi gereken bir ekosistem olduğunu belirtmektedir. Şimdiden, bazı havayolları, tüketicilere konuşma botları gibi self servis araçlar aracılığıyla kendi başlarına yanıt alma gücü vererek iletişim merkezi temsilcilerine sorulan tekrar eden soruların sayısını azaltmak için akıllı otomatik sistemler kullanmaktadır. Bu, havayolu temsilcilerinin müşterilerin ihtiyaçlarını daha derinlemesine incelemelerine olanak tanıyacaktır. Diğer sektörlerde olduğu gibi, çok sayıda sıkıcı görevin üstesinden gelme baskısı altında olmayan müşteri hizmetleri temsilcileri, sorunları bir makine tarafından çözülemeyen tüketicilere daha iyi hizmet verebilecektir. Jepson[13], "Müşteriler sadece bir sonraki uçuşlarına veya otellerine mümkün olan en kısa sürede gitmek istiyor" diyor ve müşteri hizmetleri temsilcileri, en iyi yaptıkları şeye odaklanmakta özgür olmalı ve bilgisayarların en iyi yaptıkları şeyi yapmasına izin vermelidir" diye açıklıyor. Daha doğru uçuş bilgileri sunmak, seyahat gecikmelerini azaltmak ve müşteri deneyimini kişiselleştirmek, şirketlerin uzun vadeli başarısı üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir. Akıllı otomasyon, daha iyi hava yolculuğu ve herkes için daha keyifli bir deneyim için uzun zamandır beklenen çözüm olduğunu her zamankinden çok daha fazla işaret etmektedir.

Veriler günümüzde her şeydir. Veriler gittikçe daha fazla üretiliyor ve kuruluşların çalışma şeklini yönlendiriyor. Veriler kuruluş genelinde oluşturulur ve ardından sistemlere işlenir. Veriler çoğu zaman herhangi bir müdahale olmaksızın ara yüzler

tarafından işlenir. Ancak, tüm veri işleme ve veri işleme eylemleri arabirimler tarafından gerçekleştirilemez ve bu nedenle insan müdahalesi gerektirebilir. Yüksek miktarlar ve kesintisiz veri akışı nedeniyle, manuel işleme görevleri genellikle tekrarlayan, sıkıcı ve zaman alıcı olarak yorumlanmaktadır ve bu kuruluşlar, diğer kaynakların eksikliği nedeniyle genellikle çalışanlarının değerli çalışma saatlerini boşa harcarlar.

Robotik Süreç Otomasyonu birçok sektörde görevlerin ele alınma şeklini dönüştüren, fakat yıkıcı olmayan bir teknolojidir. RSO, yazılım robotlarının, kullanıcılarının normalde gerçekleştireceği eylemleri taklit etmesine izin verir, ancak bunu daha hızlı ve potansiyel insan hatası olmadan gerçekleştirebilir. Bu nedenle RSO, personeli sıkıcı ve tekrarlayan görevleri yerine getirmek yerine gerçekten önemli olan şeylere odaklanmaları için serbest bırakma konusunda havayolu uçuşa elverişlilik yönetimi ve bakım departmanlarını destekleme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Bir yıldan daha uzun bir süre önce, EXSYN ve Vueling[14], RSO üzerinde iş birliğine başlamış olup o zamandan beri bir yazılım robotu, Vueling'in 100'den fazla uçaktan oluşan tüm filosu için gece bakım iş paketleri oluşturmasına yardımcı olmaktadır [14]. Sonuç olarak, havaalanları daha fazla otomasyon için çalışıyor ve robotik asistanlardan müşterilerin ihtiyaç duydukları bilgilere yapay zeka yolu ile yardımcı olmak için süreçleri düzene koymakta ve verimliliği arttırmaktadır. Şimdiye kadar bu teknolojiler, bekleme sürelerini azaltan, güvenliği artıran ve havalimanı müşteri deneyimini iyileştiren olumlu sonuçlar üretmiştir.

5. Sonuç

Robotik Süreç Otomasyonu, havayolu için nasıl faydalı olabilir? Bir havayolunda, tekrarlayan veya rutine dayalı bir yapıya sahip birçok görev bulunmaktadır. Bu görevler, değerli zamana mal olur, motivasyonu azaltır ve insan kaynaklı hata riskini artırır. RSO uygulanması, bir havayolunun verimliliğini artırır, havayollarını daha rekabetçi hale getirir ve insan kaynaklı hataları azaltabilir hatta ortadan kaldırabilir. İş fonksiyonlarını, özellikle de karmaşık dağıtım kanalları ağını yönetmek söz konusu olduğunda, birçok zorluk

havayolu endüstrisini rahatsız etmektedir. Uzun vadede geliri en üst düzeye çıkarmak için optimize edilmiş bir çözüm oluşturmaya yönelik çalışmanın yanı sıra, günümüzde rekabet etmek aynı zamanda kar marjlarını iyileştirmekle de ilgilidir. RSO ile birlikte Veri Analitiği, minimum acente borçlanması ve maksimum gelir koruması elde etmeye yardımcı olacak şekilde hız, doğruluk ve hacmini artıracığı görülmektedir.

RSO, havayolu şirketleri için faydalı bir otomasyon birimi olacaktır. Ayrıca, uçuş iptallerini ve yeniden rezervasyonları yönetmek, geri ödeme yapmak ve uçağa binmeden önce bilet oluşturmak gibi tekrar eden görevleri yerine getirmeye yardımcı olacaktır. Bu teknolojiyi uçuş deneyimine dahil etmek, havayolu seyahatiyle ilgili müşteri sorunlarının çoğunu ortadan kaldırabilir. İletişim merkezinde yapay zekâya sahip bir eklenti, havayolu müşteri hizmetleri sektöründe de dalga yaratan akıllı otomasyondur. RSO'nun etkisini en üst düzeye çıkarmak için, kuruluşların uyumlu, kısa sürede iş sunan ve hacim dalgalanmalarıyla hız, çeviklik ve esneklikle başa çıkabilen uygun maliyetli çözümlere ihtiyacı vardır. RSO teknolojisini geleneksel otomasyondan ayıran şey, kusursuz yapısı ve robotların yapılandırılabilme hızıdır. Ülkemizde kuruluşların başarılı bir şekilde RSO'yu işletmelerine kurabilmeleri için etkili bir strateji oluşturmaları ve tecrübe edinmeleri gerekiyor. Bu konudaki deneyimler ülkemizde maalesef henüz yok denecek kadar azdır. Ezcümle olarak; Bir veya daha fazla dijital sistemde eylemler gerçekleştirebilen yazılım robotları oluşturmak gelecekte birçok sistem için zaruri bir ihtiyaç haline gelebilir.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

KAYNAKÇA

- [1] The International Air Transport Association (IATA) (2020). Web sayfası: <https://www.iata.org/> Son erişim tarihi: 20.10.2020
- [2] Chokshi N, Airline ticket sales dipped in May, but the industry remains optimistic. New York Times, Web sayfası: <https://www.nytimes.com/2021/06/21/business/airline-sales.html/> Son erişim tarihi: 20.10.2020

- [3] Lacity, M. C., & Willcocks, L. P. (2016). A new approach to automating services. MIT Sloan Management Review, 58(1), 41.
- [4] Slaby, J. R. (2012). Robotic automation emerges as a threat to traditional low-cost outsourcing. HfS Research Ltd, 1(1), 3-3.
- [5] K.V.N. Rajesh, K.V.N. Ramesh and Hanumantha Rao (2018). Robotic Process Automation: A Death knell to dead-end jobs? CSI Communications-Knowledge Digest for IT Community, Volume No.42, Issue No.3,10-14
- [6] Patil, P. (Senior Manager), Revenue Accounting, Travel Transportation and Hospitality, Wipro Limited Web sayfası: <https://www.wipro.com/business-process/robotics-and-analytics/> Son erişim tarihi: 23.10.2020
- [7] Fung, H. P. (2014). Criteria, use cases and effects of information technology process automation (ITPA). Advances in Robotics & Automation, 3.
- [8] Kristina Romero (December 15, 2017). Content Enabled Robotic Process Automation and Analytics. Web Sayfası : <https://infocapnet.com/robotic-process-automation/> Son erişim tarihi : 13/12/2020.
- [9] TAV(2020). <https://www.tavtechnologies.aero> Web sayfası: <https://www.iata.org> Son erişim tarihi: 20.10.2020
- [10] NATS Press Office, Airport operational performance a priority for millions of passengers, 2018. Web sayfası: <https://www.nats.aero/news/airportoperational-performance-priority-millionspassengers/> Son erişim tarihi: 20.10.2020
- [11] ITProPortal, Web sayfası: <https://www.itproportal.com/news/aiinvestmnt-will-hit-dollar232-billion-by2025/> Son erişim tarihi: 27.10.2020
- [12] Delta News Hub, (2020). Web sayfası: <https://news.delta.com>, Son erişim tarihi: 20.10.2020
- [13] On time, every time: The value of intelligent automation in air travel, TELUS International, 2018. Web sayfası: <https://www.telusinternational.com/articles/intelligent-automation-air-travel/> Son erişim tarihi: 20.10.2020
- [14] Almendro A., (2018). Case Study: Automating Humans back into Aviation – Robotic Process Automation, Aircraft IT MRO, Winter 2018 Web sayfası: <https://www.aircraftit.com/articles/automating-humans-back-into-aviation/?area=mro/> Son erişim tarihi: 27.10.2020

