

e-ISSN: 2459-1718



Journal of Transportation and Logistics

<http://www.ijttl.com/>



Volume 6



Issue 2



2021



İSTANBUL
UNIVERSITY
PRESS



Available online at www.ijtl.com

JTL

Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



Indexing and Abstracting / Dizinler
TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin
OpenAIRE





Available online at www.iujtl.com



Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



Owner / Sahibi

Prof. Dr. Abdullah OKUMUŞ

Istanbul University, School of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey
İstanbul Üniversitesi Ulaştırma ve Lojistik Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Responsible Manager / Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Mehmet ADAK

Istanbul University, School of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey
İstanbul Üniversitesi Ulaştırma ve Lojistik Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Correspondence Address / Yazışma Adresi

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistic,

Avcılar Campus, 34320 Avcılar, Istanbul, Turkey

Phone / Telefon: +90 (212) xxx xx xx / xxxx

E-mail: editor@iujtl.com

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jtl>

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/jtl/home>

Publisher / Yayıncı

Istanbul University Press / İstanbul Üniversitesi Yayınevi

İstanbul Üniversitesi Merkez Kampüsü, 34452 Beyazıt, Fatih,

İstanbul, Türkiye

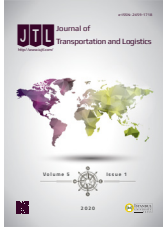
Phone / Telefon: +90 (212) 440 00 00

Authors bear responsibility for the content of their published articles.
Dergide yer alan yazılardan ve aktarılan görüşlerden yazarlar sorumludur.

The publication language of the journal is English and Turkish.
Yayın dili İngilizce ve Türkçe'dir.

This is a scholarly, international, peer-reviewed, open-access journal published biannually in April and October.
Nisan ve Ekim aylarında, yılda iki sayı olarak yayımlanan uluslararası, hakemli, açık erişimli ve bilimsel bir dergidir.

Publication Type / Yayın Türü : Periodical / Yayın Süreli



Available online at www.ijtl.com



Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



EDITORIAL MANAGEMENT / DERGİ YAZI KURULU

Editors-in-Chief / Baş Editörler

Prof. Dr. Mehmet ADAK

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – mehmet.adak@istanbul.edu.tr

Asst. Prof. Abit BALIN

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – abitbalin@istanbul.edu.tr

Co-Editors in Chief / Baş Editör Yardımcıları

Prof. Dr. Rasim İlker GÖKBULUT

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – rasim.gokbulut@istanbul.edu.tr

Assoc. Prof. Erkan ÇELİK

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – erkancelik@istanbul.edu.tr

Prof. Yi-Hsien WANG

Chinese Culture University, Department of Banking and Finance, Taipei, Taiwan – wyx12@ulive.pccu.edu.tw

Managing Editor / Yönetici Editör

Dr. Bahadır Fatih YILDIRIM

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – bahadirf.yildirim@istanbul.edu.tr

Language Editors / Dil Editörleri

Elizabeth Mary EARL

Istanbul University, Department of Foreign Languages, Istanbul, Turkey – elizabeth.earl@istanbul.edu.tr

Alan James NEWSON

Istanbul University, Department of Foreign Languages, Istanbul, Turkey – alan.newson@istanbul.edu.tr

Statistics Editor / İstatistik Editörü

Assoc. Prof. Burcu ADIGÜZEL MERCANGÖZ

Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – burcua@istanbul.edu.tr

EDITORIAL BOARD / YAYIN KURULU

Prof. Dr. Abdullah OKUMUŞ

Istanbul University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, Istanbul, Turkey – okumus@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Ayşe Güldem CERİT

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, School of Maritime Business and Management, İzmir, Turkey – gcerit@deu.edu.tr

Prof. Dr. Bruce C.T. Ho

National Chung Hsing University, Institute of Technology Management, Taichung, Taiwan – bruceho@nchu.edu.tw

Prof. Dr. Chelsea WHITE

Georgia Institute of Technology, Transportation and Logistics, Atlanta, GA, USA – cwhite@isye.gatech.edu

Prof. Dr. Ergün EROĞLU

Istanbul University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, Istanbul, Turkey – eroglu@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Goh MARK

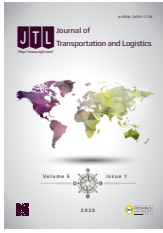
National University of Singapore, Department of Decision Sciences, School of Business, Singapore – tligohkh@nus.edu.sg

Prof. Dr. Haluk KORKMAZYÜREK

Toros University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of International Finance and Banking, Mersin, Turkey – haluk.korkmazurek@toros.edu.tr

Prof. Dr. Kannan GOVINDAN

University of Southern Denmark, Department of Technology and Innovation, Odense, Denmark – kgov@iti.sdu.dk



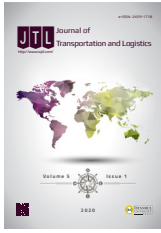
Available online at www.ijtl.com



Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



- Prof. Dr. Kulwant PAWAR
University of Nottingham, Department of Operations Management and Information Systems, Nottingham, UK – kulwant.pawar@nottingham.ac.uk
- Prof. Dr. M. Mehdi AMINI
Memphis University, Department of Marketing & Supply Chain Management, Memphis, TN, USA – mamini@memphis.edu
- Prof. Dr. Malgorzata PANKOWSKA
University of Economics, Department of Informatics, Katowice, Poland – malgorzata.pankowska@ue.katowice.pl
- Prof. Dr. Mehmet TANYAS
Maltepe University, Faculty of Business and Management Sciences, Department of International Trade and Logistics, Istanbul, Turkey – mehmettanyas@maltepe.edu.tr
- Prof. Dr. Mukesh Kumar BARUA
Indian Institute of Technology Roorkee, Department of Management Studies Uttarakhand, India – mukesh.barua@ms.iitr.ac.in
- Prof. Dr. Murat KIYILAR
Istanbul University, School of Business, Department of Finance, Istanbul, Turkey – muratkuy@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Nachiappan SUBRAMANIAN
University of Sussex, Business School, SPRU - Science Policy Research Unit, Brighton, Sussex House, Falmer Brighton, United Kingdom – n.subramanian@sussex.ac.uk
- Prof. Dr. Ömer ÖZKAN
Cyprus West University, Faculty of Law, Department of Law, Famagusta, North Cyprus – ozkanhukuk@yahoo.com
- Prof. Dr. Özcan KILIÇ
University of Wisconsin-River Falls, College of Business and Economics, Department of Management and Marketing, River Falls, WI, USA – ozcan.kilic@uwr.edu
- Prof. Dr. Sadettin ÖZEN
Maltepe University, Faculty of Business Administration and Management Sciences, Istanbul, Turkey – sadettinozen@yahoo.com
- Prof. Dr. Samuel Fosso WAMBA
Toulouse Business School, Department of Information Systems and Data Science, Toulouse, France – s.fosso-wamba@tbs-education.fr
- Prof. Dr. Sanjay MISRA
Covenant University, Department of Electrical and Information Engineering, OTA, Nigeria – sanjay.misra@covenantuniversity.edu.ng
- Prof. Dr. Seung-Chul KIM
Hanyang University, Department of Operations and Service Management, Seoul, Korea – sckim888@hanyang.ac.kr
- Prof. Dr. SiHyun PAIK
Yanbian University of Science & Technology, School of Business, Yanji, Jilin, China – shpaik@yust.edu
- Prof. Dr. Talha HARCAR
Penn State University, Department of Business, Pennsylvania, USA – tdh13@psu.edu
- Prof. Dr. Turan PAKSOY
Necmettin Erbakan University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Aviation Management, Konya, Turkey – tpaksoy@erbakan.edu.tr
- Prof. Dr. Vedat SARIKOVANLIK
Istanbul University, School of Business, Department of Finance, Istanbul, Turkey – vedsari@istanbul.edu.tr
- Prof. Dr. Yavuz GÜNALAY
Bahçeşehir University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of Logistic Management, Istanbul, Turkey – yavuz.gunalay@eas.bau.edu.tr
- Prof. Dr. Tuncay ÇELİK
Kayseri University, Faculty of Applied Sciences, Department of International Trade and Logistics, Kayseri, Turkey – tcelik@kayseri.edu.tr
- Assoc. Prof. Diego ESCOBARI
University of Texas Rio Grande Valley, Department of Economics and Finance, Texas, USA – diego.escobari@utrgv.edu



Available online at www.ijtl.com



Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



Assoc. Prof. Ebru DEMİRCİ	Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – edemirci@istanbul.edu.tr
Assoc. Prof. Eren ÖZCEYLAN	Gaziantep University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Gaziantep, Turkey – eozyeylan@gantep.edu.tr
Assoc. Prof. Eugene Y. C. WONG	Hang Seng University of Hong Kong, Department of Supply Chain and Information Management, Shatin, Hong Kong – eugene.wong@oocl.com
Assoc. Prof. Giovanni SATTA	University of Genoa, Genoa, Department of Economics, Italy – satta@economia.unige.it
Assoc. Prof. Gültekin ALTUNTAŞ	Istanbul University, Faculty of Transportation and Logistics, Department of Transportation and Logistics, Istanbul, Turkey – altuntas@istanbul.edu.tr
Assoc. Prof. Hakan DEMİREL	Zonguldak Bülent Ecevit University, Maritime Faculty, Ship Machinery Management Engineering Department, Zonguldak, Turkey – hakandemirel@beun.edu.tr
Assoc. Prof. Halit ÖZEN	Yıldız Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Istanbul, Turkey – ozen@yildiz.edu.tr
Assoc. Prof. Lincoln C. WOOD	University of Otago, Department of Management, Dunedin, New Zealand – lincoln.wood@otago.ac.nz
Assoc. Prof. Muhammet GÜL	Munzur University, Faculty of Health Sciences, Department of Emergency Aid and Disaster Management, Tunceli, Turkey – muhametgul@munzur.edu.tr
Assoc. Prof. Shao Hung GOH	Singapore University of Social Science, School of Business, Clementi, Singapore – shgoh015@unisim.edu.sg
Assoc. Prof. Sigal KAPLAN	The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Social Sciences, The Department of Geography, Jerusalem, Israel – sigal.kaplan@mail.huji.ac.il
Assoc. Prof. Syed Masiur RAHMAN	King Fahd University of Petroleum & Minerals, Center for Environment & Water Research Institute, Dhahran, Saudi Arabia – smrahman@kfupm.edu.sa
Assoc. Prof. Taih-Cherng LIRN	National Taiwan Ocean University, Department of Shipping and Transportation Management, Keelung, Taiwan – tedlirn@email.ntou.edu.tw
Assoc. Prof. Xiaolei WANG	Tongji University, School of Economics and Management, Shanghai, China – xlwangiris0420@gmail.com
Assoc. Prof. Zehra BOZBAY	Istanbul University, School of Business, Department of Marketing, Istanbul, Turkey – zehrat@istanbul.edu.tr
Assoc. Prof. Wei LI	Central South University, School of Civil Engineering, Department of Railway Engineering, Changsha, China – leeweili@csu.edu.cn
Asst. Prof. Özge Nalan BİLİŞİK	Yıldız Technical University, Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkey – oznalan@yildiz.edu.tr
Asst. Prof. Banu Yüksel ÖZKAYA	Hacettepe University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Ankara, Turkey – byuksel@hacettepe.edu.tr
Dr. Cafer AVCI	Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Yalova, Turkey – cafer.avci@yalova.edu.tr
Dr. Melike ERDOĞAN	Düzce University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Düzce, Turkey – melikeerdogan@duzce.edu.tr
Dr. Rahimeh NEAMATIAN MONEMI	University of Southampton, Business School Southampton, CORMSIS Centre for Operational Research, Southampton, United Kingdom – r.n.monemi@gmail.com



Available online at www.ijtl.com



Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



CONTENTS

RESEARCH ARTICLES

- Evaluating Occupational Health and Safety Applications: A Framework for Turkish Container Ports
Seyhun Çoban, Hakan Demirel, Umur Bucak.....137
- Investigation of the Effect of Rail Passenger Transport on Air Passenger Transport in Intermodal Transport:
Samsun and Trabzon Example
Intermodal Taşımacılıkta Demiryolu Yolcu Taşımacılığının Havayolu Yolcu Taşımacılığına Etkisini
Araştırılması: Samsun ve Trabzon Örneği
Süleyman Köse149
- Determining Passenger Profile According to Types of Transport in Konya: A Clustering Analysis
Nilüfer Canöz, Zeynep Ergen Işıklar, Ahmet Ertek.....163
- Türkiye'deki İlaç Tedarik Zinciri Yapısı ve Uygulamalarına İlişkin Bir Saha Çalışması
A Field Study on the Pharmaceutical Supply Chain Structure and Practices in Turkey
Hilal Türk, Samet Güner177

REVIEW ARTICLE

- Geleneksel Olmayan Yenilikçi Depo Yerleşim Tipleri ve Tasarımları Üzerine Bir Araştırma
Non traditional Innovative Warehouse Layout Types and Designs
Ayca Özceylan, Mehmet Tanyaş197

RESEARCH ARTICLES

- Mathematical Models for Milk Dispatching Problem
Süt Sevkiyat Problemi için Matematiksel Modeller
Damla Yüksel, Damla Kızılay, Hande Öztop, Sinem Özkan217



Available online at www.iujtl.com

JTL

Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



DOI: 10.26650/JTL.2021.972109

RESEARCH ARTICLE

Evaluating Occupational Health and Safety Applications: A Framework for Turkish Container Ports

Seyhun Çoban¹ , Hakan Demirel² , Umur Bucak³ 

ABSTRACT

With the COVID-19 pandemic, sky-high demand for long-distance shipping and remaining incapable of other modes to comply with maritime transport for meeting demand caused port congestion in vital hubs. The situation increased speed pressure that exists for so long on ports. In the meantime, operational speed requirements, port congestions, spread of port services threaten occupational health and safety in port areas. To cope with this risk many regulations and measures were taken by port authorities. In this study, it is aimed to determine the priority levels of the OHS rules applied to prevent possible risks and accidents in container ports. It has also been attempted to evaluate which factors are more effective in the implementation of these rules. Thus, occupational health and safety rules applied in Turkish container ports were determined and evaluated by experts. By this means, these applications were prioritized in terms of their significance levels. In the scope of these applications, prominent factors that threaten occupational health and safety were approached. Thus, a framework related to occupational health and safety rules applied in Turkish container ports and factors threaten them was designated. This framework was analysed and the results brought employee awareness into the forefront to establish reliable occupational health and safety system in Turkish container ports.