Havalimanı Güvenlik Yönetiminde Teknoloji ve İnsan

Aslıhan KAYA^{1*} , Murat KARTAL¹ 

¹ Hitit Üniversitesi, Ulaştırma Hizmetleri, Çorum, Türkiye

Özet

Seyahat edilen ülkeler hakkında ilk izlenimlerin edinildiği yer havalimanlardır. Ülkelerin prestiji açısından ve ziyaretçiler üzerindeki etkisi nedeniyle büyük öneme sahip olan havalimanlarının güvenliklerinin sağlanması da oldukça önemlidir. Geçmişte uygulanan güvenlik prosedürleri, havacılık sektörünün vazgeçilmez unsurları olan hız ve konforu olumsuz yönde etkileyerek bir takım güvenlik zafiyetlerine neden olmuştur. Bu olumsuzlukların giderilmesinde teknoloji ve insan unsurlarının birlikte kullanılması gerekli görülmektedir. Teknoloji, güvenlik hizmetlerinden taviz verilmeden bu hizmetlerin kolaylaştırılmasını sağlamaktadır. Ancak teknoloji tek başına yeterli olmamak ile beraber insan unsuru ile tamamlandığında bir anlam ifade etmektedir. Çalışmada havalimanlarında güvenliğin sağlanmasında yararlanılan teknolojiler ve bu teknolojileri kullanan insan unsuru incelenmiştir. Kapı ve el dedektörü, vücut tarama sistemi, x-ray cihazı, patlayıcı tespit cihazı, iz ve koku tespit cihazlarının çalışma prensipleri, kullanım amaçları, avantaj-dezavantajları, insanlara kullanımında ve karar vermede sağladıkları kolaylıklar, insanın bu teknolojilere uyumunun sağlanmasında yapılabilecekler; işe alımda doğru seçim, başlangıç ve tazeleme eğitimleri, sertifikasyon, tecrübe, performans değerlendirme, güvenlik bilincine dayalı örgüt kültürü gibi unsurlar ele alınmıştır. Çalışmanın sonucunda bu iki unsurun uyumunun etkin bir şekilde sağlanması durumunda havalimanı güvenliğinin en iyi düzeyde gerçekleştirilebileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havacılık Güvenlik Yönetimi, Havalimanı Güvenliğinde Teknoloji, Havalimanı Güvenliğinde İnsan

Technology and Human Factors in Airport Security Management

Abstract

Airports are the place where first impressions are made about the countries visited. It is also very important to ensure the security of airports, which are of great importance in terms of the prestige of the countries and their impact on visitors. Security procedures implemented in the past have negatively affected speed and comfort which are indispensable elements of the aviation industry has caused a number of security weakness. In order to overcome these negativities, it is necessary to use technology and human elements together. Technology enables these services to be facilitated without compromising security services. However, although technology alone is not sufficient, it makes sense when it is completed with the human element.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Aslıhan Kaya aslihan@hitit.edu.tr

Citation/Alıntı: Kaya A., Kartal M. (2021). Havalimanı Güvenlik Yönetiminde Teknoloji ve İnsan J. Aviat. 5(2), 298-309.

Bu çalışma, 12-16 Eylül 2018 Akşemseddin Uluslararası İnsan, Toplum ve Spor Bilimleri Sempozyumu'nda sunulan bildirinin geliştirilmiş güncel halidir.

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0003-3974-6750>, ² <https://orcid.org/0000-0002-0958-2655>

DOI: <https://doi.org/10.30518/jav.1005849>

Gelis/Received: 8 Ekim 2021 **Kabul/Accepted:** 24 Kasım 2021 **Yayınlanma/Published (Online):** 20 Aralık 2021

Copyright © 2021 Journal of Aviation <https://javsci.com> - <http://dergipark.gov.tr/jav>



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence

In this study, the technology used to provide security in airports and the human who uses these technologies has examined. In this study, the working principles, advantages/disadvantages, and decision-making convenience to human beings of walk-through and hand-held metal detectors, body scanning system, x-ray devices, the explosive detection system, trace, and vapour detection devices were discussed. Also, the selections of the right personnel for the job, the efficient training, certification, job experience, performance evaluation, organizational culture issues were discussed. As a result of this paper, it has been assessed that airport security can be achieved at the best level if the compatibility of these two elements is managed effectively.

Keywords: Aviation Security Management, Technology Factors in Airport Security, Human Factors in Airport Security

1. Giriş

Havalimanlar, ülkelerin dünyaya tanıtımı açısından bir prestij kapısı olmasının yanında ülke ekonomisine katkı sağlayan önemli yerlerdir. Ülkeler için bu kadar öneme sahip olan havalimanlarında güvenlik hizmetinin sağlanması da oldukça önemlidir. Çünkü havalimanlarında yapılacak olan herhangi bir yasa dışı eylem, tüm dünyada anında duyulmaktadır. Böyle önemli konuma sahip havalimanlarının güvenliğinin sağlanması sırasında yapılacak ufak bir hata bile terörist eylemlerinin sonuçlarının çok büyük boyutlarda olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle havalimanları geçmişten günümüze çeşitli terör eylemleri için cazip alanlar olmuştur. Havacılık sektöründe güvenliğin önemi 1968-1972 yılları arasında gerçekleştirilen 364'ten fazla uçak kaçırma hadisesi ile daha iyi anlaşılmıştır. Bu eylemleri önlemek için ülkeler çeşitli düzenlemeler yaparak havalimanlarında güvenlik tedbirlerini arttırmaya çalışmışlardır. En önemli uygulama da uçağa binilerden önce yolcuların ve bagajlarının aranması olmuştur [1].

Havalimanlarında yapılan güvenlik kontrolleri ile sunulan hizmet kalitesi arasında hassas bir denge vardır [2]. Güvenlik uygulamalarının uzun sürmesi, bekleme süresini arttırmakta ve yolcuları rahatsız etmektedir [3]. Geçmişte uygulanan güvenlik prosedürlerinin, havacılık sektörünün vazgeçilmez unsurları olan hız ve konforu olumsuz yönde etkilemesinin yanı sıra güvenliği sağlamadaki etkinliği de az olmuştur. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde 11 Eylül 2001 tarihinde Dünya Ticaret Merkezi binalarına teröristler tarafından kaçırılan uçaklarla yapılan saldırılar sonucunda tüm dünyada ticari hava taşımacılık sisteminin güvenliği sorgulanmaya başlanmıştır [4]. Bu olaylar hava taşımacılığında güvenliğin ne kadar önemli olduğunu ve güvenlikten hiçbir zaman taviz verilmemesi gerektiğini göstermiştir.

Yaşanan gelişmeler havalimanı güvenlik yönetiminde kullanılabilecek en önemli unsurların teknoloji ve insan olduğunu ortaya koymuştur. Teknoloji unsuru, güvenlik hizmetlerindeki kaliteden taviz verilmeden bu hizmetlerin kolaylaştırılmasını sağlamakta ancak tek başına yeterli olmayıp insan unsuru ile tamamlandığında bir anlam ifade etmektedir [5, 6]. Bu nedenle havalimanı güvenlik yönetiminde yararlanılan tüm kaynakların etkin ve birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalıştırılması büyük önem arz etmektedir. En iyi teknoloji ancak onu kullanan insan kadar başarı sağlamaktadır [7].

Bu çalışmada havalimanı güvenlik yönetiminin etkin bir şekilde sağlanmasında teknoloji ve insan unsurları ele alınarak bu unsurların uyumunun sağlanmasında yapılabilecekler incelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle havalimanı güvenlik yönetimi, havalimanı güvenliğinde kullanılan teknolojiler ve insan unsuru ile ilgili kavramsal çerçeve belirlenmiştir. Daha sonra bu iki unsurun uyumunun sağlanmasına yönelik yapılabilecekler incelenmiştir.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Havalimanı Güvenlik Yönetimi

Havacılık sektöründeki faaliyetler, uluslararası alanda gerçekleştirildiği için bütün uygulamalar tüm dünya ülkelerini ilgilendirmektedir. Bu nedenle havacılık sektöründeki tüm kurallar, uluslararası organizasyonların ortaklaşa aldıkları kararlar doğrultusunda ortaya çıkmaktadır. Havalimanı güvenliği konusunda da Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu'nun (ICAO) yayınlamış olduğu Ek-17 ve ICAO Dökümanı 8973'te havacılık güvenliğinin tesis edilebilmesi için yapılması gerekenler detaylı olarak belirtilmiştir.

ICAO, Ek-17'de güvenlik kavramını sivil havacılığa karşı girişilen kanunsuz eylemlerin önlenmesi olarak tanımlamıştır. ICAO bu amaca

insan ve diğer kaynakların kombinasyonu ile ulaşılabileceğini belirtmektedir [8].

Havalimanına yönelik olası yasadışı eylemlere karşı havalimanı güvenlik yönetiminin sağlanabilmesi amacıyla havalimanlarında araç, yolcu ve personel giriş kontrol noktaları gibi çeşitli güvenlik noktaları oluşturulmakta ve bu noktalar belirli teknolojik cihazlarla donatılmaktadır. Güvenlik yönetiminin etkin sağlanabilmesi için de ICAO Ek-17'de belirtildiği gibi insan ve bu teknolojik kaynakların uyumunun tesis edilmesi gerekmektedir.

Havalimanı güvenliğinin sağlanmasında en önemli unsur tehlikenin tespit edilmesidir. Harris'e göre tehlikeler sadece yolcu ve bagajlardan kaynaklı değil aynı zamanda personel, kargo, ikram, bakım ve temizlik malzemeleri, terminalde satılan çeşitli ürünlerden de kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle kabul edilebilir bir güvenlik seviyesi için yolcu ve bagajların yanı sıra havalimanına giren tüm unsurlar güvenlik kontrolünden geçirilmelidir [9].

Kontrol noktalarından geçen her unsurun tehlikeli maddelerden arındırılmış olarak geçiş yapabilmesi için güvenlik görevlileri tarafından çeşitli cihazlar kullanılmaktadır. Güvenlik kontrol sürecinin çok zaman almasından dolayı havalimanlarında güvenliğin sağlanmasına ilişkin ortaya konulan teknolojik gelişmeler bu süreci kısaltılmaya yönelik olarak gerçekleştirilmektedir [10]. Özellikle yolcuların güvenlik kontrolleri için beklemeye gösterdikleri tahammül süresinin yıllar itibariyle giderek azaldığı yapılan araştırmalarda ortaya konulması bu durumun önemini daha iyi göstermektedir. IATA Küresel Yolcu Anketinin 2012 yılı bulguları güvenlik kontrolü için yolcuların %21'nin 10-20 dakika, %51'nin 5-10 dakika, %27'sinin 5 dakika veya daha az süre beklemeye istekli olduklarını göstermiştir. 2015 yılında yapılan aynı anketin sonuçları ise güvenlik kontrolü için yolcuların %7'sinin 10-20 dakika, %48'inin 5-10 dakika, %45'nin 5 dakika ve daha az süre beklemeye istekli olduklarını ortaya koymuştur [11]. Yolcuların güvenlik kontrollerinde beklemeye gösterdikleri sabrın giderek azalması, tehlikelerin hızlı ve etkin bir şekilde tespit edilebilmesi için gelişmiş teknolojik cihazlara ve bu cihazları kullanan personelin yeterliliğinin yüksek olmasına duyulan gereksinim giderek artmaktadır.

Güvenlik kontrolleri yapılırken teknoloji ve insanın birlikte değerlendirildiği ve bu iki unsurun birbirlerine uyumu sağlandığı taktirde güvenlik yönetiminin etkinliği sağlanabilmekte ve yapılan kontrolün hızı arttırılabilmektedir [5]. Calabresi 2015 yılı çalışmasında, Time Dergisi için yaptığı bir araştırmada Amerika Birleşik Devletleri Milli Güvenlik (Homeland Security) birimleri tarafından ülkedeki havalimanlarında yapılan denetimlerin sonuçlarını değerlendirmiştir. Yapılan denetimlerde yetkililer yolcu gibi davranıp sahte silah ve bombalar yerleştirilmiş bagajlarıyla havalimanı kontrol noktalarından geçmeye çalışmışlardır. Güvenlik cihazlarına yapılan milyon dolarlık yatırımlara rağmen denetimler %96 oranında başarısızlıkla sonuçlanmış ve tehdit unsurları tespit edilememiştir. Bunun nedeni olarak güvenlik personelinin yetersizliği gösterilmiştir. Özellikle düşük maaş, yoğun çalışma, yüksek iş devir hızı ve moral bozukluğu gibi unsurların başarısızlıkta etkili olduğu değerlendirilmiştir [12].

Sadece teknoloji ile güvenliğin sağlanamayacağını, insan unsurunun da teknolojiye uyumunun sağlanması gerektiğini ortaya koyan araştırmalardan yola çıkılarak bu çalışmada havalimanı güvenlik yönetiminin etkinliğinin arttırılabilmesi için teknoloji ve insan unsurları incelenerek insan unsurunun teknolojiye uyumunda yapılabilecekler değerlendirilmiştir.

2.2. Havalimanı Güvenliğinde Teknoloji

Terör eylemleri için cezbedici alanlar olması nedeniyle havalimanının güvenliğinin sağlanması konusu önem taşımaktadır. Patlayıcılarla yapılan terörist eylemler nedeniyle gelişmiş tarayıcı sistemler ve buna ilişkin teknolojilerin üretilmesi ve kullanılması öncelikli hale gelmiştir [13]. Özellikle 1988'de Pan Am havayolu şirketinin 103 sefer sayılı uçağının kargo bölümünde bulunan bagajın bir bombayla patlatılması hadisesi, kargo bölümüne konulacak bagajların güvenlik taramasından geçirilmesine ilişkin tedbirlerin alınmasına ve patlayıcı tespit cihazlarının geliştirilmesine neden olmuştur [14].

Tehlikenin büyüklüğü nedeniyle güvenliği sağlamada yararlanılan teknolojiye büyük yatırımlar yapılmaktadır. Bu yatırımlarda havalimanına giren yolcu, personel, bagaj ve kargo gibi her unsurun incelenebilmesini ve yasadışı

eylemlerde kullanılacak her türlü silah, patlayıcı ve diğer tehlikeli aletlerin tespit edilebilmesini sağlayan cihazlar ön planda yer almaktadır [15]. Bu cihazlar;

- İnsanların üzerinde bulunabilecek silah ve benzeri aletlerin tespit edilebilmesini sağlayan kapı ve el dedektörü, vücut tarama sistemleri ile
- Bagaj, posta, ikram, hediyelik eşyalar gibi unsurların içinde havalimanına sokulabilecek tehlikeli aletleri tespit etmeyi sağlayan X-ray, patlayıcı, iz ve koku tespit cihazlarıdır [14].

Günümüzde robotlara ilişkin çalışmalar hızla artmakta ve çeşitli alanlarda bu robotlar kullanılmaktadır. Son yıllarda havalimanlarında da robotların danışma, check-in, temizlik ve güvenlik gibi amaçlarla kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada havalimanı güvenliğinde kullanılan teknolojik unsurlar olarak; kapı ve el dedektörü, vücut tarama sistemleri, X-ray cihazı, patlayıcı tespit cihazı, iz ve koku tespit cihazı ve robotlar incelenmiştir.