Keywords: Occupational Health and Safety, OHS Applications in Container Ports, Fuzzy AHP-TOPSIS Hybrid Method

Submitted: 22.07.2021 • Accepted: 20.09.2021

¹ Seyhun Çoban / Zonguldak Bulent Ecevit University, Institute of Social Sciences, Zonguldak, Turkey, E-mail: seyhuncbn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4819-3900

² Hakan Demirel / Zonguldak Bulent Ecevit University, Maritime Faculty, Zonguldak, Turkey, E-mail: hakandemirel@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7579-7064

³ **Corresponding author:** Umur Bucak / Zonguldak Bulent Ecevit University, Maritime Faculty, Zonguldak, Turkey, E-mail: umurbucak@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5112-8133

Citation: Coban, S., Demirel, H. & Bucak, U. (2021). Evaluating occupational health and safety applications: a framework for Turkish container ports. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(2), 137-147. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.972109>



1. Introduction

Ships have transported 85% of the total global cargoes between ports (Brooks and Faust, 2018) due especially to maritime transport's unit cost advantage. With the COVID-19 pandemic, long distance or transoceanic shipping activities' significance was more specifically emerged. Sky-high demand for shipping and failure of other modes on keeping in step with maritime transport caused port congestion in vital locations for global trade. These circumstances increased speed pressure that exists for so long on ports. For this reason, man-machine interaction in port areas has further tightened. On the other hand, the need for operational speed, port congestions, pressures on port services, etc. threaten occupational health and safety (OHS) in port areas. To cope with this risk many regulations and measures were taken by port authorities. Moreover, almost every port that gives service to global trade has its own OHS department and operations have been controlled in the scope of OHS regulations and employees have been trained periodically by OHS department.

The International Labour Organization (ILO) and the International Maritime Organization (IMO) have made international regulations on OHS in port areas except for those where national policies or legislation for ports were made. The ILO made its first regulation entitled 'Protection against Accidents (Dockers) Convention' in 1929. It was updated with subjects such as health and security conditions, prosperity and vocational training, social working conditions, in the recommendation no.145 in 1973. Finally, the ILO released 'The Occupational Safety and Health (Dock Work) Convention' in 1979 and subsequently endorsed Recommendation No.160 (Hanaz, 2019:15-16). On the other hand, the IMO also made regulations specific to ports in the scope of OHS. First, the 'International Convention for Safe Containers' was released in 1972 and lastly the 'International Ship and Port Facility Security Code (ISPS Code)' was added to 'The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-1974)' in 2004 (Saygı, 2018: 22). Turkey has been a party to these regulations and conventions and related clauses have been applied in Turkish ports. Besides these international regulations, clauses of national Occupational Health and Safety Law No. 6331 have also been applied in Turkish ports.

Gutierrez and Hintsa (2006) displayed the importance of employee training to provide occupational safety in logistics systems. *Beheary et al.* (2020) supported them and featured the training for, and education level of employees to make the OHS system perform well. *Antao et al.* (2016) brought out indicators of OHS performance at ports and ranked them as a result of a frequency analysis. *Yorulmaz and Aksu* (2021) also assessed the OHS performance of ports and emphasized the importance of an awareness stage regarding this. Some studies featured human factors as a one of the main contributors related to OHS in maritime logistics. *Uğurlu et al.* (2015) handled collision and grounding accidents of tanker ships and revealed that human factors are the most prior factors in the accidents and their economic consequence became prominent. *Mollaoglu et al.* (2019) evaluated factors that cause occupational accidents in port areas and found that 'Overconfidence and Disengagement of Employees' is the most significant factor that affect OHS in port areas. Finally, *Gul* (2020) proposed a risk assessment framework for ports to reduce risks

to an acceptable level and the likelihood and severity of the OHS risks in a port area were evaluated. In this study, OHS applications in Turkish container ports were prioritized in terms of their abatement level on OHS risks and threats or violating factors on these applications were evaluated.

In the second part, the methodology of this study is introduced and its implementation steps with formulations are displayed. In the following part of the second one, application of the method to framework of this study is explained. In the conclusion, the results are interpreted in the scope of the OHS system in Turkish ports.

2. Methodology

First, a questionnaire to be analysed by multi-criteria decision making methods to gain expert opinion was formed. Ethics committee approval was received to implement this form in the field study by Zonguldak Bulent Ecevit University, Human Investigations Ethics Committee in May, 2021.

The Analytic Hierarchy Process (AHP) method developed by *Thomas L. Saaty* (1980) has been used for solving problems and prioritizing criteria that are contributors in the decision making process. On the other hand, classic AHP may not fulfil the basic necessities of the problem when it comes much more criteria or uncertainty circumstances (Mollaoglu et al., 2019). At this juncture, fuzzy logic avoids sharp and subjective decisions that were involved in the decision making process (Demirel et al., 2018). The first study employed the Fuzzy AHP method, written by *Laarhoven and Pedrycz* (1983). Later, *Buckley* (1985) contributed the method by using geometric mean. In this study, we employed Buckley's proposed Fuzzy AHP method to prioritize the whole criteria. Afterwards, the weights of each criterion were used to rank alternatives by the Fuzzy TOPSIS method. The application steps of Fuzzy AHP-TOPSIS Hybrid method were introduced as shown below.

2.1. Fuzzy AHP Application Steps

Step 1: Pairwise comparison matrices consisting of criteria were established by the help of expert evaluations. Each element of the pairwise comparison matrices (a_{ij}) was a fuzzy number that corresponding to linguistic terms. Therefore, pairwise comparison matrices as follows:

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1} & \tilde{a}_{m2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

where (\tilde{a}_{ij}) represents the expert's valuation on comparison of i th element with j th element.

In this method triangular fuzzy numbers were identified to compare criteria by utilizing various linguistic variables such as "equal importance", "weak", "moderate importance",

“moderate plus”, “strong importance”, “strong plus”, “very strong”, “very strong plus” and “extreme importance”. This fuzzy nine level scale was displayed in Table 1 (Jiang and Fan, 2002).

Table 1. Triangular Fuzzy Numbers

Real Numbers	Linguistic Variables	Triangular Fuzzy Numbers	Reverse Triangular Fuzzy Numbers
1	Equal Importance	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Weak	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
3	Moderate Importance	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	Moderate Plus	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	Strong Importance	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	Strong Plus	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	Very Strong	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	Very Strong Plus	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	Extreme Importance	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Table 2. Alternatives’ Fuzzy Scores and Linguistic Variables

Real Numbers	Linguistic Variables	Triangular Fuzzy Numbers
1	Absolutely Poor	(0, 1, 2)
2	Very Poor	(1, 2, 3)
3	Poor	(2, 3, 4)
4	Medium Poor	(3, 4, 5)
5	Fair	(4, 5, 6)
6	Medium Good	(5, 6, 7)
7	Good	(6, 7, 8)
8	Very Good	(7, 8, 9)
9	Absolutely Good	(8, 9, 9)

Step 2: The geometric mean of each row of matrices was calculated to prioritize the whole criteria. At first, the geometric means of the first coefficients in each row’s triangular fuzzy numbers were calculated.

$$\begin{aligned}
 a_{1l} &= [1 \times a_{12l} \times \dots \times a_{1nl}]^{1/n} \\
 a_{2l} &= [a_{21l} \times 1 \times \dots \times a_{2nl}]^{1/n} \\
 &\dots \\
 a_{il} &= [a_{n1l} \times a_{n2l} \times \dots \times 1]^{1/n}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

And then, the geometric means of each row’s triangular fuzzy numbers’ second and third coefficients were also assessed respectively.

$$\begin{aligned}
 b_{1m} &= [1 \times b_{12m} \times \dots \times b_{1nm}]^{1/n} \\
 b_{2m} &= [b_{21m} \times 1 \times \dots \times b_{2nm}]^{1/n} \\
 &\dots \\
 b_{im} &= [b_{n1m} \times b_{n2m} \times \dots \times 1]^{1/n}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

The geometric means of the third coefficients were measured as follows:

$$\begin{aligned} c_{1u} &= [1 \times c_{12u} \times \dots \times c_{1nu}]^{1/n} \\ c_{2u} &= [c_{21u} \times 1 \times \dots \times c_{2nu}]^{1/n} \\ &\dots \\ c_{iu} &= [c_{n1u} \times c_{n2u} \times \dots \times 1]^{1/n} \end{aligned} \quad (4)$$

The sum of the geometric means in the row is a_{1s} for the lowest coefficients, a_{2s} for medium one and a_{3s} for the highest coefficients. Lastly, \tilde{r}_{ij} matrix was gained by utilizing the values of a_{ij} .

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{pmatrix} \left(\frac{a_{1l}}{a_{3s}}, \frac{b_{1m}}{a_{2s}}, \frac{c_{1u}}{a_{1s}} \right) \\ \left(\frac{a_{2l}}{a_{3s}}, \frac{b_{2m}}{a_{2s}}, \frac{c_{2u}}{a_{1s}} \right) \\ \vdots \\ \left(\frac{a_{il}}{a_{3s}}, \frac{b_{im}}{a_{2s}}, \frac{c_{iu}}{a_{1s}} \right) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Step 3: Fuzzy weights were assessed based on the equation 6 as shown below:

$$\tilde{U}_i = \sum_{j=1}^n (\tilde{W}_j \tilde{r}_{ij}), \forall i. \quad (6)$$

In equation 6, " \tilde{U}_i " referred to utility level of i th criterion, " \tilde{W}_j " referred to weight of the j th criteria. Plus, \tilde{r}_{ij} referred to the performance of the i th alternative for the j th criteria.

Step 4: Fuzzy numbers were transformed into crisp numbers. $\tilde{A} = (l, m, u)$ can be transformed into a crisp number by operating the equation below:

$$A = \sqrt[3]{(l * m * u)} \quad (7)$$

Step 5: After the defuzzification step Consistency Index (CI) was calculated in equation as follows:

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (8)$$

CI value should be below 0.10.

Step 6: In the last stage, the best alternative was ranked as the highest value through the lower value. After that TOPSIS method was applied for choosing the best alternative.

2.2. Fuzzy TOPSIS Application Steps

TOPSIS (Techniques for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method was developed by *Hwang and Yoon* (1981) to solve the multi-criteria decision-making problems. In accordance with this method, the best alternative should be the nearest to the positive ideal solution and the farthest to the negative ideal solution. Application steps of the TOPSIS method were presented below:

Step 1: The Decision matrix was normalized by the help of equation 9:

$$r_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J w_{ij}^2}}, j = 1,2,3, \dots, J, i = 1,2,3, \dots, n \quad (9)$$

Step 2: The normalized decision matrix was multiplied with the weights of each criterion w_i that were obtained from the Fuzzy AHP method.

$$v_{ij} = w_i * r_{ij}, j = 1,2,3, \dots, J, i = 1,2,3, \dots, n \quad (10)$$

Step 3: In this step, the Fuzzy Positive Ideal Solution (FPIS, A^*) and the Fuzzy Negative Ideal Solution (FNIS, A^-) were determined by the help of equation 11 and 12.

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \text{maximum values} \quad (11)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \text{minimum values} \quad (12)$$

Step 4: The distance of each alternative from FPIS d_i^* and FNIS d_i^- were calculated by the help of equation 13 and 14.

$$d_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, j = 1,2, \dots, J \quad (13)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1,2, \dots, J \quad (14)$$

Step 5: After the calculation of the distances, the Closeness Coefficients (CC_i) of each alternative were calculated (see eq. 15);

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, i = 1,2, \dots, J \quad (15)$$

Step 6: By comparing (CC_i) values, the ranking of the alternatives was determined.

3. Application

The increase in the volume of trade due to the developing industrialization of the world, the desire to transport cargoes long distances at once and in large volumes, and the low unit costs increase the share of maritime transportation in all transportation modes day by day. Ports, one of the most important components of maritime transport, are growing and developing rapidly in parallel with the innovations. Factors such as the increase in global maritime trade capacity, the development of ship sizes that require high volumes of cargo handling at one time, the expansion of the cargo segment, etc. force ports to handle and store faster, which may pose a threat to OHS in the port area. In this study, OHS practices in container ports in Turkey were determined and the effects and degree of impact of OHS factors were measured using fuzzy methods.

Under the title of OHS practices in container ports, 15 criteria and 3 alternatives were determined. In the process of creating criteria and alternatives, information was obtained from experienced OHS experts and the rules applied in ports were examined. A pairwise comparison matrix was established with the determined criteria. The pairwise comparison matrix was first constructed with linguistic expressions and then these linguistic

expressions were translated into triangular fuzzy numbers. The matrix converted into analytical triangular fuzzy numbers was solved by the Fuzzy AHP method proposed by Buckley (1985), and the criteria were weighted. In the second stage, after the criterion weighting, the 3 alternatives determined within the scope of the study were ranked within themselves using the Fuzzy TOPSIS method proposed by Chen (2000). Criteria and alternatives are displayed in Table 3 with their definitions.