2.2.1. Kapı ve El Dedektörü

Metal dedektör olarak da isimlendirilen kapı ve el tipi dedektörler, genellikle korunmak istenen tesislerin giriş kapılarına yerleştirilmektedir. Böylece terör eylemlerinde kullanılacak silah ve güvenliği riske atabilecek metal içerikli tehlikeli maddelerin tespit edilmesi kolaylaşmaktadır. Özellikle havalimanlarının terör eylemlerinin hedeflerinden biri olması nedeniyle oluşturulan güvenlik kontrol noktalarında bu dedektörlerden yararlanılmaktadır. Metal dedektörlerin çalışma prensibi elektromanyetik alan esasına dayanmaktadır. Bu alana giren herhangi bir metal unsur manyetik alanı bozmaktadır. Bozulmanın olduğu nokta kapı dedektörlerinde ışık ve ses uyarısı, el dedektöründe de sadece ses uyarısı vermektedir [16, 17]. Bu uyarılar cihazları kullanan görevlilerin işini kolaylaştırmakta, hata payını azaltmakta ve bireylerin üzerlerindeki metallere daha hızlı tespit edilmesini sağlamaktadır.

2.2.2. Vücut Tarama Sistemi

İnsan vücudu üzerinde havalimanlarına getirilen tehlikeli aletleri tespit edebilmek için geliştirilmiştir. Güvenlik görevlilerine, bireylerin üzerindeki tüm tehlikeli aletleri tespit

edebilmelerini kolaylaştırıcı görüntüler sunmaktadır. Kıyafetlerin altına gizlenmiş unsurların bile tespit edilmesi için çok düşük oranda radyasyon yayarak insan vücudunu milimetrik olarak tarama yapmaktadır. Kıyafet ile vücut arasının görüntüsünü fotoğraf negatifi gibi sunarak görevlilerin tehlikeli aletleri tespit etmesini kolaylaştırır. Ancak vücut içinde gizlenmiş maddeleri tespit edememektedir. Kontrol işlemi sırasında bireylerin yüzleri, kendilerini kötü hissetmemeleri için ekrana yansıyan görüntüde bulanık olarak gösterilmektedir [18].

2.2.3. X-ray Cihazı

Havalimanlarında sıklıkla tercih edilen bu cihaz cisimlerin yoğunluklarını ve atom yapılarını tespit etmektedir. Operatörler için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu cihazın kullanımı havalimanlarındaki güvenlik kontrollerinin hızını ve etkinliğini arttırmaktadır [13]. Bu cihaz X ışını ünitesi, ekran ve kontrol panelinden oluşmaktadır. X ışınları madde içinden geçmekte ve maddelerin yoğunluğuna göre ekrana farklı renklerde görüntüler yansıtmaktadır. Opak maddeler görünür hale gelmektedir. Birçok madde X-ray ışınlarını geçirdiği ve şeffaf hale geldiği için nesnelere doğal renklerinden farklı olarak ekrana yansıtılmaktadır. Metal gibi yoğunluğu yüksek olan maddeler koyu, yiyecek gibi daha düşük yoğunluklu maddeler ise daha açık renkte görünmektedir [19].

2.2.4. Patlayıcı Tespit Cihazı

Patlayıcı tespit cihazı hastanelerde kullanılan bilgisayarlı tomografi cihazının bagaj taramasını sağlamak amacıyla havalimanlarına uyarlanmış versiyonudur. X-ray cihazlarının geliştirilmiş halidir. Çalışma prensibi hastanelerde insan vücudunun görüntülenmesini sağlayan tomografi teknolojisine benzemektedir. Bir bagajın farklı açılardan yüzlerce X-ray görüntüsünü alarak, bagajın içindeki maddelerin üç boyutlu görüntüsünü ekrana yansıtmaktadır. X-ray cihazlarında olduğu gibi maddelerin yoğunluğuna göre ayırım yapılabilmesini sağlayan farklı renkler kullanılmakta ve kullanıcıya görüntüleri birbirinden ayırt edebilmeyi sağlayan detaylı görüntüler sunmaktadır [2].

2.2.5. İz ve Koku Tespit Cihazları

İz ve koku tespit cihazları patlayıcı maddelerde kullanılan çok küçük miktarlardaki kimyasalların izini tespit edebilmektedir. Şüphelenilen bagaj veya paketler üzerinden alınan örnek (numune) cihaz içine yerleştirilir. Bu numune ısıtılarak üzerindeki maddelerin buharlaşması sağlanır. Buharı vakumlayarak analiz eden cihaz, şüpheli nesne üzerinde kimyasal maddenin varlığını tespit edebilmektedir. Bu cihazlar sadece şüpheli görülen paketler veya bagajlar için kullanılmaktadır [2].

Dünyada en yaygın olarak kullanılan güvenlik cihazı X-ray ya da patlayıcı tespit teknolojisidir. Bu cihazlar şüpheli görünen cisimleri tespit ederek operatöre uyarı verme özelliğine sahiptir. Ancak birçok cisim benzer yoğunluk ve özelliklere sahiptir. Operatör, cihazın verdiği bu uyarıları dikkate alarak tehlikeli aletleri ayırt etmektedir [20].

Havalimanı güvenliğinde etkinliğin artırılabilmesinde operatörün verdiği kararlar hayati öneme sahip olduğundan dolayı hata payının kabul edilebilir seviyede tutulabilmesi ya da hata payının tamamen ortadan kaldırılabilmesi için insan unsurunun teknoloji unsuruna uyumunun sağlanması gerekmektedir.

2.2.6. Robotlar

Robotların üretim süreçlerine katkı sağlamak amacıyla endüstriyel alanda kullanılmasının yanı sıra hizmet sektöründe de insanların ihtiyaçlarını karşılamak ve çeşitli bilgiler sunarak onları yönlendirmek için de kullanılmaktadır. Havacılık sektöründe de Münih, Seul, Shenzen ve Amsterdam gibi çeşitli havalimanlarında robotik sistemlerin farklı birçok amaç için kullanıldığı görülmektedir [21]. Havalimanlarında robotik sistemlerin uygulamalarına bakıldığında check-in işlemlerini gerçekleştirebilen robotik kiosklar, otonom elektrikli süpürgeler, yolculara uçuşları ile ilgili bilgiler vererek yolculara eşlik eden robotlar, havalimanındaki yiyecek ve içecek seçenekleri ile ilgili bilgi sunabilen garson robotlar, yolcuların güzel vakit geçirmesine yardımcı olan eğlence robotları, yolcuların karşılaştığı sorunlara çözüm üretmek için kullanılan konuşabilen robotlar ve güvenlik robotları örnek olarak sıralanabilir [22].

Güvenlik amacı ile kullanılan robotlara örnek olarak Schenzen Havalimanında aktif olarak

kullanılan Anbot isimli robot gösterilebilir. Bu robot yüz tanıma yazılımına sahip yüksek çözünürlüklü kameraları ile yolcuların fotoğrafını çekip bu verileri güvenlik istasyonlarına analiz için gönderebilmektedir. Şüpheli durumlar karşısında mevcut sorunu kontrol odası memurlarına aktarmakta ve memurlardan onay alması durumunda da elektroşok silahlarını aktifleştirebilmektedir. Ayrıca bu robot, havalimanı içinde kaybolan yolcuları yönlendirmek, yangınları tespit etmek ve hava kalitesini izlemek için de kullanılmaktadır. [22].

Yanyan ve Meng (2020) de havalimanlarındaki hizmet robotlarına ilişkin yapmış oldukları araştırmada havalimanı güvenliği açısından robotların kullanılmasının önemine değinmişlerdir. Özellikle robotların yüz tanıma, izleme, davranış analizi, nesne tanımlama, kalabalık ortamların kontrolü, veri toplama ve analizi, erken uyarı ve acil durumlara müdahale kabiliyetlerinin geliştirilmesi sayesinde havalimanı güvenlik yönetimi etkinliğinin artırılabilceğini ifade etmişlerdir [23].

2.3. Havalimanı Güvenliğinde İnsan

Dünya genelinde havalimanlarında güvenliği sağlamada kullanılan teknolojik cihazlar her geçen gün gelişmesine rağmen tek başına yeterli olamamakta ve tehlikeli maddelerin tespitinde insan unsurundan bağımsız olarak çalışmamaktadır. Tehlikelerin tespitinde son kararı veren insan olduğu için gelişen teknolojiyle beraber insanın da bilgi ve yeteneklerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır [19]. Bilgi ve yetenekler tam olarak kullanılmadığı takdirde en iyi ekipman bile güvenliği sağlamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle havacılık güvenliği uzmanları havalimanlarındaki en zayıf halkanın insan unsuru olduğunu ifade etmektedirler [5].

İnsanların kabiliyetlerine uygun görevlerin verilmesi güvenlik kontrollerindeki hata payının azaltılmasına katkı sağlayan diğer bir unsur olmaktadır [9]. İnsanın çalışma performansının artırılmasının hata yapma olasılığını azaltacağı düşünülmektedir. Literatürde çalışan performansı bireysel ve işlevsel olarak ele alınarak açıklanmaktadır.

Bireysel açıdan performans; çalışanın işi yapabilme, becerebilme, başarabilme yeteneği, kapasitesi ve üstlendiği görevleri yerine

getirebilmesi olarak tanımlanmaktadır. İşlevsel performans ise verilen görevde istenilen kriterleri sağlayarak hedeflere ulaşma başarısı olarak tanımlanmaktadır [24]. Kısaca örgütten alınan ücret ve diğer olanaklar için gösterilen çaba olarak da tanımlanabilen performansı etkileyen motivasyon unsurları ekonomik, psiko-sosyal ve örgütsel-yönetsel olarak üç kategoride değerlendirilebilmektedir [25, 26].

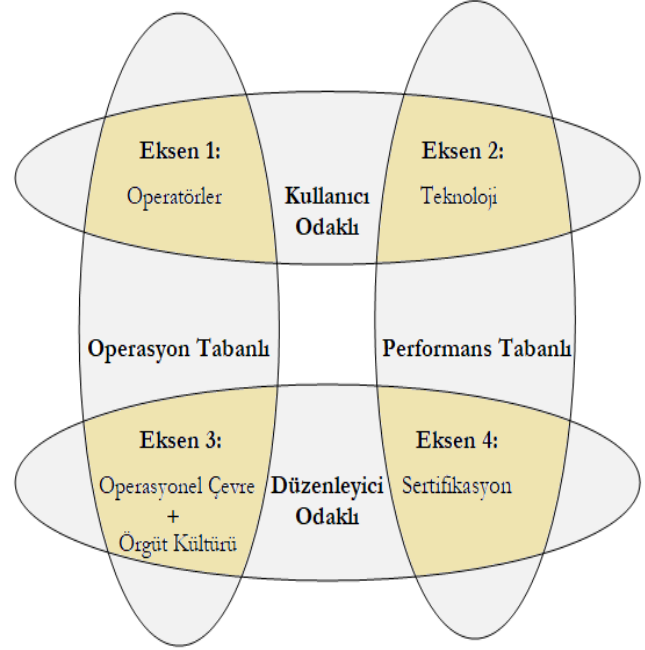
- Ekonomik faktörler; maaşta artış, prim, maddi ödül, kar payı olarak sıralanabilmekte ve çalışanların performansına doğrudan katkı sağlayan unsurlar olarak nitelendirilmektedir.
- Psiko-sosyal faktörler; görevde bağımsızlık, sosyal katılım, çalışma ortamında değer görme ve statü edinme, çalışma ortamına uyum, yeni fikirlerle değer verilmesi, çalışanın psikolojik olarak örgütüne güvenmesi, sosyal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi olarak sıralanabilmektedir. Literatürde bu faktörlerin çalışanların örgüte olan bağlılıklarını arttırmada yarar sağladığı ifade edilmektedir.
- Örgütsel-yönetsel faktörler; ortak hedeflerin belirlenmesi, yetki ve sorumlulukların dengeli olarak dağıtılması, eğitim ve işte yükselme olanaklarının sunulması, çalışanların kararlara katılımının sağlanması, etkili iletişimin gerçekleştirilmesi, iş genişletme ve zenginleştirme sistemlerinin kurulması, yarı bağımsız çalışma gruplarının oluşturulması ile çalışma ortamında rahatlığın sağlanması olarak sıralanabilmektedir.

Çalışan performansı üzerinde etkisi olduğu tespit edilen bu faktörlerin havalimanı güvenliğinde çalışan personelin performansı üzerinde de etkili olacağı değerlendirilmektedir. Bu nedenle teknoloji ve insan uyumunda bu faktörlerden yararlanılması fayda sağlamaktadır.

3. Teknoloji ve İnsan Uyumu ile Havalimanı Güvenlik Yönetiminde Etkinliği Sağlama

ICAO teknolojik sistemlerin havacılık güvenliğinde kullanımının artmasıyla önemi giderek artan insan unsurunu ele alan bir çalışma yapmış ve Sivil Havacılık Güvenlik Operasyonlarında İnsan Faktörleri isimli dokümanı yayınlamıştır [27]. Bu dokümanın hazırlanmasındaki amaç sivil havacılık güvenliğinin insan hatalarından arındırılarak bir bütün olarak etkinliğinin arttırılmasını sağlamaktır.

İnsan faktörleri ile ilgili olarak sivil havacılık güvenliği operasyonel gerekliliklerini ve değerlendirmelerini ele almak için mevcut kaynakların dağıtılacağı dört ana eksen tanımlanmıştır. Bu eksenler Şekil 1.'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Sivil Havacılık Güvenliğinde İnsan Faktörleri [27]

Şekil 1.'de görüldüğü üzere Operatörler ve Teknoloji "Kullanıcı Odaklı" eksen olarak isimlendirilmiştir. Güvenlikle ilgili ayrılan kaynakların büyük bir miktarının bu iki alana özellikle de teknolojiye ayrıldığı belirtilmiştir. Havalimanlarında güvenliğin etkinliğinin sağlanabilmesi için teknolojiye yapılan yatırım kadar insana da yatırım yapılması ve kaynakların dengeli şekilde dağıtılması gerektiği ifade edilmiştir. İnsan ve teknolojiye yapılan yatırımlardan verim alabilmek için de Operasyonel Çevre ve Örgüt Kültürü ile Sertifikasyon temeline dayalı olan "Düzenleyici Odaklı" eksenin etkinliğinin sağlanması gerekmektedir. Örgütlerin çalışanlarını geliştirici ve destekleyici politikalar geliştirmesi gerektiği belirtilmiştir. Güvenlikte standartların sağlanabilmesi için de personelin ve teknolojik sistemlerin belli sertifikalara sahip olması gerektiği vurgulanmıştır.

ICAO'nun belirttiği eksenler havacılık güvenliğinde dikkat edilmesi gereken unsurları gözler önüne sermektedir. Bu temelden yola çıkılarak bu çalışmada da havalimanlarında

güvenliğin etkinliğinin sağlanabilmesi için teknoloji ve insan unsuru arasında uyumun sağlanmasında yapılabilecekler ele alınmıştır. Bu kapsamda uyumu sağlamak için ekonomik, psiko-sosyal ve örgütsel-yönetimsel gibi motivasyon unsurlarının yanı sıra işe alımda doğru seçim, başlangıç ve tazeleme eğitimleri, sertifikasyon, tecrübe, performans değerlendirme ve güvenliği ön plana alan bir örgüt kültürünün oluşturulması gibi faktörler de büyük öneme sahiptir [1, 2, 3, 19, 28].