Table 3. Criteria and Alternatives of the Study with its Definitions

Criterion Code	Criterion Name	Definition
C1	Protective Equipment Usage	Obligation of protective equipment usage for the whole employees of the whole stakeholders that operate in the port area.
C2	Submit to Warning Signs	Complying with traffic warning and occupational safety caution signs that are situated in the port area.
C3	Having OHS Training	It is forbidden to employ people who have not received OHS training within the port area.
C4	Not Working without Work Permit	It is obligatory to obtain permission from authorized persons before starting work within the port area.
C5	Not Operating Vehicles Without Protective Equipment	It is forbidden to operate vehicles or daily entering trucks that do not have trailer locks or shoes locked, lashing and protection equipment within the port area.
C6	Lock Control During Cargo Pick Up and Release	It is the port operators' responsibility to control and open and close the trailer locks of the trucks in the port area.
C7	Observing Speed Limits	It is obligatory to observe speed limits for the whole vehicles.
C8	Equipment Usage for Working at Height	Since working at height poses a health and safety hazard, the use of appropriate and protective equipment is obligatory.
C9	Not to be under the Cargo or between the Stacks	It is forbidden for all employees to stand under the suspended load in the port area, to walk around the container stowage areas on foot, and to step in between the stacks.
C10	Not Getting Too Close to Construction Equipment	It is forbidden to approach the work equipment more than the safety distances while the vehicles or cranes are operating during the operation.
C11	Not Using Electronic Devices such as Cell Phones while Working	It is forbidden to use distracting objects such as cell phones while working within the port area.
C12	Parking of Vehicles Outside the Specified Area	It is forbidden to park all vehicles (trucks/trailers/cars) entering the port area on a daily basis outside the designated places.
C13	Gas Measurement Control in Closed Area	It is obligatory to measure the gas before entering the closed areas (inside the warehouse / inside the container, etc.) and to enter based on the approval.
C14	Taking no Action Related to Private Vehicles During the Operation	Persons of all vehicles in the port area are prohibited from leaving their vehicle while waiting for the loading/discharging queue, walking around during the operation, and performing maintenance and cleaning related to the vehicle.
C15	Wearing Seat Belts in Vehicles	It is obligatory to wear seat belts while driving vehicles and construction equipment within the port area.
Alternative Code	Alternative Name	Definition
A1	Labour Induced Factors	Deficiencies originated from employees that threaten OHS.
A2	Equipment Induced Factors	Deficiencies originated from vehicles, cranes etc. that threaten OHS.
A3	Coordination Deficiency Induced Factors	Deficiencies originated from miscommunication that threaten OHS.

The study was conducted based on data obtained from 15 OHS experts working in Turkish container ports. Profiles of the experts are demonstrated in Table 4. It is shown that in Table 4, experts have a lot of experience and each of them are at least B Class OHS experts.

Table 4. Profiles of the Experts

Number of Experts	Educational Status		
	<i>Bachelor</i>	<i>MSc.</i>	
15	80%	20%	
Expert Class			
<i>A Class</i>		<i>B Class</i>	
15	60%	40%	
Job Experience			
<i>7-9 years</i>		<i>10-12 years</i>	<i>13-15 years</i>
15	46,67%	40%	13,33%

4. Results

In this study, OHS applications in Turkish container ports were determined and the reasons for the violation of these applications were investigated. In the analysis, firstly OHS applications were prioritized according to the data obtained from experts by the help of the Fuzzy AHP method. And then, prominent violation factors were ranked based on the weights of the OHS applications by the help of the Fuzzy TOPSIS method. Secondly, the significance levels of the OHS applications in Turkish container ports were revealed according to expert evaluations and were demonstrated in Table 5.

Table 5. Weights and Ranks of the Criteria

Criteria		Weight	Ranking	Expert	Consistency Index
C1	Protective Equipment Usage	0.0690	6	Ex1	0.0494
C2	Submit to Warning Signs	0.0682	7	Ex2	0.0087
C3	Having OHS Training	0.0673	8	Ex3	0.0117
C4	Not Working without Work Permit	0.1299	3	Ex4	0.0269
C5	Not Operating Vehicles Without Protective Equipment	0.0268	13	Ex5	0.0248
C6	Lock Control During Cargo Pick Up and Release	0.0446	10	Ex6	0.0204
C7	Observing Speed Limits	0.0401	11	Ex7	0.0199
C8	Equipment Usage for Working at Height	0.0936	4	Ex8	0.0272
C9	Not to be under the Cargo or between the Stacks	0.1374	1	Ex9	0.0107
C10	Not Getting Too Close to Construction Equipment	0.1314	2	Ex10	0.0133
C11	Not Using Electronic Devices such as Cell Phones while Working	0.0544	9	Ex11	0.0219
C12	Parking of Vehicles outside the Specified Area	0.0143	15	Ex12	0.0261
C13	Gas Measurement Control in Closed Area	0.0691	5	Ex13	0.0276
C14	Taking no Action Related to Private Vehicles During the Operation	0.0346	12	Ex14	0.0228
C15	Wearing Seat Belts in Vehicles	0.0191	14	Ex15	0.0751

As seen in Table 5, applications are ‘Not to be under the Cargo or between the Stacks’, ‘Not Getting Too Close to Construction Equipment’ and ‘Not Working without Work Permit’ became prominent criteria to provide OHS in port areas. On the other hand, the ‘Parking of Vehicles outside the Specified Area’ and the ‘Wearing Seat Belts in Vehicles’ were seen as subordinate criteria by the experts.

In the second phase of this study, prominent factors that cause to violate these OHS applications were ranked and the ranking table was displayed in Table 6. Accordingly, ‘Labour Induced Factors’ was seen as the most significant cause of being violated OHS applications in Turkish container ports.

Table 6. Ranks of the Alternatives

Alternatives	CC_i	Ranking
A1 (Labour Induced Factors)	0,808	1
A2 (Equipment Induced Factors)	0,617	2
A3 (Coordination Deficiency Induced Factors)	0,380	3

5. Conclusion

In container ports, the volume of cargo handled at one time is constantly increasing as a result of the increasing volume of trade and the size of the ships that allow more cargo to be transported at once. All these trends, such as the increase in the types of cargo carried in containers and ship capacities, put pressure on container ports in terms of operational speed. This situation may reveal threatening factors to OHS in port areas. In addition to operational speed pressure, technological developments are among the factors that threaten OHS in ports. With advancing technology and increasing mechanization, the importance of OHS has increased even more.

In this study, it is aimed to determine the priority levels of the OHS rules applied to prevent possible risks and accidents in container ports. It has also been attempted to evaluate which factors are more effective in the implementation of these rules. The criterion of ‘Not to be under the Cargo or between the Stacks’ was seen as the most important criterion by the experts. Accordingly, employees standing under a suspended load in the port area, walking around the port areas on foot, and entering the container stacks pose a threat to OHS. Among these threats, containers falling during handling operations, the overturning of a container and landing on the employees, etc. can be displayed. The prominence of this criterion reveals the importance of equipment reliability and employee awareness.

‘Not Getting Too Close to Construction Equipment’ was determined as the second important criterion. Construction equipment is constantly in motion in the port area and during operation. Getting too close to construction equipment beyond safety distances poses a threat to OHS. Being close to the construction equipment that stacks full and empty in the port area causes possible risks and accidents. Even though audible and visual warning detection systems and camera systems are used against risks in construction equipment, vital accidents can occur due to being in the instant working area or rapid movement of the equipment. Considering this criterion as a priority brings employee awareness to the fore in terms of ensuring OHS in ports.

‘No Working without a Work Permit’ was determined as the third important criterion. Works performed without permission in the port area, especially non-routine works, cause possible risks and accidents. In all works requiring a work permit in active work areas, permission should be obtained from authorized persons before starting work and information should be given to the relevant units about the work to be done. Obtaining the work permit will ensure that all security measures related to the work to be done will be taken and started. The priority of this criterion shows the importance of the level of coordination.

According to the analysis results obtained by applying the fuzzy AHP-TOPSIS hybrid method, Labour Induced Factors’ emerged as the top priority alternative. While this

alternative was followed by ‘Coordination Induced Factors’ as the second prior alternative, the ‘Equipment Induced Factors’ alternative was determined as the third prior alternative. In this context, the level of OHS problems that may arise primarily from personal omission is clearly seen in the results of the study. The necessity of complying with the rules, rather than individual preferences, comes to the forefront in criteria and alternative evaluations, especially during work-related activities.

With this study, which aims to create an effective awareness in OHS practices in terms of container ports, it is thought that the points that should be paid attention to in terms of employees and employers are expressed within a system with expert opinions and fuzzy-based methods. In addition, it is foreseen that this study will create a basic perspective for the studies to be done for different port areas by taking different methods and a different number of expert evaluations.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received to implement this form in the field study by Zonguldak Bulent Ecevit University, Human Investigations Ethics Committee in May, 2021.

Informed Consent: Written consent was obtained from the participants.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- S.Ç., H.D.; Data Acquisition- S.Ç., H.D.; Data Analysis/Interpretation- U.B., H.D.; Drafting Manuscript- S.Ç., U.B.; Critical Revision of Manuscript- H.D.; Final Approval and Accountability- S.Ç., H.D., U.B.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

Etik Komite Onayı: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 2021 yılı Mayıs ayında saha çalışmasında uygulanması için etik kurul onayı alınmıştır.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- S.Ç., H.D.; Veri Toplama- S.Ç., H.D.; Veri Analizi/Yorumlama- U.B., H.D.; Yazı Taslağı- S.Ç., U.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- H.D.; Son Onay ve Sorumluluk- S.Ç., H.D., U.B.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

References

- Antão, P., Calderón, M., Puig, M., Michail, A., Wooldridge, C., & Darbra, R. M. (2016). Identification of occupational health, safety, security (OHSS) and environmental performance indicators in port areas. *Safety science*, 85, 266-275.
- Beheary, M. S., Abdelaal, A., & Matar, S. M. (2020). Occupational Health and Safety Practices Assessment in Damietta Port, North Egypt. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 17-27.
- Brooks, M. R., & Faust, P. (2018). *50 Years of Review of Maritime Transport, 1968-2018: Reflecting on the Past, Exploring the Future*, UNCTAD Publishing, Geneva. (No. UNCTAD/DTL/2018/1).
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17(3), 233-247.
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- Demirel, H., Balin, A., Çelik, E., & Alarçin, F. (2018). A fuzzy AHP and ELECTRE method for selecting stabilizing device in ship industry. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, 69(3), 61-77.
- Gul, M. (2020). A fuzzy-based occupational health and safety risk assessment framework and a case study in an international port authority. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 19(4), 161-175.
- Gutierrez, X., & Hints, J. (2006, May). Voluntary supply chain security programs: a systematic comparison. In *The International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain, Lyon, France*.

- Hanaz, Muhammed Oğuzhan (2019). *Konteyner Limanlarında Tehlike ve Risklerin Analizi*, Unpublished Master Thesis, Üsküdar University Institute of Medical Sciences, İstanbul.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jiang, Y. P., & Fan, Z. P. (2002). A practical ranking method for reciprocal judgment matrix with triangular fuzzy numbers. *Systems Engineering*, 20(2), 89-92.
- Mollaoğlu, M., Bucak, U., & Demirel, H. (2019). A quantitative analysis of the factors that may cause occupational accidents at ports. *Journal of ETA Maritime Science*, 7(4), 294-303.
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073-1076.
- Saygı, Erkan (2018). *İzmit Körfezi Limanlarında İş Güvenliğinin Değerlendirilmesi*, Unpublished Master Thesis, Kocaeli University Institute of Science, Kocaeli.
- Uğurlu, Ö., Köse, E., Yıldırım, U., & Yüksek yıldız, E. (2015). Marine accident analysis for collision and grounding in oil tanker using FTA method. *Maritime Policy & Management*, 42(2), 163-185.
- Van Laarhoven, P. J., & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy sets and Systems*, 11(1-3), 229-241.
- Yorulmaz M., & Aksu, A. (2020). Liman İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulama Performans Boyutlarının AHP ile Değerlendirilmesi: Kocaeli Liman Bölgesi. *İşletme Bilimi Dergisi*, 9(1), 1-24.



Available online at www.iujtl.com

JTL

Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



DOI: 10.26650/JTL.2021.971797

RESEARCH ARTICLE

Investigation of the Effect of Rail Passenger Transport on Air Passenger Transport in Intermodal Transport: Samsun and Trabzon Example

İntermodal Taşımacılıkta Demiryolu Yolcu Taşımacılığının Havayolu Yolcu Taşımacılığına Etkisini Araştırılması: Samsun ve Trabzon Örneği

Süleyman Köse¹

ABSTRACT

Passenger transport demand is increasing rapidly with the globalization process. In order to meet the continuous increasing demand for transport services, it is necessary to combine all transport modes and technologies efficiently. In this regard, the integration of air transport, which is the fastest mode of transport, and rail transport, which is the safest mode of transport, is seen as the most ideal way out. In this context, the city of Trabzon was selected and it how the amount of air passenger transport will change if there is rail transport has been investigated. Within the scope of the study, regression analysis was performed to investigate the effect of rail passenger transportation on the air passenger transportation of Samsun, which was selected as a sample. Afterwards, the impact rates obtained from Samsun were included in the regression analysis results for Trabzon air passenger transportation. As a result of the analysis, it was determined that the effect of rail passenger transportation on Samsun airport passenger transportation was 1.44% in 2019, this effect will increase regularly to 21.03% in 2040. Also, it is estimated that there will be an increase of 65,142 passengers at Trabzon Airport in 2019 with the effect of rail transportation.

Keywords: Rail Transportation, Air Transportation, Air-Rail Integration, Intermodal Transportation, Passenger Transportation

Öz

Yolcu taşıma talebi küreselleşme süreciyle birlikte hızla ivme kazanarak artmaktadır. Sürekli artış gösteren ulaştırma hizmetlerine olan talebi karşılamak için, tüm ulaştırma mod ve teknolojilerinin verimli bir şekilde birleştirildiği sürdürülebilir ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesi ve teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda en hızlı taşıma modu olan havayolu taşımacılığı ile en güvenli taşıma modu olan demiryolu taşımacılığının entegrasyonu en ideal çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda Trabzon şehri seçilerek, bu şehirdeki havaalanı yolcu taşıma miktarının ilde demiryolu taşımacılığı mevcut olması halinde nasıl değişeceği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında örnek olarak seçilen Samsun ili havayolu yolcu taşımacılığına, demiryolu yolcu taşımacılığının etkisini araştırmak için regresyon analizi yapılmıştır. Daha sonra Trabzon ili havayolu yolcu taşımacılığı için yapılan regresyon analizi sonuçlarına, Samsun ilinden elde edilen etki oranları dâhil edilerek, demiryolu taşımacılığı yapılması halinde Trabzon havayolu yolcu taşımacılığının nasıl değişeceği tahminlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda Samsun havaalanı yolcu taşımacılığına demiryolu yolcu taşımacılığının etkisi 2019 yılında % 1.44 iken, bu etkinin düzenli artış göstererek 2040 yılında % 21.03'e çıkacağı belirlenmiştir. Ayrıca 2019 yılında Trabzon Havaalanında demiryolu yolcu taşımacılığı etkisi ile 65.142 yolcu artışı görüldüğü tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Demiryolu Taşımacılığı, Havayolu Taşımacılığı, Hava-Demiryolu Entegrasyonu, İntermodal Taşımacılık, Yolcu Taşımacılığı

Submitted/Başvuru: 15.07.2021 • Revision Requested/Revizyon Talebi: 10.09.2021 • Last Revision Received/Son Revizyon: 16.09.2021 • Accepted/Kabul: 20.09.2021

¹ **Corresponding author/Sorumlu yazar:** Süleyman Köse (Dr.), Karadeniz Technical University, Abdullah Kanca Vocational School, Trabzon, Turkey. E-mail: s.kose@ktu.edu.tr ORCID: 0000-0003-2940-7042

Citation/Atf: Kose, S. (2021). Investigation of the effect of rail passenger transport on air passenger transport in intermodal transport: Samsun and Trabzon example. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(2), 149-162. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.971797>



1. Introduction

Transportation can be defined as the activity of carrying all kinds of products or services from the first point to the final point with the help of various transport modes (Sussman, 2000). Transportation has always had an important place in human history (Taylor, 2015). The demand for transportation in passenger and cargo movements is increasing rapidly with the industrial revolution, mass production and ultimately the globalization process (Small et al. 2007).

The transportation system consists of sub-systems (types) such as highways, railways, seaways, airlines and pipelines, each of which has its own characteristics (Etemad, 2018; Papacostas and Prevedouros, 1993; Tuzkaya, 2009). In order to meet the steady increasing demand for transport services, it is necessary to develop and promote sustainable transport systems in which all transport modes and technologies are efficiently combined (Vrenken et al., 2005). In this context, intermodal transportation, which is defined as the transportation of people or cargo from the place of to the destination with a series of at least two transportation modes (Crainic and Kim, 2007), is preferred in terms of the advantages it provides. In Turkey, 90.5% of intercity passenger transport and approximately 87.4% of freight transport is made by highways (Kalkınma Bakanlığı, 2013). As can be seen, the need for a balanced distribution between transport modes continues. This situation shows how important the widespread use of intermodal transportation is for Turkey.

Since the past centuries, human beings have tried and succeeded in various methods to move rapidly from their current position to another position in every period (Balabanova and Keschyan, 2020). Considering that time is very important today, the need for fast and reliable transportation has caused many modes of transportation to be used together and this usage has become more widespread (Roşça et al., 2020). Worldwide, rail and air passenger transport modes appear as the most preferred modes of transport after the road passenger transport mode (Darmawan and Chen, 2020).

Railway transport, which plays an important role in passenger services for long-distance transport in many countries, carries 8% of the world's passengers (Lin and Ku, 2014 ; Zeybek, 2021). In Turkey, it seems that 1.4% of passengers are transported by rail (TCDD, 2018). Most conventional rail networks today are located in North America, Europe, China, Russia, India and Japan, and these regions account for 90% of global conventional rail passenger transport (TCDD, 2019).

Considering the last 10 years in the world, it is seen that there has been a steady increase in airline passenger transportation since 2010 (Stecencko and Parkhimovich, 2020). According to the global airline passenger traffic data announced by the International Air Transport Association (IATA), there was an increase of 4.2% in 2019 compared to the previous year. Also, in 2019, passenger capacity increased by 3.4% and the passenger load factor increased by 0.7 points, reaching a record level of 82.6% (IATA, 2019). According to the Airports Council International (ACI) 2019 Airport Connection Report; Turkey, in 2019 in terms of number of passenger transport was ranked 5th in Europe (ICAO, 2019).

The integration of air and rail is often seen as a strategy to mitigate capacity constraints

at airports, as well as an environmentally friendly way to avoid short-haul flights (Song et al., 2021). However, integration of both modes is particularly difficult due to the difficulties in developing attractive intermodal services (Qianli et al., 2020). In order for this integration to occur, the demands of passengers, who are the users of both systems, as well as the flows between the starting and destination points, are extremely important (Wang et al., 2020).

When the studies in the literature are examined in the light of all this information, many studies on rail passenger transport (Baumol, 1975; Due, 1997; Jing and Yin, 2020; Kulbovskiy et al., 2019) and air passenger transport (de Oliveira Dias, 2019; Demirhan et al., 2021; Goetz, 1992; Moura et al., 2020; Oleshko and Heiets, 2018; Wolle, 2021; Yang et al., 2018) have been found. Although there are studies using different methods that examine the two modes of transport together (Albalade et al., 2015; Chen, 2017; Clewlow, 2012; Erdogan et al., 2020; Grimme, 2007; Pagliara et al., 2012; Zhao et al., 2021), there are no studies investigating the effect of rail passenger transport on airline passenger transport by performing regression analysis. When the results of the studies conducted with different methods are examined, it is understood that the railway-airline connection is beneficial, but it has also been shown that the process to introduce and operate a system like Air-Rail is complex and expensive.

In the study, the air and rail passenger transport situation in Turkey has been investigated. As a result of this examination, the cities of Samsun and Trabzon were selected as the study area. The reason for selecting the city of Trabzon, is that it ranks sixth in Turkey's transport of passengers performed airports list. In addition, while railway transportation is carried out in the cities that are in the top 5 in the list, there is no railway transportation in Trabzon. In other words, the main purpose of the study is to determine the railway need of Trabzon in the light of scientific research. In this context, Samsun, which is the closest city to Trabzon in terms of distance, geographically and culturally, has been determined as the most ideal city for comparison. There are very few cities in the world that are so close to each other that one has a rail connection while the other does not. This situation reveals the originality of the study.

Firstly, in the study conducted in the light of this information, regression analysis was performed to investigate the effect of rail passenger transportation on the air passenger transportation of Samsun. Then, by adding the impact rates obtained from Samsun to the results of the regression analysis for Trabzon air passenger transportation, it was attempted to predict how the Trabzon air passenger transportation would change with the effect of rail transportation.

2. Methodology

2.1. Selected Airports Information

Airports under study, shown in Figure 1, the most active airports in the country and located in the Black Sea region of Turkey (DHMI, 2019). Samsun airport was put into service in 1998 and is located between 41°15'56" north latitude and 36°32'55" east longitude in the Middle Black Sea section of the region. The airport, which has a terminal building

area of 11,500 m², has an annual passenger capacity of 2 million (DHMI, 2019).

Trabzon Airport, which was opened in 1957, is located in the eastern Black Sea section of the region between 40°59'45 "north latitude and 39°47'07" east longitude. The airport, which has a total terminal area of 23,745 m² including 14,035 m² domestic flights and 9,710 m² international flights, has an annual passenger capacity of 5 million. The two airports mentioned are equipped with electronic systems where all kinds of aircraft can land in all conditions, including rainy and foggy weather (DHMI, 2019).



Figure 1. The display and satellite images of Samsun and Trabzon airports, which are selected as the study area, on the world map.

2.2. Regression Method and Its Application to the Study

Regression method is a method that predicts the value of a variable (dependent variable) by using its relationship with the value of the other variable (independent predictive variable) (Akmüt et al., 1999). Regression analysis can be simple and multivariate. Simple regression analysis examines the relationship between two variables, multivariate regression analysis examines the relationship between many variables (Chatterjee and Hadi, 2015). If the number of independent variables is two or more, it is called a multiple regression equation (Brook and Arnold, 2018). In order to apply regression analysis, variables should be separated as dependent and independent variables and a regression model should be established. A dependent variable is the variable whose value is affected by other variables and when the value of other variables changes. The independent variable is a variable whose value is determined according to random conditions, changes independently and affects the change of other variables. Whether the coefficients of a regression equation are significant is determined by the t test, and whether the regression equation is significant as a whole is determined by the F test (Özdamar, 2003). If the

calculated F or t statistics for each model or parameter is less than the determined critical value, it can be concluded that the established model is meaningful or the selected variable explains a large part of the variance and must be included in the model (Steppan et al., 1998).

In this study, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 19.0 program was used for regression analysis. The curve estimation function in the SPSS program was used to determine the most appropriate regression equation for each airport. As a result of the statistical analysis, the parameters of the equation giving the passenger transport amounts of the airports for the next years were found.

Primarily, two separate regression analyses were conducted to investigate the effect of rail transportation on the amount of passenger transportation at Samsun airport. In the first regression analysis, the annual airport passenger transport (PTA) amounts, population, gross domestic product (GDP) for the transportation sector and the annual passenger transport (PTR) amounts by road were used as variables shown in Table 1. The amount of passengers carried by the airport is determined as the dependent variable. Population, GDP for the transport sector and the annual amount of passengers transported by road were selected as independent variables. The selected independent variables were chosen because they can vary independently and have an effect on the change of the passenger transport variable.

Table 1. Data used for the first regression analysis of Samsun city.

Years	PTA	Population	GDP (Thousand of USA Dollar)	PTR
2004	294,716	1,213,165	1,210,208	9,067,591
2005	384,434	1,218,424	1,496,623	9,072,834
2006	483,089	1,223,774	1,640,667	9,379,901
2007	555,796	1,228,959	1,970,079	11,459,779
2008	604,387	1,233,677	2,245,638	11,290,742
2009	866,862	1,250,076	1,677,248	11,859,926
2010	957,391	1,252,693	1,879,153	12,302,100
2011	1,155,158	1,251,729	2,029,149	12,670,413
2012	1,237,691	1,251,722	2,112,871	12,813,268
2013	1,332,148	1,261,810	2,204,356	12,854,758
2014	1,522,058	1,269,989	2,213,921	13,297,506
2015	1,713,247	1,279,884	2,070,348	14,021,264
2016	1,783,839	1,295,927	2,114,319	14,506,881
2017	1,175,525	1,312,990	2,068,844	14,829,703
2018	1,735,522	1,335,716	1,830,230	15,541,665

In the second regression analysis, in addition to the data used in the first regression analysis, the annual passenger amount data transported by rail in the city were also used and shown in Table 2. In the second analysis, the amount of passengers transported at the airport was determined as the dependent variable. Population, GDP for the transport sector, annual passenger transported by road and annual passenger transported by rail (PTRW) were selected as independent variables.

Table 2. Data used for the second regression analysis of Samsun city.

Years	PTA	Population	GDP (Thousand of USA Dollar)	PTR	PTRW
2004	294,716	1,213,165	1,210,208	9,067,591	1,859,884
2005	384,434	1,218,424	1,496,623	9,072,834	1,848,980
2006	483,089	1,223,774	1,640,667	9,379,901	1,875,828
2007	555,796	1,228,959	1,970,079	11,459,779	1,969,021
2008	604,387	1,233,677	2,245,638	11,290,742	1,918,790
2009	866,862	1,250,076	1,677,248	11,859,926	1,940,719
2010	957,391	1,252,693	1,879,153	12,302,100	2,039,606
2011	1,155,158	1,251,729	2,029,149	12,670,413	2,936,570
2012	1,237,691	1,251,722	2,112,871	12,813,268	2,923,388
2013	1,332,148	1,261,810	2,204,356	12,854,758	2,608,383
2014	1,522,058	1,269,989	2,213,921	13,297,506	3,721,900
2015	1,713,247	1,279,884	2,070,348	14,021,264	4,428,456
2016	1,783,839	1,295,927	2,114,319	14,506,881	4,279,967
2017	1,175,525	1,312,990	2,068,844	14,829,703	4,429,207
2018	1,735,522	1,335,716	1,830,230	15,541,665	4,483,000

By using the parameters obtained from the two regressions analyses, an estimation of the amount of passenger transport with and without the effect of rail transport has been made for Samsun airport until 2040. Then the difference between these two estimates was calculated as a percentage.

In the next step, the regression model was created for the city of Trabzon, which does not have rail transport. In this regression model, the data of Trabzon city between 2004 and 2018, shown in Table 3, were used. These data are the annual passenger transport volumes of the airport, the population, GDP for the transport sector and the annual passenger transport by road. As in other regression models, the amount of passengers

Table 3. Data used in the regression analysis for the city of Trabzon.