3.1. İşe Alım

Çeşitli uzmanlar havalimanı güvenliğinde en zayıf halkanın insan unsuru olduğunu belirtmektedir. Ancak uluslararası havalimanlarında insan unsuru ile ilgili yapılmış çok sayıda çalışmada işe alımlarda doğru seçim yapılması ve etkin bir eğitimin verilmesi ile insan unsurunun en güçlü unsur olmasının sağlanabileceği ifade edilmiştir. İnsanların farklı yeteneklere ve özelliklere sahip olmalarından dolayı işe alımlarda bu farklılıklara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu farklılıkları dikkate alan geçerli ve güvenilir bir seçim süreci gerçekleştirilerek işe başlatılan personelin, farklılıkları dikkate almadan yapılan seçim sonucunda işe başlayanlardan daha yüksek performans sergiledikleri gözlemlenmiştir [29]. Ayrıca işe alım sürecinde potansiyel güvenlik riski taşıyan yolcular veya eşyaların içindeki tehlikeli aletlerin tespit edilmesinde profil değerlendirmesi yapabilecek kapasitede insanların seçilmesi önem taşımaktadır [30]. Etkin bir işe alım prosedürünün varlığı savunmanın ilk hattını oluşturmaktadır. Bu nedenle uzmanlar tarafından psikometrik teknikler kullanılarak seçilecek güvenlik personelinin geçmişleri de ayrıca kontrol edilerek güvenlik yönünden sakıncası olmayanların seçilmesi gerekmektedir [11]. Güvenlik personeli seçiminde ulusal ve uluslararası kriterler göz önünde bulundurularak görevle ilgili yeterlilik testleri ve mülakat gibi yöntemlerin uygulanması ve işe ilişkin yeteneklere sahip elemanların işe alınması teknoloji-insan uyumunu kolaylaştırarak güvenlikteki etkinliğin artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.2. Eğitim

İşe alım sürecinden sonra havacılık güvenliğinin önemi, gereklilikleri, uygulanacak güvenlik prosedürleri, ilgili mevzuatlar, kullanılacak

ekipmanlar ve özellikle nesne tanıma gibi konularda eğitimler alması gerekmektedir [31]. Güvenlikte etkinliğin artırılabilmesi için özellikle teknolojik ekipmanları kullanan personelin tehlikeli nesnelere tespit kabiliyetinin artırılmasına ilişkin eğitimlere ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada özellikle nesne tanıma yeteneğini geliştirmeye yönelik çalışmalar incelenmiştir.

Nesne tanıma çok karmaşık bir süreçtir. Bilim insanları insan beyninin nesnelere nasıl tanıdığına dair çeşitli çalışmalar yaparak detaylı bilgiler elde etmişlerdir. Temelde nesne tanıma, görülen bir nesnenin görsel hafızada kayıtlı cisimlerle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Gün içerisinde görülen her nesneyi beyin algılayarak son derece güvenilir bir şekilde tanımaktadır. Örneğin bir sandalyeyi farklı açılardan gördüğünde bile rahatlıkla tanıyabilmektedir. Ancak nesne tanımada en önemli husus insanların yalnızca daha önce gördükleri ve öğrendikleri cisimleri tanıyabilmesidir. Nesne tanıma yeteneği eğitimlerle geliştirilebilmektedir. Bu bilgiler ışığında özellikle teknolojik cihazlarla görüntüleme yapan güvenlik personelinin eğitilmesine ilişkin etkin eğitim programları oluşturulabilmektedir. Havalimanlarının ve insanların güvenliğini tehdit edebilecek nesnelere eğitimlerde güvenlik görevlilerine gösterilerek tanıtılması, cihazlar yardımıyla bunların tespit edilmesinin sağlanması, çalışanların görevlerini daha etkin ve başarılı bir şekilde gerçekleştirmesini sağlamaktadır [5, 19].

Literatürde yapılmış çalışmalar incelendiğinde nesne tanıma eğitimlerinin güvenlikte etkinliği arttırdığı öne sürülmüştür. Bu çalışmalardan bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Zürih Emniyeti Havalimanı Birimi görüntüleme eğitimlerinde kullanılmak üzere altı temel görüntüye dayalı bir sistem oluşturmuştur. Bu sistemde tehlike arz eden nesnelere görüntüleri 6 farklı açıdan ele alınmış bunun yanı sıra 3 farklı döndürme ve dört ayna yansımaları olmak üzere her nesnenin $6 \times 3 \times 4 = 72$ farklı görüntüsü kayıt altına alınmıştır. Toplam 236 nesnenin olduğu bu cihazda $236 \times 72 = 16.992$ farklı görüntü yer almaktadır. Eğitimlerde bu görüntülerden yararlanılarak çalışanların görsel hafızalarının tanıma kapasitesi artırılmaya çalışılmıştır [5].

Schwanninger tarafından 2003 yılında yapılmış olan çalışmada altı aylık dönem içinde her hafta daha önce hiç görmedikleri nesnelere 20 dakikalık görsel eğitim alan havalimanı güvenlik çalışanlarının nesnelere tanıma hızlarının bu eğitimi almayanlara oranla arttığı görülmüştür. 20 eğitimden sonra %60, 28 eğitimden sonra %71, 31 eğitimden sonra ise %84 tanıma yeteneğinin ve performansın arttığı tespit edilmiştir. Bomba tanıma hızlarının da 8 saniyeden 4 saniyeye düştüğü görülmüştür [5].

Schwanninger vd. (2005) tehdidi algılamada görüntü ve bilgi temeline dayalı faktörlerin rolünü ölçmek üzere 268 katılımcının yer aldığı başka bir çalışma daha gerçekleştirmişlerdir. Katılımcıların yarısı iki yıllık deneyimi olan havalimanı güvenlik görevlisi (X-ray cihazında görev yapan) diğer yarısı ise işe yeni başlayanlardır. Tehlikeli-yasak maddeler testi ve nesne tanıma testi olmak üzere iki çeşit test yapmışlardır. Tehlikeli-yasak maddeler testinde toplam 98 adet madde (silah, keskin aletler, patlayıcılar, kimyasallar ve yüksek seviyede yanıcı maddeler vb.) kullanarak çantalar hazırlamışlardır. 68 çantaya tek, 6 çantaya iki, 6 çantaya ise 3 madde konularak x-ray cihazı görüntüleri elde edilmiştir. Her çanta iki kez gösterilmek suretiyle 160 tanıtım ve deneme testleri yapılmıştır. Nesne tanıma testlerinde ise 8 silah ile 8 bıçağın farklı açılardan görüntüsü alınmıştır. Bunlar değişik seviyelerde karmaşıklığa sahip çantalara dahil edilmek suretiyle 256 farklı çanta görüntüsü elde edilmiştir. Bu görüntülerle 64 deneme testi gerçekleştirilmiştir. Görüntü temeline dayalı nesne tanıma testinin sonuçları her iki grup için de çantaların karmaşıklığının veya içindeki nesnelere döndürüldüğündeki görüntüsünün tanımlama yapmayı etkilediğini ortaya koymuştur. Deneyimli olanların test sonuçlarının daha iyi olduğu görülmüştür. Nesne tanıma testinin x-ray cihazında görev yapan güvenlik görevlilerinin ve işe yeni alınacak olanların yeteneklerini değerlendirmede kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Tehlikeli-yasak madde testi ise görevlilerin bu maddelere ilişkin bilgisini ölçmek için tasarlanmıştır. Test sonuçları deneyim sahibi görevlilerin işe yeni başlayanlara oranla çok daha fazla başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Bu nedenle testin güvenlik görevlilerini sertifikalandırmada, yeterlilik ve risk değerlendirmelerinde

kullanılabileceği ifade edilmiştir. Çalışmanın nihai sonucunda görüntülemeye ilişkin cihazlarda tehlikeli madde tespit performansının görsel yeteneklere dayandığı bu nedenle görsel deneyim ve eğitimin çok önemli olduğu vurgulanmıştır [15].

Halbherr vd. (2013), 70 havalimanında çalışan 5.717 havalimanı güvenlik personelinin performansı üzerinde 4 yıllık süreci kapsayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada tehlikeli nesnelere (bıçaklar, silahlar, patlayıcı maddeler ve havalimanlarına sokulması yasaklanmış diğer maddeleri) tespit etmeyi sağlayan görüntüleme cihazlarında çalışan personeli düzenli olarak bilgisayar temelli eğitimlere tabi tutmuşlardır. Araştırmanın bulguları önceki çalışmaları destekler nitelikte olmuş ve eğitimin pozitif etkisini ortaya koymuştur. Eğitim alan personelin performansı eğitim almayanlara oranla daha yüksek çıkmıştır. Bu ve benzeri uygulamalar teknoloji ve insan uyumuna katkı sağlamakta ve havalimanı güvenliğinin etkinliğini arttırmaktadır [19].

3.3. Sertifikasyon

Sertifikasyon, kişinin ilgili eğitimi başarıyla tamamladığını ve kendisine verilen görevleri kabul edilebilir bir düzeyde yerine getirmek için gerekli yeterliliklere sahip olduğunu gösteren resmi bir değerlendirme ve onaydır [32].