Years	PTA	Population	GDP (Thousand of USA Dollar)	PTR
2004	775,699	732,221	821,981	4,575,731
2005	1,080,689	735,072	988,554	4,858,990
2006	1,472,957	737,969	1,104,953	4,745,504
2007	1,482,760	740,569	1,323,304	5,155,810
2008	1,469,713	748,982	1,510,862	5,149,458
2009	1,596,905	765,127	1,143,535	5,410,210
2010	1,963,169	763,714	1,357,681	5,482,128
2011	2,280,017	757,353	1,481,503	5,896,904
2012	2,404,150	757,898	1,587,618	6,181,264
2013	2,620,887	758,237	1,655,022	6,589,978
2014	2,777,536	766,782	1,636,027	6,970,749
2015	3,362,799	768,417	1,388,434	7,664,009
2016	3,713,994	779,379	1,393,870	7,830,487
2017	4,148,929	786,326	1,386,117	8,249,031
2018	4,028,563	807,903	1,285,503	8,769,380

transported at the airport is determined as the dependent variable. Population, GDP for the transport sector and the annual amount of passengers transported by road were selected as independent variables.

By using the parameter obtained as a result of the regression analysis, Trabzon airport passenger transportation amount was estimated until 2040. By adding the rail transport impact percentage calculated at Samsun airport to the results, the amount of passengers that can be transported at Trabzon airport in case of a railway is estimated.

In the study, the most appropriate method was used by comparing the arithmetic mean, geometric mean and exponential correction methods while estimating the independent variables.

3. Results and Discussion

According to the first regression analysis conducted for Samsun, it was determined that the significance level of the regression coefficient in explaining the dependent variable is significant according to the t test. It is seen that independent variables explain the dependent variable (PTA), at a rate of 83.8%. Since $F = 19.04$ and the significance level of the coefficients (Sig.) = 0.00011 < 0.05, it was concluded that the model was significant at the 95% significance level. Equation 1 was obtained as a result of the regression analysis.

$$PTA = -360774 + (-1,34 \times \text{Population}) + (0,008 \times \text{GDP}) + (0,25 \times \text{PTR}) \quad (1)$$

The amount of passengers to be transported by air until 2040, calculated according to the estimation equation obtained, is shown in Table 4.

Table 4. Passenger estimation for Samsun airport without rail transport impact.

Years	PTA	Population	GDP (Thousand of USA Dollar)	PTR
2019	1,892,508	1,349,073	1,903,439	16,318,748
2020	2,037,113	1,362,564	1,979,577	17,134,686
2021	2,188,048	1,376,190	2,058,760	17,991,420
2022	2,345,570	1,389,951	2,141,110	18,890,991
2023	2,509,949	1,403,851	2,226,755	19,835,540
2024	2,681,464	1,417,889	2,315,825	20,827,318
2025	2,860,407	1,432,068	2,408,458	21,868,683
2026	3,047,080	1,446,389	2,504,796	22,962,118
2027	3,241,798	1,460,853	2,604,988	24,110,223
2028	3,444,889	1,475,461	2,709,188	25,315,735
2029	3,656,693	1,490,216	2,817,555	26,581,521
2030	3,877,565	1,505,118	2,930,257	27,910,597
2031	4,107,874	1,520,169	3,047,468	29,306,127
2032	4,348,003	1,535,371	3,169,366	30,771,434
2033	4,598,351	1,550,725	3,296,141	32,310,005
2034	4,859,333	1,566,232	3,427,987	33,925,506
2035	5,131,381	1,581,894	3,565,106	35,621,781
2036	5,414,943	1,597,713	3,707,710	37,402,870
2037	5,710,485	1,613,690	3,856,019	39,273,013
2038	6,018,495	1,629,827	4,010,259	41,236,664
2039	6,339,477	1,646,126	4,170,670	43,298,497
2040	6,673,956	1,662,587	4,337,497	45,463,422

According to Table 4, it is seen that the change in the population, GDP and road passenger transportation amounts of Samsun city will increase the passenger transportation amount of Samsun airport. It is estimated that the amount of airline passenger transport in 2040 will increase by approximately 252% compared to 2019 amounts.

According to the second regression analysis conducted for Samsun, it was determined that the significance level of the regression coefficient in explaining the dependent variable is as important as in the first analysis according to the t test. It is seen that independent variables explain the dependent variable (PTA), at a rate of 87.6%. Since $F = 17.82$ and the significance level of the coefficients ($\text{Sig.} = 0.00015 < 0.05$), it was concluded that the model was significant at the 95% significance level. Equation 2 was obtained as a result of the regression analysis.

$$\text{PTA} = 5141948 + (-5,93 \times \text{Population}) + (0,003 \times \text{GDP}) + (0,221 \times \text{PTR}) + (0,22 \times \text{PTRW}) \quad (2)$$

Table 5 shows the amount of passengers to be transported by air until 2040, calculated according to the estimation equation obtained.

Table 5. Passenger estimation for Samsun airport with the effect of rail transport.

Years	PTA	Population	GDP (Thousand of USA Dollar)	PTR	PTRW
2019	1,919,742	1,349,073	1,903,439	16,318,748	5,379,600
2020	2,078,653	1,362,564	1,979,577	17,134,686	5,809,968
2021	2,250,144	1,376,190	2,058,760	17,991,420	6,274,765
2022	2,435,048	1,389,951	2,141,110	18,890,991	6,776,747
2023	2,634,257	1,403,851	2,226,755	19,835,540	7,318,886
2024	2,848,724	1,417,889	2,315,825	20,827,318	7,904,397
2025	3,079,470	1,432,068	2,408,458	21,868,683	8,536,749
2026	3,327,586	1,446,389	2,504,796	22,962,118	9,219,689
2027	3,553,284	1,460,853	2,604,988	24,110,223	9,957,264
2028	3,793,040	1,475,461	2,709,188	25,315,735	10,753,845
2029	4,047,590	1,490,216	2,817,555	26,581,521	11,614,153
2030	4,317,709	1,505,118	2,930,257	27,910,597	12,543,285
2031	4,604,210	1,520,169	3,047,468	29,306,127	13,421,315
2032	4,907,951	1,535,371	3,169,366	30,771,434	14,360,807
2033	5,229,836	1,550,725	3,296,141	32,310,005	15,366,064
2034	5,570,813	1,566,232	3,427,987	33,925,506	16,441,688
2035	5,931,883	1,581,894	3,565,106	35,621,781	17,592,606
2036	6,314,099	1,597,713	3,707,710	37,402,870	18,824,089
2037	6,718,570	1,613,690	3,856,019	39,273,013	20,141,775
2038	7,146,464	1,629,827	4,010,259	41,236,664	21,551,699
2039	7,599,009	1,646,126	4,170,670	43,298,497	23,060,318
2040	8,077,500	1,662,587	4,337,497	45,463,422	24,674,540

According to Table 5, it is seen that the change in the population, GDP, road passenger transport and rail passenger transport amounts of Samsun city increases the amount of passenger transportation to Samsun airport as in the first analysis. It is estimated that the amount of airline passenger transportation in 2040 will increase by approximately 320% compared to 2019 amounts with the effect of rail passenger transportation.

The comparison of passenger prediction with effective rail passenger transport and ineffective rail passenger transport for Samsun airport is given in Table 6.

Table 6. Samsun airport comparison table.

Years	Without Rail Transport Impact	With the Effect of Rail Transport	Difference between	Difference as percentage
2019	1,892,508	1,919,742	27,234	1.44
2020	2,037,113	2,078,653	41,539	2.04
2021	2,188,048	2,250,144	62,096	2.84
2022	2,345,570	2,435,048	89,478	3.81
2023	2,509,949	2,634,257	124,308	4.95
2024	2,681,464	2,848,724	167,260	6.24
2025	2,860,407	3,079,470	219,063	7.66
2026	3,047,080	3,327,586	280,506	9.21
2027	3,241,798	3,553,284	311,486	9.61
2028	3,444,889	3,793,040	348,151	10.11
2029	3,656,693	4,047,590	390,897	10.69
2030	3,877,565	4,317,709	440,143	11.35
2031	4,107,874	4,604,210	496,335	12.08
2032	4,348,003	4,907,951	559,948	12.88
2033	4,598,351	5,229,836	631,484	13.73
2034	4,859,333	5,570,813	711,479	14.64
2035	5,131,381	5,931,883	800,502	15.60
2036	5,414,943	6,314,099	899,157	16.61
2037	5,710,485	6,718,570	1,008,085	17.65
2038	6,018,495	7,146,464	1,127,969	18.74
2039	6,339,477	7,599,009	1,259,532	19.87
2040	6,673,956	8,077,500	1,403,544	21.03

As can be seen in Table 6, in the analysis made without the effect of rail passenger transportation, it was found that 1,892,508 passengers will be transported at Samsun airport in 2019, this number increased to 1,919,742 with the inclusion of rail passenger transportation in the analysis. When we look at the results of the year 2040, it is estimated that 6,673,956 passengers will be transported without the effect of rail passenger transportation, while this number has increased to 8,077,500 with the inclusion of railway transportation in the analysis.

According to the regression analysis made for Trabzon, it was determined that the significance level of the regression coefficient in explaining the dependent variable was significant according to the t test as in the other two analyses. It is seen that independent variables explain the dependent variable (PTA), at a rate of 97.4%. Since $F = 140.85$ and the significance level of the coefficients ($\text{Sig.} = 4.67\text{E-}09 < 0.05$), it was concluded that the model was significant at the 95% significance level. Equation 3 was obtained as a result of the regression analysis.

$$\text{PTA} = -3620798 + (1,25 \times \text{Population}) + (0,33 \times \text{GDP}) + (0,73 \times \text{PTR}) \quad (3)$$

The amount of passengers to be transported by air until 2040, calculated according to the estimation equation obtained, is shown in Table 7.

Table 7. Passenger estimation for Trabzon airport.

Years	PTA	Population	GDP (Thousand of USA Dollar)	PTR
2019	4,526,713	815,982	1,336,923	9,120,155
2020	4,821,941	824,142	1,390,400	9,484,961
2021	5,128,671	832,383	1,446,016	9,864,360
2022	5,447,361	840,707	1,503,856	10,258,934
2023	5,778,486	849,114	1,564,011	10,669,292
2024	6,122,539	857,605	1,626,571	11,096,063
2025	6,480,036	866,181	1,691,634	11,539,906
2026	6,851,509	874,843	1,759,299	12,001,502
2027	7,237,517	883,592	1,829,671	12,481,562
2028	7,638,635	892,428	1,902,858	12,980,825
2029	8,055,467	901,352	1,978,972	13,500,058
2030	8,488,636	910,365	2,058,131	14,040,060
2031	8,938,793	919,469	2,140,456	14,601,662
2032	9,406,614	928,664	2,226,075	15,185,729
2033	9,892,802	937,950	2,315,118	15,793,158
2034	10,398,089	947,330	2,407,722	16,424,884
2035	10,923,235	956,803	2,504,031	17,081,880
2036	11,469,030	966,371	2,604,193	17,765,155
2037	12,036,298	976,035	2,708,360	18,475,761
2038	12,625,893	985,795	2,816,695	19,214,791
2039	13,238,705	995,653	2,929,362	19,983,383
2040	13,875,659	1,005,610	3,046,537	20,782,718

According to Table 7, it is seen that the change in the population, GDP and road passenger transportation amounts of Trabzon city will increase the amount of passenger transportation at Trabzon airport as in Samsun airport. It is estimated that the amount of airline passenger transportation in 2040 will increase by approximately 206% compared to the 2019 amounts.

Table 8. Trabzon airport passenger prediction in case of a railway network

Years	Trabzon Estimation without Railway	Rate from Samsun (%)	Trabzon Estimation with Railway
2019	4,526,713	1.44	4,591,855
2020	4,821,941	2.04	4,920,267
2021	5,128,671	2.84	5,274,221
2022	5,447,361	3.81	5,655,165
2023	5,778,486	4.95	6,064,672
2024	6,122,539	6.24	6,504,441
2025	6,480,036	7.66	6,976,306
2026	6,851,509	9.21	7,482,242
2027	7,237,517	9.61	7,932,929
2028	7,638,635	10.11	8,410,620
2029	8,055,467	10.69	8,916,589
2030	8,488,636	11.35	9,452,182
2031	8,938,793	12.08	10,018,826
2032	9,406,614	12.88	10,618,024
2033	9,892,802	13.73	11,251,365
2034	10,398,089	14.64	11,920,525
2035	10,923,235	15.60	12,627,274
2036	11,469,030	16.61	13,373,474
2037	12,036,298	17.65	14,161,093
2038	12,625,893	18.74	14,992,200
2039	13,238,705	19.87	15,868,980
2040	13,875,659	21.03	16,793,733

The railway effect rates obtained in the analysis applied to Samsun airport were added to the estimation numbers found for Trabzon airport and shown in Table 8. As stated in Table 8, compared to normal conditions, Trabzon Airport has increased by 65,142 passengers in 2019 with the effect of rail passenger transportation, while this number is estimated to increase to 2,918,074 passengers in 2040.