Sertifikasyon prosedürlerinin temel amacı, farklı ülkelerde ve havalimanlarında yeterli düzeyde güvenliğin sağlanması için temel standartların oluşturulabilmesidir. Sertifikasyon, güvenlik uygulamalarında kalite kontrolüne olanak sağlamaktadır. Havacılık güvenliği prosedürlerinin ve güvenlik personelinin güçlü ve zayıf yönleri hakkında önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Sertifikasyon ve yetkinlik değerlendirme, personele verilen eğitimlerin etkinliğinin ölçülmesine, eğitim süreçlerinin geliştirilmesine ve motivasyonun artırılmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle uluslararası standartlarda oluşturulmuş bir sertifikasyon süreci havacılık güvenliğinin etkinliğini arttıracaktır [29].

3.4. Tecrübe

Genellikle insanlar beklemedikleri bir durumla karşılaştıkları zaman prosedürlere uygun bir şekilde hareket etmede zorluk yaşayabilmekte ve hata yapabilmektedirler. Bu nedenle uygulamaya yönelik çeşitli testler geliştirilerek güvenlik

personelinin beklenmedik durumlara karşı hazırlıklı olmaları ve görevde tecrübe kazanmaları sağlanmalıdır [5]. Prosedürlerde yer almayan ancak güvenlik personelinin tecrübe ve dikkati sayesinde tespit edilebilen durumlar da söz konusudur. Örneğin, 20 Santigrat derecelik sıcaklıkta kışlık eldiven takan veya kalın uzun bir ceket giyen bir insanın bu davranışı dikkat edilmesi gereken bir durumdur [33]. Tecrübe arttıkça insanların davranışlarını değerlendirme ve olağan dışı durumları tespit edebilme yeteneği de gelişmektedir. Salter'a (2007) göre havalimanlarında güvenliğin sağlanmasından sorumlu personelin iş devir hızının düşük olması gerekmektedir. Bu sayede görevde uzun süre çalışarak tecrübe kazanmış personel ile havalimanı güvenliğinin yüksek seviyede oluşturulabilmesi, hatasız kontrollerin yapılabilmesi ve güvenlik kontrollerinden kaynaklı gecikmelerin önlenmesi sağlanabilecektir [34].

3.5. Performans Değerlendirme

İşe alım sürecinde doğru seçim, verimli eğitim, tecrübe gibi unsurların yanı sıra işin özellikleri, çalışma ortamı, yeteneklere uygun görevlendirme, ekipmanların ergonomik yapısı, ücret, bireysel ve örgütsel statü, sosyal olanaklar da performans üzerinde etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra verilen görevlerin sürekli tekrarlayan özellikte olması, kişisel özelliklerin teknolojiyi kullanmada yetersiz olması, verilen eğitimlerin çalışanlar tarafından yeterince uygulanamaması, gece vardiyası, yetersiz uyku, işin monotonluğu nedeniyle çalışanların dikkatinin dağılması performansı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak ve performansı en üst düzeyde tutabilmek için beraberinde tehdit unsuru taşıyan yolcu profili oluşturularak güvenlik personelinin dikkati belirli aralıklarla ölçülmeli, başarısı düşük olan personel tekrar eğitimlere alınmalı, başarısı yüksek olanlar ise ödüllendirilmelidir [9, 13, 35, 36].

Performans değerlendirmede çalışan hakkında olumlu ya da olumsuz yönde bir karar verilebilmesi için değerlendirme sürecinin belirli bir periyodu kapsamaması ve çalışanın potansiyel tehditleri tespit edebilme kabiliyeti, başarı/başarısızlık oranları, aldığı ödül/ceza gibi unsurlar dikkate alınmalıdır [35].

Askew (2004) çalışmasında güvenlik personelinin etkinliğinin ve performansının yüksek olmasının sağlanmasında kapsamlı işe alım süreci, yoğun işe başlama eğitimi, düzenli tazeleme eğitimleri, sürekli olarak sürecin ve kuralların gözden geçirilerek güncellenmesi, düzenli olarak ekipmanın kontrol edilmesi, kontrol noktalarının en ideal düzeyde oluşturulması, yönetimde yüksek kalitenin sağlanması ve sorumluluğun artırılmasının gerekliliğini ifade etmiştir [37]. Harris de performans ölçümü, değerlendirilmesi ve raporlanmasına ilişkin kullanılan teknolojik sistemlerin çalışanların performansının artırılmasına ve güvenlik uygulamalarının üst düzeyde gerçekleştirilmesine katkı sağladığını ifade etmiştir [9].

3.6. Örgüt Kültürü

Genel olarak örgüt kültürü, bir örgütün işini yürütme biçimini ifade eden inançlar, normlar, semboller ve değerler bütünü olarak tanımlanmaktadır [38]. Eng ve Sullivan (2018) örgüt kültürünü başlangıç noktası olarak kabul etmekte ve havalimanında güvenlik çalışanlarına güvenlik bilincini aşılama örgüt kültüründen yararlanılması gerektiğini ifade etmektedir. Güvenlik bilincine dayalı etkin örgüt kültürü sayesinde güvenlik görevlilerinin, karşılaştıkları güvenlik ihlallerine karşı doğru müdahale yöntemlerini seçeceklerini belirtmektedirler. Örnek olarak bir çalışanın teknik bilgisinin yeterli olmasına rağmen güvenliği tehdit eden unsurları yakalamada sıkıntı yaşamasının nedenini örgütte uygulanan prosedürlerin önemini yeteri kadar kavrayamaması olduğunu öne sürmektedirler. Dolayısıyla güvenliği sağlamada sadece teknik bilgilere dayalı eğitimlerin yeterli olmayacağını, bu eğitimlerin yanı sıra örgüt kültürünün güvenliğin önemi üzerine oluşturulmasının çalışanları daha yüksek performans göstermeye yönlendireceğini belirtmektedirler [28].

4. Sonuç

Havalimanı güvenliğinin etkinliğinin artırılmasına yönelik teknolojik unsurların geliştirilmesine ve fonksiyonlarının artırılmasına ilişkin çok çeşitli çalışmalar yapılmakta ve bu yolda gelişmeler sağlanmaktadır. Yapılan çalışmalar havalimanı güvenlik yönetiminin etkinliğinde insan, kullanılan teknoloji ve işe ilişkin süreçler gibi

unsurların önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmalarda teknolojik gelişmelerle havalimanı güvenliğini sağlamada ilerlemeler kaydedilebileceği ifade edilmektedir. Ancak sadece cihazların geliştirilmesinin yeterli olmadığı, bu teknolojik cihazları kullanacak insanların da aynı şekilde kabiliyetlerinin geliştirilmesi, eğitimlerinin verilmesi ve bu teknolojiye uyumunun sağlanması gerektiği de ifade edilmektedir [1, 34]. Bu çalışmada teknoloji ve insan unsurları ele alınarak havalimanı güvenlik yönetiminde etkinliğin artırılmasına yönelik yapılabilecekler incelenmiştir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde havalimanı güvenliğini sağlamada geliştirilen teknolojik cihazlara insan unsurunun adaptasyonunun sağlanmasında öne çıkan hususun eğitim konusu olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar işe alımdan itibaren düzenli olarak verilen eğitimlerin insan unsuru üzerindeki olumlu etkilerini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Eğitimin yanı sıra ekonomik, psiko-sosyal ve örgütsel-yönetimsel gibi motivasyon unsurlarının da teknoloji ve insan unsurlarının birbirlerine uyumuna olumlu yönde katkı sağlayacağı ve çalışan performansını arttıracak çeşitli çalışmalarda ifade edilmektedir [1, 5, 9, 13, 19, 26, 28]. Ayrıca örgüt içinde iş akışını ideal düzeyde gerçekleştirmeyi sağlayacak prosedürlerin oluşturulmasının ve yetki dağılımının uygun şekilde yapılmasının da insan kaynakları ile teknoloji uyumunu sağlamada katkı sağlayacağı ifade edilmektedir [1].