4. Conclusions and Recommendations

In this study, the effect of rail passenger transportation on air passenger transportation has been investigated by using the data from Samsun city which was chosen specifically for having currently both kinds of transportation. In addition, it has been argued that how the air passenger transportation in Trabzon would be affected in the case of an integration of a railway network. The results obtained from the study are summarized below:

1. From the data of Samsun and Trabzon cities used for regression analysis, it has been determined that the amount of airline passenger transportation, population, road passenger transportation amount and rail passenger transportation amount increased regularly between the selected years. Although the transportation sector GDP data show a regular increase in Turkish Lira from these data, it has been determined that when it is converted to dollars, it has decreased in some years due to the changes in the dollar exchange rate.
2. In the first regression analysis for Samsun airport, it has been concluded that the variable that had the greatest impact was the amount of passenger transport by road and the amount of passenger transport by rail in the second analysis. In the regression analysis for Trabzon airport, it has been observed that the population independent variable was more effective than other variables.
3. It has been concluded that while the effect of rail passenger transportation on Samsun airport passenger transportation was 1.44% in 2019, this effect will regularly increase to 21.03% in 2040. Accordingly, it has been concluded that modes of transport in intermodal transport are extremely effective on each other.
4. It has been determined that Samsun Airport, which has an annual passenger carrying capacity of 3.5 million, will reach 3.553.284 passengers in 2027 and the airport will no longer meet the passenger capacity. Trabzon Airport, which has an annual passenger transport capacity of 5.5 million, is estimated to be unable to meet its passenger capacity as of 2022, even if rail passenger transport is not available.
5. The 2019 and 2020 data were not included in the study in order not to disruptively affect the results of the analyses due to the restrictions caused by the COVID-19 epidemic that affected the whole world. In this direction, when 2019 and 2020 data were compared with the predicted data; it was determined that the number of passenger transport in Samsun airport decreased by 29% in 2019 and 135.4% in 2020 due to the COVID-19 outbreak. It was determined that the number of passengers in Trabzon airport decreased by 20% in 2019 and 169.5% in 2020 due

to the COVID-19 outbreak. The most important reason for this rate in 2020; the epidemic had a greater influence at the end of 2019 in Turkey.

When the variables selected for regression analysis are examined in the study; although the number of each of the independent variables used for Samsun is more than the independent variables used for Trabzon, it is seen that Trabzon air passenger transportation is more in use than Samsun passenger transportation. One of the most important reasons for this situation is; the people registered in the population of Trabzon usually live in other cities. Another reason for this situation could be that Trabzon attracts more tourists than Samsun in terms of its historical features. Therefore; organizing such studies using different variables in other provinces and other countries will highly contribute to the literature.

Rail transport, one of the safest modes of passenger transport, is one of the most preferred modes of transport to reach airlines in many parts of the world. However, when we look at the studies in the literature, we see that it cannot be used at the desired level due to many factors such as infrastructure costs and geographical negativities, both in many parts of the world and in Turkey. Therefore, more budget allocation to this transportation model - especially in developing countries like Turkey - will be very beneficial both to increase development and to ease transportation. It can be said that the railway connection is extremely important in terms of air transport, especially in winter conditions, in terms of transportation problems and people not being able to reach the airline on time.

Considering the characteristics of intermodal transportation such as providing reliable transit time, being less affected by external factors, being reliable and environmentally friendly, it will be beneficial for the transportation sector in all respects. In addition, the inclusion of more transport modes in the intermodal transportation line is extremely important in terms of using these features more effectively.

Informed Consent: Written consent was obtained from the participants.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

References

- Akmut, Ö., Aktaş, R., & Binay, H. S. (1999). *Öngörü teknikleri ve finans uygulamaları*: Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi.
- Albalate, D., Bel, G., & Fageda, X. (2015). Competition and cooperation between high-speed rail and air transportation services in Europe. *Journal of Transport Geography*, 42, 166-174. doi:https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.07.003
- Balabanova, A., & Keschyan, N. (2020). *Quality of transport services for passenger transportation of a tourist city*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

- Baumol, W. J. (1975). Payment by performance in rail passenger transportation: An innovation in Amtrak's operations. *The Bell Journal of Economics*, 281-298.
- Brook, R. J., & Arnold, G. C. (2018). Applied regression analysis and experimental design. CRC Press.
- Chatterjee, S., & Hadi, A. S. (2015). Regression analysis by example. John Wiley & Sons.
- Chen, Z. (2017). Impacts of high-speed rail on domestic air transportation in China. *Journal of Transport Geography*, 62, 184-196. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.04.002>
- Clewlow, R. R. L. (2012). *The climate impacts of high-speed rail and air transportation: a global comparative analysis*. Massachusetts Institute of Technology.
- Crainic, T., & Kim, K. (2007). Intermodal Transportation, Handbooks in operations research and management, ed: Barnhart, C., Laporte, G: Elsevier, Amsterdam.
- Darmawan, V. E. B., & Chen, Y. W. (2020). Implementation of connection scan algorithm in tourism intermodal transportation journey planner: a case study. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 4(2), 129-136. doi:10.30656/jsmi.v4i2.2772
- de Oliveira Dias, M. (2019). Air Passenger Transportation in Brazil. *GSI*, 7(10).
- Demirhan, I., Balin, A., & Okumus, A. (2021). Hava trafiğine genel bir bakış ve İstanbul havalimanı için efektif bir hava trafik kontrol stratejisi. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(1), 107-124. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.814387>
- DHMİ. (2019). General Directorate of State Airports Authority, Activity Report.
- Due, J. F. (1997). The evolution of suburban and radial rail passenger transportation in the United States. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 37(2), 469-489. doi:[https://doi.org/10.1016/S1062-9769\(97\)90038-7](https://doi.org/10.1016/S1062-9769(97)90038-7)
- Erdogan, S., Fatai Adedoyin, F., Victor Bekun, F., & Asumadu Sarkodie, S. (2020). Testing the transport-induced environmental Kuznets curve hypothesis: The role of air and railway transport. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101935. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101935>
- Etemad, M. (2018). Transportation modes classification using feature engineering. *arXiv preprint arXiv:1807.10876*.
- Goetz, A. R. (1992). Air Passenger Transportation and Growth in the U.S. Urban System, 1950–1987. *Growth and Change*, 23(2), 217-238. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.1992.tb00580.x>
- Grimme, W. G. (2007). Air/rail passenger intermodality concepts in Germany. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 1(3), 251-263.
- IATA. (2019). International Air Transport Association. Air Passenger Volumes.
- ICAO. (2019). International Civil Aviation Organization. Airports Council International.
- Jing, Z., & Yin, X. (2020). Neural network-based prediction model for passenger flow in a large passenger station: an exploratory study. *IEEE Access*, 8, 36876-36884.
- Kulbovskiy, I., Bakalinsky, O., Sorochnynska, O., Kharuta, V., Holub, H., & Skok, P. (2019). Implementation of Innovative Technology for Evaluating High-Speed Rail Passenger Transportation. *EUREKA: Physics and Engineering; No 6 (2019)*.
- Lin, D.-Y., & Ku, Y.-H. (2014). Using Genetic Algorithms to Optimize Stopping Patterns for Passenger Rail Transportation. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 29(4), 264-278. doi:<https://doi.org/10.1111/mice.12020>
- Moura, F.H.S., Cactano, M. & Severino, M.R. (2020). Airport competitiveness analysis from aircraft and passenger movement. *Journal of Transportation and Logistics*, 5(2), 143-157. <https://doi.org/10.26650/JTL.2020.0015>
- Oleshko, T., & Heiets, I. (2018). Perspectives of the air transportation market in Ukraine. *Aviation*, 22(1), 1-5.
- Özdamar, K. (2004). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler). *Kaan Kitabevi, Eskişehir*.

- Pagliara, F., Vassallo, J. M., & Román, C. (2012). High-Speed Rail versus Air Transportation: Case Study of Madrid–Barcelona, Spain. *Transportation Research Record*, 2289(1), 10-17. doi:10.3141/2289-02
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D. (1993). *Transportation engineering and planning*.
- Roşca, M., Oprea, C., Ilie, A., Olteanu, S., & Dinu, O. (2020). Solutions for Improving Transit through Intermodal Passenger Terminals. *Procedia Manufacturing*, 46, 225-232. doi:https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.033
- Small, K. A., Verhoef, E. T., & Lindsey, R. (2007). *The economics of urban transportation*: Routledge.
- Song, F., Hess, S., & Dekker, T. (2021). A joint model for stated choice and best-worst scaling data using latent attribute importance: application to rail-air intermodality. *Transportmetrica A: Transport Science*, 17(4), 411-438.
- Stecenko, I. P., & Parkhimovich, A. V. (2020). Passenger air transportation market in Europe. *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*, 23(1), 59-70.
- Steppan, D. D. (1998). Essential regression and experimental design for chemists and engineers. <http://www.geocities.com/SiliconValley/Network/1900/index.html>.
- Sussman, J. (2000). *Introduction to transportation systems*.
- Taylor, G. R. (2015). *The transportation revolution, 1815-60*: Routledge.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı, (2013). Onuncu Kalkınma Planı 2014-2023, Ankara, 1-199.
- TCDD. (2018). The Republic of Turkey State Railways. Railway Sector Report.
- TCDD. (2019). The Republic of Turkey State Railways. Railway Sector Report.
- Tuzkaya, U. R. (2009). Evaluating the environmental effects of transportation modes using an integrated methodology and an application. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 6(2), 277-290. doi:10.1007/BF03327632
- Qianli, Z., Jie, O., & Rui, S. (2020, October). Study on the Optimization of Air-rail Intermodal Network Layout in The Beijing-Tianjin-Hebei Region under the Background of Xiong'an New Area. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 587, No. 1, p. 012105). IOP Publishing.
- Vrenken, H., Macharis, C., & Wolters, P. (2005). *Intermodal transport in Europe*: European intermodal association (EIA).
- Wang, K., Jiang, C., Ng, A. K., & Zhu, Z. (2020). Air and rail connectivity patterns of major city clusters in China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 35-53. *Transportation planning and technology*, 17(1), 1-23.
- Wolle, B. (2021). Stochastic Modelling of Air Passenger Volume during the COVID-19 Pandemic and the Financial Impact on German Airports. *Available at SSRN 3785562*.
- Yang, H., Burghouwt, G., Wang, J., Boonekamp, T., & Dijst, M. (2018). The implications of high-speed railways on air passenger flows in China. *Applied Geography*, 97, 1-9. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.05.006
- Zeybek, H. (2021). Evaluation of the possible use of the Ankara-Sivas High-Speed Railway line for freight transport. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(1), 17-27. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.0017>
- Zhao, L., Zhang, X. and Zhao, F. 2021. The impact of high-speed rail on air quality in counties: Econometric study with data from southern Beijing-Tianjin-Hebei, China. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123604.



Available online at www.iujtl.com

JTL

Journal of Transportation and Logistics
6 (2) 2021



DOI: 10.26650/JTL.2021.960728

RESEARCH ARTICLE

Determining Passenger Profile According to Types of Transport in Konya: A Clustering Analysis

Nilüfer Canöz¹ , Zeynep Ergen Işıklar² , Ahmet Ertek³ 

ABSTRACT

Since the existence of humanity and especially the invention of the wheel, ensuring the movement of persons, objects, living and non-living beings between two points in an economical, ergonomic, fast and safe manner has been the subject of both theoretical and applied research. Today, relevant ministries and local administrations are working on the continuous improvement of transportation infrastructure and facilities. Alternative transportation possibilities about the transportation of people which are developed by taking into account the geographical characteristics, increase the competition in this area day by day. Transportation companies develop strategies directly for the customer in order to be successful in the competitive environment.

In this study, the travel preferences and demographic structure of travellers were associated with a cluster analysis through the types of transportation that exist in the province of Konya. The survey study was analyzed with the SPSS program cluster analysis. As a result it was concluded that when the participants were grouped according to some demographic variables, it was seen that the most dominant modes of transportation were road and air. On the other hand because of Konya's conditions like education / health and business (industry), road, air and railway transportations are preferred.

Keywords: Transportation Preferences, Road Transport, Airline Transportation, Clustering Analysis

Submitted/Başvuru: 01.07.2021 • Revision Requested/Revizyon Talebi: 26.07.2021 • Last Revision Received/Son Revizyon: 18.08.2021 • Accepted/Kabul: 23.08.2021

¹ Nilüfer Canöz (Assoc. Prof.), Selcuk University, School of Civil Aviation, Department of Aviation Management, Konya, Turkey. ncanoz@selcuk.edu.tr
ORCID: 0000-0003-3424-3919

² **Corresponding author/Sorumlu yazar:** Zeynep Ergen Işıklar (Assist. Prof. Dr.), Selcuk University, School of Civil Aviation, Department of Aviation Management, Konya, Turkey. zeynepergen@selcuk.edu.tr ORCID: 0000-0001-6223-2227

³ Ahmet Ertek (Res.Assit.), Selcuk University, School of Civil Aviation, Department of Aviation Management, Konya, Turkey. ahmet.ertek@selcuk.edu.tr
ORCID: 0000-0002-8156-5075

Citation/Atf: Canoz, N., Ergen Isiklar, Z., & Ertek, A. (2021). Determining passenger profile according to types of transport in Konya: A Clustering Analysis. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(2), 163-176. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.960728>



1. Introduction

Since the day humanity existed, the transportation sector has existed due to needs such as health, safety and education. Today, the transportation sector enables different cities and countries to contact and connect with each other. The transportation sector is directly related to many sectors such as tourism, logistics, food and industry. Fast, safe, easy and more economical transportation of foodstuffs, raw materials and industrial products is carried out through transportation activities. In this context, it contributes to the development of economic and social opportunities for countries. Thanks to the means of transportation, the quality of life of societies increases and the welfare level of countries rises. In this respect, it can be considered as a development indicator for countries.

Transportation can be defined as transporting people, cargo and mail from one point to another using a transportation vehicle. These activities are carried out in different ways. The reason for this diversity stems from the types of the vehicles used. Accordingly, it is possible to list the types of transport as road transport, air transport, sea transport, railway transport, and pipeline transport (Doğan and Dikmen, 2018: 759). Considering the types of transportation in which different vehicles are used, it is seen that each has advantages and disadvantages compared to the other. Passenger profiles are also as important for the sector as these differences are. Based on this importance, a cluster analysis has been made in this study in order to determine passenger profiles according to the types of transportation operating in Konya. The study has been built within the framework of the road, rail and air transportation types that exist in accordance with the geographical conditions of Konya.