Sonuç olarak havalimanı güvenliğinde çalışacak ve teknolojik unsurları kullanacak personelin doğru seçilmesi, eğitimlerinin etkinliğinin artırılması, tecrübe kazanmasının sağlanması, tecrübeli personelin de ücret, sosyal olanaklar gibi unsurlarla örgütsel bağlılığının artırılması, güvenlik bilincine dayalı bir örgüt kültürünün oluşturulması, performans değerlendirme sistemleri ile çalışan performansının doğru bir şekilde ölçülmesi, tespit edilen eksikliklerin giderilmesine ilişkin çalışmaların düzenli bir şekilde yapılması ile hem teknoloji ve insan unsurunun uyumunun sağlanabileceği hem de havalimanı güvenliğinin etkinliğinin artırılacağı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada havalimanı güvenliğinde kullanılan kapı ve el dedektörü, vücut tarama sistemleri, X-ray cihazı, patlayıcı tespit cihazı, iz ve

kokü tespit cihazı ve robotlar ele alınarak insan unsurunun teknoloji ile olan uyumu değerlendirilmiştir. Ancak robotlar gibi yeni gelişen teknolojiler hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda araştırmacılar akıllı havalimanları ve bu havalimanlarında kullanılan robotlar gibi son teknolojik gelişmeleri daha detaylı olarak ele alabilirler. Ayrıca bu sistemlere insan unsurunun nasıl adapte edileceği konusunda da araştırmalar yapılabilir.

Etik Kurul Onayı

Gerekli değil.

Kaynaklar

- [1] K.E. Yoo and Y.C. Choi, "Analytic Hierarchy Process Approach for Identifying Relative Importance of Factors to Improve Passenger Security Checks at Airports", *Journal of Air Transport Management*, 12, 135-142, 2006.
- [2] K. Leone and R. Liu, "The Key Design Parameters of Checked Baggage Security Screening Systems in Airports", *Journal of Air Transport Management*, 11(2), 69-78, 2005.
- [3] K. Gkritza, D. Niemeier, and F. Mannering, "Airport Security Screening and Changing Passenger Satisfaction: An Exploratory Assessment", *Journal of Air Transport Management*, 12(5), 213-219, 2006.
- [4] H.G. Frederickson and T.R. Laporte, "Airport Security, High Reliability, and the Problem of Rationality", *Public Administration Review*, 62, Special Issue: Democratic Governance in the Aftermath of September 11, 2001, 33-43, 2002.
- [5] A. Schwaninger, "Screener Evaluation and Selection", *Airport*, 2, 14-15, 2003.
- [6] E. Gemici ve H. Yılmaz, "Güvenlik Stratejileri ve Yönetimi Açısından Havacılık Güvenliği", *Journal of Aviation*, 3(1), 15-27, 2019.
- [7] M. S. F. Arcúrio, E.S. Nakamura, and T. Armbrorst, "Human Factors and Errors in Security Aviation: An Ergonomic Perspective", *Journal of Advanced Transportation*, 2018, Article ID 5173253, <https://doi.org/10.1155/2018/5173253>.
- [8] Annex-17, Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference. 9th Edition, International Civil Aviation Organization, 2011.

- [9] D. Harris, "How to Really Improve Airport Security", *Ergonomics in Design*, Winter, 17-22, 2002.
- [10] I. Tabankin, and J. Sutton, *Portable Handheld Security Device*. Patent No: US007209035B2, 2007.
- [11] D. Menzel and J. Heterman, "Airport Security Threats and Strategic Options for Mitigation", *Journal of Airport Management*, 12, (2), 118-131, 2018.
- [12] M. Calabresi, "A Price of Security TSA's Emergency Powers Are Doing More Harm Than Good", *TIME*, December 14, 45-50, 2015.
- [13] S. Singh and M. Singh, "Review Explosives Detection Systems (EDS) for Aviation Security", *Signal Processing*, 83, 31-55, 2003.
- [14] D. Hardmeier and A. Schwaninger, "Selection and Preemployment Assessment of Aviation Security Screeners", A. R. Thomas (Ed.), *Aviation Security Management*, London: Greenwood Publishing Group 169-186, 2008.
- [15] A. Schwaninger, D. Hardmeier, and F. Hofer, "Aviation Security Screeners Visual Abilities and Visual Knowledge Measurement", *IEEE A&E Systems Magazine*, June, 29-35, 2005.
- [16] S.C. Evans and B.D. Ferris, "Airport Metal Detectors and Orthopedic Implants: The Responses of Arch and Hand-Held Devices", *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 64(6), 643-644, 1993.
- [17] S. Kamineni, S. Legge, and H. Ware, "Metallic Orthopaedic Implants and Airport Metal Detectors", *The Journal of Arthroplasty*, 17(1), 62-65, 2002.
- [18] P. Mehta and R. Smith-Bindman, "Airport Full-Body Screening What Is the Risk?", *Arch Intern Med.*, 171(12), 1112-1115, 2011.
- [19] T. Halbherr, A. Schwaninger, G.R. Budgell, and A. Wales, "Airport Security Screener Competency: A Cross-Sectional and Longitudinal Analysis", *The International Journal of Aviation Psychology*, 23(2), 113-129, 2013.
- [20] S. Olapiriyakul and S. Das, "Design and Analysis of a Two-Stage Security Screening and Inspection System", *Journal of Air Transport Management*, 13, 67-74, 2007.
- [21] S. İbiş, "Turizm Endüstrisinde Robotlaşma", *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 403-420, 2019.
- [22] D. Çankaya, "Havacılıkta Yaygınlaşan Yapay Zeka, API ve Büyük Veri Temelli Çözümler", *Academic Perspective Procedia*, 3 (1), 465-473, 2020.
- [23] D. Yanyan and C. Meng, "Application Problems and Solutions of Intelligent Airport Service Robots" In: *E3S Web of Conferences*, Vol. 198, 04030, ISCEG, 2020.
- [24] M. Kesen, "Örgütsel Demokrasinin Çalışan Performansı Üzerine Etkileri: Örgütsel Özdeşleşmenin Aracılık Rolü", *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 535-562, 2015.
- [25] S. Yıldız, G. Savcı ve H. Kapu, "Motive Edici Faktörlerin Çalışanların İş Performansına ve İşten Ayrılma Niyetine Etkisi", *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi*, 21(1), 233-249, 2014.
- [26] E. Örucü ve A. Kanbur, "Örgütsel-Yönetimsel Motivasyon Faktörlerinin Çalışanların Performans ve Verimliliğine Etkilerini İncelemeye Yönelik Ampirik Bir Çalışma: Hizmet ve Endüstri İşletmesi Örneği", *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi*, 21(1), 86-97, 2008
- [27] ICAO, Doc 9808 AN/765, *Human Factors in Civil Aviation Security Operations*. International Civil Aviation Organization: Montreal, Canada, 2002.
- [28] H. Eng and J. Sullivan, "Reimagining Airport Security: Organisational Culture Trumps Cultivating A Security Culture", *Journal of Airport Management*, 12(3), 230-235, 2018.
- [29] A. Schwaninger, "Airport Security Human Factors: From the Weakest to the Strongest Link in Airport Security Screening", *The 4th International Aviation Security Technology Symposium*, November 27-December 1, 2006, Washington D.C., USA.
- [30] T.C. Ormerod and C.J. Dando, "Finding a Needle in a Haystack: Towards a Psychologically-Informed Method for Aviation Security Screening", *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(1), 76-84, 2015.
- [31] SHGM, "Sivil Havacılık Talimatı SHT-17.3". http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/SHT_17.3.pdf. [Erişim Tarihi: 09.09.2021].
- [32] D. Hardmeier, C. Müller, and A. Schwaninger, "Certification of Airport Security Officers Using Multiple-Choice Tests: A Pilot Study", *International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)*, 1-6, 2014.
- [33] Willemsen, B. ve Cadee, M. (2018). *Extending the Airport Boundary: Connecting Physical*

Security and Cybersecurity, *Journal of Airport Management*, 12(3), 236-247.

- [34] M.B. Salter, "SeMS and Sensibility: Security Management Systems and the Management of Risk in the Canadian Air Transport Security Authority, *Journal of Air Transport Management*, 13, 389–398, 2007.
- [35] P.A. Hancock and S.G. Hart, "Defeating Terrorism: What Can Human Factors/Ergonomics Offer?", *Ergonomics in Design*, 10(1), 1-12, 2002.
- [36] M. Basner, J. Rubinstein, K.M. Fomberstein, M.C. Coble, A. Ecker, D. Avinash, and D.F. Dinges, "Effects of Night Work, Sleep Loss and Time on Task on Simulated Threat Detection Performance", *Sleep*, 31(9), 1251-1259, 2008.
- [37] G. Askew, "Who is The Screening Boss?–Does It Really Matter?" In: *Proceedings of Avsec World 2004 Conference*, Vancouver.
- [38] J.B. Barney, "Organizational Culture: Can It Be a Source of Sustained Competitive Advantage?", *The Academy of Management Review*, 11(3), 656-665, 1986.