2. Transportation Activities

In our study, which aims to determine a passenger profile according to transportation types in order to prevent conceptual confusion, it will be useful to provide information about transportation and transportation activities while stating that the concept of transportation has a correspondence as transmission and shipping concepts in the literature. In this direction, the concept of transportation can be expressed as changing the current position of people and cargo safely in a short time and in a cost-effective manner. The transportation sector is very important in the economic development of Turkey, as it provides continuous transportation of cargo and job opportunities for many people in trades (Sector Analysis Project for Tradesmen and Craftsmen Transport Sector, 2017: 10).

In order to provide a suitable transportation opportunity, coordination between transportation activities should be provided by considering infrastructure, technology, resources and other interactions (Akgüngör and Demirel, 2004: 423-430). Different types of transportation attract attention in ensuring this coordination. The transportation sector consists of various transportation types such as road transport, rail transport, maritime transport, pipelines and air transport, which have different applications within themselves. (Deniz, 2016: 137).

2.1. Road Transport

As Turkey is a connection point between the East and the West due to its geographical location and has a convenient transportation structure, it has always attracted attention to road transport. With the easy and fast realization of favorable conditions and the establishment of the automotive industry in Turkey, road transport has developed very rapidly (MEB Karayolu Taşımacılığı, 2011: 5).

Transportation types contain quite different applications within themselves and their preferability varies accordingly. In this direction, road transportation is in the first place for passenger and freight transportation services for Turkey (Deniz, 2016: 138). Road transport is a technology-based service activity based on national and international rules. Road transport can be defined as the process of moving people or loads from one point to another, depending on a certain fee and contract. Transport companies are in constant interaction with customers and legal regulations. Departures and alternative roads, stations, customs, transition areas, vehicles, businesses in operation, rules and regulations are among the factors that affect the demand and supply of road transport (MEB Karayolu Taşımacılığı, 2011: 3).

2.2. Rail Transport

In the Ottoman period, railway transportation started with a distance of 211 kilometers of track in 1851. However, considering our existing borders apart from the Ottoman period, rail transport activities began with a line of 130 kilometers of track in 1856. By the end of 2020, railway transportation activities had been carried out with a total of 12,803 kilometers (TCDD Annual Report, 2020: 4).

Rail transport is a transportation activity where kilograms of heavy and large loads can be carried out at lower prices. Depending on the vehicles used in this type of transportation, the service provided in terms of quality and time, processes in the same direction. Considering the environment, less damage to the environment and more profitability on long-distance routes are among the advantages of rail transportation. In addition, due to its suitability for public transportation, it helps to eliminate the intensity experienced in other transportation activities (MEB Railway Transport, 2011: 3). Rail transport is more preferable than other transportation types of public transportation, considering its environmental friendliness, reliability and the amount of energy consumed. Therefore, the importance of rail transport has been increasing gradually (Çekerol and Nalçakan, 2011: 321-329).

2.3. Maritime Transport

The maritime transport sector, which has developed in line with the technological developments in the world, is used in freight and passenger transportation, industrial trade, live and non-living animal transportation and tourism (Maritime Transportation, 2007: 2). Maritime transport is the preferred type of transportation especially for the transportation of large loads. It is preferred by passengers at a very low rate compared to freight transportation. It is a less costly form of transportation in cases where time is not

important in the transportation of reliable and large loads such as railway transportation (Deniz, 2016: 145). Environmental friendliness, lower energy consumption, a lack of border crossings in freight transport, and a minimal damage and loss of products are among the factors that affect the preference of maritime transport. Air transport is fourteen times more expensive than maritime transport, seven times more than road transport, and three and a half times more expensive than rail transport. For all these reasons, it is the most preferred type of transportation worldwide. (GİSBİR, 2013: 4)

2.4. Air Transport

With the effect of constantly developing technology and changing passenger needs, the investments made in the aviation sector are also increasing; parallel to this, air transport is also developing rapidly. Air transport service can be expressed as the displacement of people, cargo and mail by providing a time advantage with their travel in the air using an aircraft (Gerede, 2002: 9). It is a very important sector for Turkey due to its effective use in the fields of tourism and trade. Air transport has started to be used more with the increase in the number of private airline companies and the increase in the number of flights with the effect of liberalization. Another important factor that can be considered in the increase of air transport usage is the increase in the number of airports in Turkey (Bahar, 2018: 26).

Continuous progress is being made in aircraft models, designs and equipment, as well as improvements made at airports. Air transport has very strict rules and regulations as it is the fastest transportation at the international level and requires high costs. In case of an internationally detected infectious diseases and political or financial crises, airline transportation is deeply affected (Bakırcı, 2012: 342). However, despite these risks, it has more advantages over other transportation activities. Due to these advantages, airline transportation is preferred by passengers and accordingly, it constantly develops and progresses.

3. Transportation of Konya Province

The diversity and modernization of transportation systems are important factors in the economic and social development of that region. As the transportation system grows and modernizes, commercial life revives, production increases, other sectors are positively affected, social and cultural life is colored, and education and health services improve. It embodies the diversity in the transportation system by road, rail and air in Konya.

3.1. Konya Province Road Transport

According to the data of 2018, the Konya province consists of a total 3,158 km of road network, 1,414 km of it being state roads and 1,744 km being provincial roads. 1,137.6 km of these roads are in the form of multi-lane roads, which are considered important in terms of traffic safety. As of 2003, the length of the multi-lane road was 160 kilometers. By constructing 970.6 km of multi-lane roads, a total of 1,137.6 km of multi-lane road network was reached between 2003 and 2018. The total length of multi-lane roads increased by 580% between 2003 and 2018 (Ulaşan ve Erişen Türkiye 2018 Karayolu, 2018: 71).

3.2. Konya Province Rail Transport

Railways are among the preferred transportation systems because they allow large amounts of passenger and freight transportation. The Konya province has a very advantageous location especially in passenger transportation with Konya-Ankara, Konya-Eskişehir and Konya-Istanbul High-Speed Train (HST) services. Considering the length of the railway, the Konya province has a total of 688 km of railway network, 383 km of conventional lines and 305 km of HST lines. In 2018, an average of 3,656,731 passengers traveled from Konya and 1,394,784 tons of freight were transported. Freight transportation is mainly carried out towards Kahramanmaraş, Mersin and Uşak provinces (Ulaşım ve İletişimde 2003/2019 Konya: 45)

Ankara-Konya High Speed Railway Line was put into operation in 2011 in order to provide access to Çukurova-South East Anatolia from Ankara via Konya. Travel time between Konya and Ankara is 1 hour 45 minutes. An average of 6,000 passengers travel on this line with 20 trips per day (Ulaşan ve Erişen Türkiye 2018 Demiryolu, 2018: 314).

On the other hand, 790 passengers travel on average daily with HSTs, which started to operate between Konya and Eskişehir in 2013. HST passenger trains operated between Konya-Eskişehir in 2013 and started to operate as Konya-Istanbul with the opening of the Eskişehir-Istanbul line in 2014. In addition, the Konya-Pendik line started to operate in 2014 and the Konya-Halkalı line started to operate in 2019. (<https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/hakkinda>). Travel time between Konya and Istanbul, which is 13 hours by conventional trains, has been reduced to 4 hours and 15 minutes. Since the Konya-Istanbul line was opened, 3 million 441 thousand passengers had traveled until the end of 2018. The occupancy rate between Konya and Istanbul is 86%.

Table 1. Konya Province HST Ridership Data

HST Route	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Konya-Ankara	407	1,371	1,745	1,890	1,799	1,775	2,047
Konya-Eskişehir/İstanbul			198	279	659	684	905

Source: TCDD 2017 Annual Report

3.3. Konya Province Air Transport

Air transport in Konya is carried out through Konya Airport. Konya airport has a civil-military status and was put into service in 2000. Turkish Airlines, Pegasus, AnadoluJet, SunExpress, Corendon and the Freebird airline companies serve as domestic and international lines.

Table 2. Airlines Serving Domestic and International Flights from Konya Airport

Airline	Destinations
Turkish Airlines	İstanbul, Kopenhag
Pegasus Airlines	İstanbul-Sabiha Gökçen, Kopenhag, Konya
SunExpress	İzmir, Amsterdam, Kopenhag
Atlas Global Airlines	İstanbul
AnadoluJet	İstanbul-Sabiha Gökçen
Corendon Airlines	Airlines operating seasonal charter flights

Source: <https://www.dhmi.gov.tr> Date of Access: 19.08.2019

4. Methodology

Konya is a province that has a lot of interaction with its external environment due to its geographical location and especially its socio-economic structure. This interaction focuses on education, trade (industry, agriculture, etc.) and tourism. At this point, different types of transportation (road, air and railway) are available to travel within and outside the province, and offer users the opportunity to choose. At this point, determining the relationship between people's demographic characteristics and travel preferences is important for both travel companies and local administrations in terms of transportation strategies and management.

The purpose of this study is to determine the general characteristics of people generally preferring a certain type of transportation during their travels. For this purpose, a survey was conducted and the people were categorized.

Although the population of the study is Konya, taking the population density, geographical distribution of the districts and research constraints into consideration, the study was limited to the participants residing in the central districts of Selcuklu (639.450), Meram (345.813) and Karatay (315.959), which are smaller samples representing Konya. The research was conducted on 1200 participants living in these districts. The survey was applied to 1200 participants who were selected by easy sampling, and who were interviewed face-to-face.

5. Findings

In this section, demographic frequency analysis and cluster analysis findings made within the scope of the research are included.

5.1. Demographic Findings

Within the scope of the research project, 11 demographic / descriptive questions were asked to the participants. In the cluster analysis made to group the participants according to their travel preferences, 6 variables determined as a result of the consensus were used: the participant's age, occupation, education level, average income of the household, generally preferred transportation type and travel purpose. The demographic distribution of the participants according to these variables is as follows:

Table 3. Demographic features

	AGE		EDUCATION			
	Frequency	percentage		Frequency	percentage	
	18-25	751	62.8	Primary school	34	2.9
	26-35	167	14	Secondary school	49	4.1
	36-45	132	11	High School	181	15.2
	46-55	83	6.9	Associate degree	167	14
	56-65	50	4.2	Bachelor's degree	704	59.2
	66 and above	13	1.1	Postgraduate	54	4.5
	Total	1196	100	Total	1189	100
	OCCUPATION		INCOME			
	Frequency	percentage		Frequency	percentage	
	Worker	51	4.3	1500 TL and Below	77	6.4
	Civil Servant	89	7.5	1501-3000 TL	316	26.5
	Academician	19	1.6	3001-4500 TL	388	32.5
	Housewife	56	4.7	4501-6000 TL	225	18.8
	Retired	41	3.4	6001-7500 TL	88	7.4
	Self-employment	63	5.3	7501 TL and above	100	8.4
	Teacher	36	3	Total	1194	100
	Health personnel	32	2.7	TRAVEL PURPOSE	Frequency percentage	
	Private Sector Employee	129	10.8		Visit	443
	Student-Unemployed (Other)	675	56.7	Business	147	12.3
	Total	1191	100	Touristic/Vacation	372	31.1
OVERALL PREFERRED TYPE OF TRANSPORT	Frequency percentage		Total <th colspan="2">Frequency percentage</th>	Frequency percentage		
	Frequency	percentage		Frequency	percentage	
	Road	723	60.7	Education	199	16.6
	Maritime	8	0.7	Health	15	1.3
	Air	275	23.1	Other	22	1.8
	Rail	185	15.5	Total	1198	100
	Total	1191	100			

- 62.82% of the participants are between the ages of 18-25, 14% between the ages of 26-35 and 11% between the ages of 36-45. Most of the participants are young people.
- 56.7% of the participants are students and unemployed, 10.8% are private sector employees and 7.5% are civil servants.
- 59.2% of the participants have a bachelor's degree, 15.2% of participants graduated from high school and 14% of them have an associate degree.

- 32.5% of the participants have an average monthly household income between 3001-4500 TL, 26.5% between 1501-3000 TL and 18.8% between 4501-6000 TL.
- Generally, the preferred type of transportation of the participants was road transport with 60.7%, air transport with 23.1% and rail transport with 15.5%. Accordingly, the first important transportation type preferred by the participants living in the center of Konya was road and the second most important transportation type was air.
- 37% of the participants travel for visiting, 31.1% for touristic / holiday and 16.6% for education.

5.2. Cluster Analysis Findings

Cluster analysis collects the units examined in a study into certain groups according to their similarities. With the classification made, it is aimed to determine the common features of the units and to make the general definition of the clusters formed (Şahin and Hamarat 2002).

Cluster analysis was used to determine the passenger profiles according to their preferred transportation types, in other words, it was used to group the participants according to their demographic characteristics. With the cluster analysis, participants with similar characteristics will be able to come together and the participant profiles will be determined according to the preferred transportation type.

Findings obtained from the answers given to the questionnaire questions in the project to which this study is related were evaluated and a cluster analysis was performed in the context of 6 demographic variables determined by taking expert opinions.

Clustering analysis was performed using the two-stage clustering method, which is frequently used when the number of clusters to be formed is uncertain. The variables used in the analysis are the participant's age, occupation, education level, average household income, generally preferred type of transportation and travel purposes. These 6 variables were analyzed by considering all their categories. The cluster analysis results using the logarithmic probability distance measure (*Distance measurement of similarity measures the closeness, that is, the similarity, of the observations for the variables within the clustering variables and is frequently used in the similarity measurement (Kalaycı, 2014:355). The log-likelihood distance can be used when there are continuous and categorical variables in the data (Sel, 2020).*) and the BIC (Schwarz's Bayesian Information Criterion) clustering criteria (the method used by the program when determining the number of clusters) are given below.

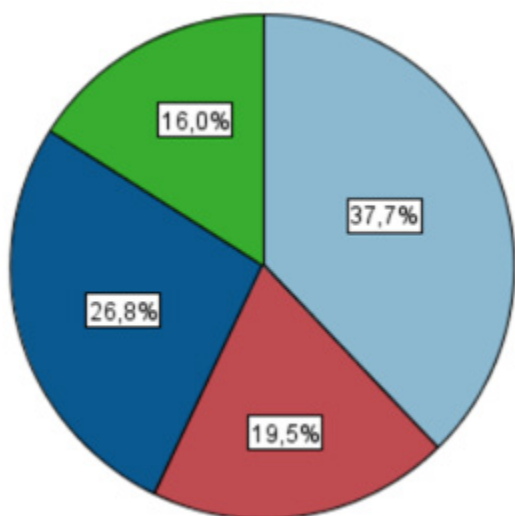


Figure 1. Cluster Sizes

Participants are grouped in 4 clusters according to Figure 1. The first cluster density was determined as 37.7%, the second cluster density was 19.5%, the third cluster density was 26.8% and the fourth cluster density was 16%.

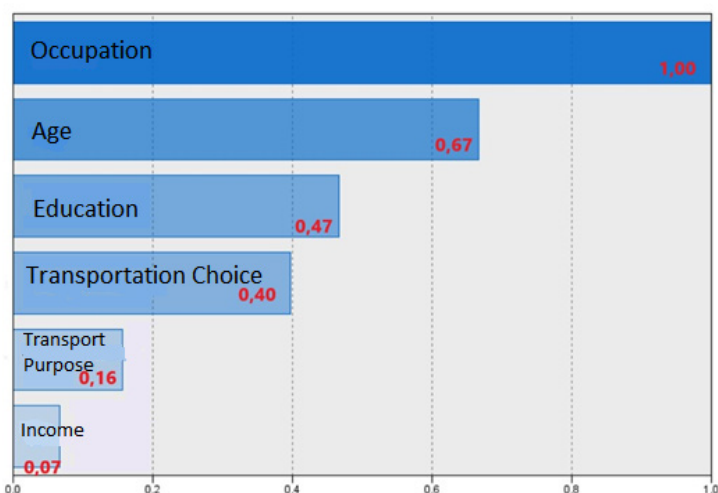
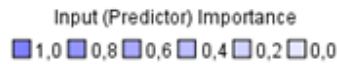


Figure 2. Significance Levels of Variables

According to Figure 2, while the participants were grouped with cluster analysis, the most effective variable was occupation. Then age, education, transportation preference, transportation purpose and income variables were taken into account in the cluster according to their importance level. The transportation type preference variable had a 40% effect while clustering.

Clusters



Cluster	1	3	2	4
Label				
Description				
Size	37.7% (438)	26.8% (311)	19.5% (226)	16.0% (186)
Inputs	S4 Other (95,2%)	S4 Private Sector Employee (28,0%)	S4 Other (92,5%)	S4 Civil Servant (37,1%)
	S2 18-25 Age (100,0%)	S2 36-45 Age (24,8%)	S2 18-25 Age (98,2%)	S2 26-35 Age (46,8%)
	S5 Bachelor's degree (74,9%)	S5 High School (35,7%)	S5 Bachelor's degree (85,0%)	S5 Bachelor's degree (73,7%)
	S8 Road (93,8%)	S8 Road (58,8%)	S8 Air (57,1%)	S8 Road (59,7%)
	S10 Touristic/Vacation (35,4%)	S10 Visit (46,0%)	S10 Education (33,2%)	S10 Visit (41,4%)
	S7 3001-4500 TL (34,5%)	S7 3001-4500 TL (34,7%)	S7 1501-3000 TL (30,1%)	S7 3001-4500 TL (31,2%)

Figure 3. Distribution of Variables in

Among the 4 clusters formed in Figure 3, are the most intense categories in the context of each demographic variable. The general characteristics of the clusters created accordingly are as follows:

Of the participants in the first cluster with a density of 37.7% (438 participants), 95.2% are in the student-unemployed occupation group, all of them are between the ages of 18-25, 74.9% of these participants are bachelor's degree students, 93.8% of the participants prefer transportation by road, 35.4% of them travel for touristic purposes and 34.5% of them have income between 3001-4500 TL.

In the second cluster, whose density is 19.5% (226 participants), the group with the highest density is the participant group whose transportation preference is the air transport (57.1%). If we look at the other characteristics of the participants in this cluster, it is seen that they are mostly in the student / unemployed profession group, they are in the age range of 18-25, have a bachelor's degree, they usually travel for education and have an income between 1501-3000 TL.

Of the participants in the third cluster with a density of 26.8% (311 participants), 28% are private sector employees, 24.8% of them are between 36-45 years old, 35.7% of these participants graduated from high school, 58.8% of them prefer road transportation, 46% of them travel for visiting purposes and 34.7% of them are people with an income between 3001-4500 TL.

In the fourth cluster, with a density of 16% (186 participants), civil servants (37.1%), 26-35 years olds (46.8%), participants who have bachelor's degree and students (73.7%), those who prefer road transport (59.7%), those traveling for the purpose of visiting (41.4) and those with income between 3001-4500 TL (31.2%) are mainly grouped together.

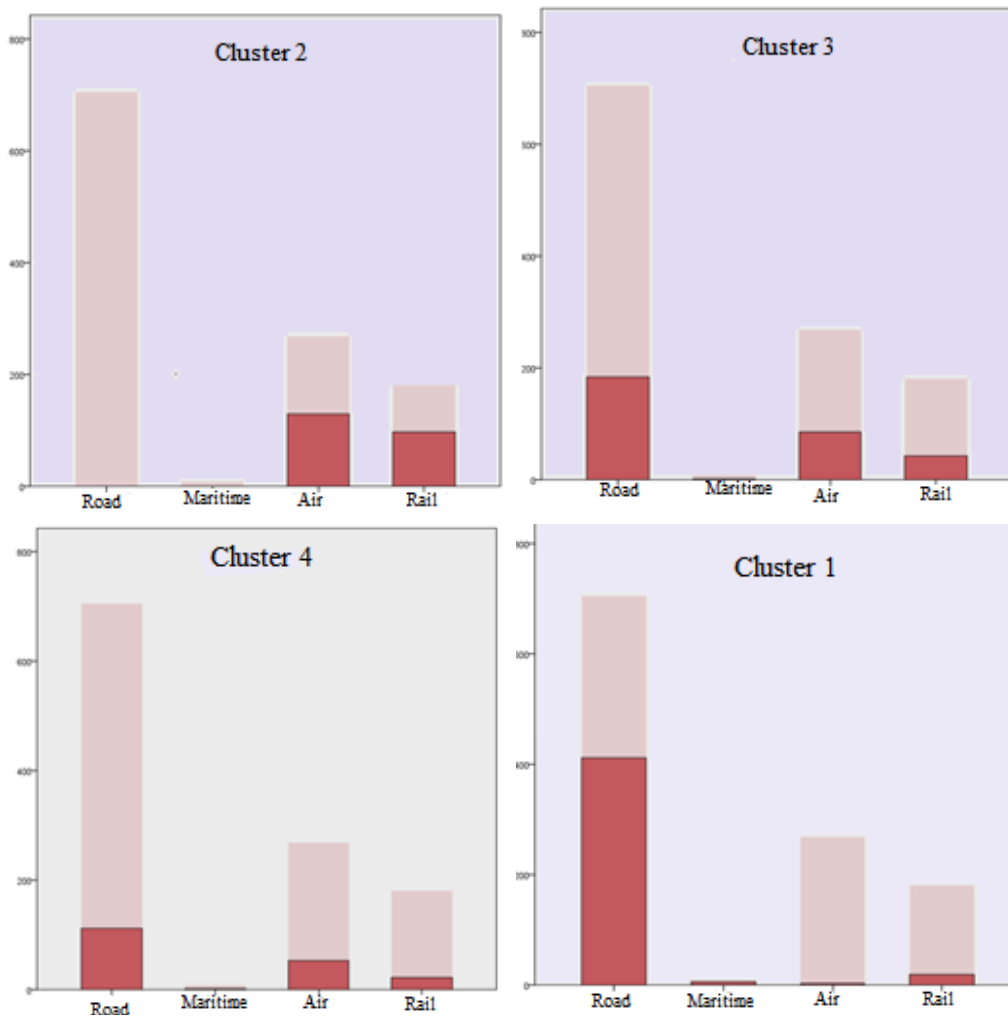


Figure 4. Cluster Densities According to Transportation Preferences

According to Figure 4, it is seen that clusters are formed within the framework of road and air in terms of transportation preferences. Clusters are listed as 2> 3> 4> 1 according to the density of those who prefer air transportation. The clusters are listed as 1> 4> 3> 2 according to the density of those who prefer road transport.

6. Conclusion and Recommendations

The Konya province is among the largest cities of Turkey in terms of population. A large part of the population is literate and the education level is quite high. Konya is attractive in terms of agriculture and industry sectors (import-export) as well as many cultural and historical riches. In addition, it is one of the rare cities with a diversity potential for tourism such as belief, culture, health, congress, fair, meeting, nature, sports and hunting. It welcomes millions of local and foreign visitors traveling for various purposes. The Konya province hosts many students with its 5 higher education institutions.

All these features of Konya show that it is important to diversify and improve transportation for both arriving and departing passengers. It is expected that transport graph of a city, which is particularly active in tourism, education, agriculture and industry, will increase every year.

For this purpose, the findings obtained from the field research conducted in the Konya province show that the majority of the participants are people whose education level is university. There are 5 universities in Konya and participation of students from outside the province is high at all educational levels (associate degree, undergraduate and graduate) of these universities.

Participants who prefer to travel by road travel mostly for the purpose of visiting, while the participants who prefer to travel by air travel mostly for touristic / holiday purposes and participants who prefer to travel by rail mostly travel for the purpose of visiting.

Konya, due to its geographical location, is in the center of the country and is a city that has the opportunity to reach other provinces by road, rail or air. In addition, all three types of transportation are preferred due to the demographic structure of the province as well as the conditions related to education / health and business (industry).

When the participants are grouped according to some demographic variables, it is seen that the most dominant modes of transportation are road and air. Occupation, age, education, transportation type preference, travel purpose and income variables show the effects on the participants' behavior, respectively. Among these variables, the choice of transportation type is 40% effective.

Participants were gathered in 4 categories according to the data obtained. Group characteristics of categories created according to these data in terms of the analyzed demographic variables are given in Table 2.

Table 4. Dense Features of Clusters According to Variables

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Occupation	Student / unemployed	Student / unemployed	Private Sector Employee	Civil Servant
Age	18-25 Age	18-25 Age	36-45 Age	26-35 Age
Education	Bachelor's degree	Bachelor's degree	High School	Bachelor's degree
Transportation Type	Road	Air	Road	Road
Travel Purpose	Touristic / Vacation	Education	Visiting	Visiting
Income	3001-4500 TL	1501-3000TL	3001-4500 TL	3001-4500 TL

Considering Table 4, the general characteristics of the group (cluster 2) that prefer air transport in Konya is that they are student / unemployed, are in the age range of 18-25, have a bachelor's degree, travel for educational purposes and have an income of 1501-3000TL. On the other hand, clusters are listed as 2> 3> 4> 1 according to the density of those who prefer air transportation. The clusters are listed as 1> 4> 3> 2 according to the density of those who prefer road transport.

According to the results, for the development and improvement of the aviation sector and airline transportation in Konya, companies should make flight plans by taking into account the existing passenger characteristics in cluster 2. Similarly, road transport companies should plan their strategies by taking the existing passenger characteristics in cluster 1 into account. In addition to cluster 1, cluster 3 and 4 are mainly composed of participants who prefer road transport; so companies should also consider the characteristics of these participants. In addition, strategies should be developed especially on marketing in order to encourage potential passengers in other clusters to use any form of transportation.

Informed Consent: Written consent was obtained from the participants.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- Z.E.I., N.C., A.E.; Data Acquisition- A.E.; Data Analysis/ Interpretation- Z.E.I.; Drafting Manuscript- Z.E.I., N.C., A.E.; Critical Revision of Manuscript- Z.E.I., N.C., A.E.; Final Approval and Accountability- Z.E.I., N.C., A.E.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support.

Acknowledgement: This study was extracted from the project number 19401020 supported by Selçuk University Scientific Research Projects Coordinatorship.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- Z.E.I., N.C., A.E.; Veri Toplama- A.E.; Veri Analizi/Yorumlama- Z.E.I.; Yazı Taslağı- Z.E.I., N.C., A.E.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- Z.E.I., N.C., A.E.; Son Onay ve Sorumluluk- Z.E.I., N.C., A.E.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Teşekkür: Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 19401020 numaralı projeden üretilmiştir.

References

- Akgüngör, A.P. ve Demirel, A. (2004). "Türkiye'deki Ulaştırma Sistemlerinin Analizi ve Ulaştırma Politikaları", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10 (3), 423-430.

- Bahar, E. (2018). “Türkiye’de Havayolu İşletmeciliğinin Gelişimi”, Arel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Ekonomi Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3 (1) İstanbul.
- Bakırcı, M. (2012). “Ulaşım Coğrafyası Açısından Türkiye’de Havayolu Ulaşımının Tarihsel Gelişimi ve Mevcut Yapısı”, Marmara Coğrafya Dergisi (25), 340 – 377.
- Çekerol, G. S. ve Nalçakan, M. (2011). Lojistik Sektörü İçerisinde Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Taşıma Talebinin Ridge Regresyonla Analizi, Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi. XXXI (II) 321-344.
- Deniz, T. (2016), Türkiye’de Ulaşım Sektöründe Yaşanan Değişimler ve Mevcut Durum. Eastern Geographical Review. (36).
- Doğan, Z. ve Dikmen Beller, B. (2018). Türkiye’deki Ulaştırma Sektörü ve Ulaştırma Türlerinin Karşılaştırılması, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(56) 758-770.
- Gerede, E. (2002). Havayolu Taşımacılığında Küreselleşme ve Havayolu İş birlikleri–THY AO.’da Bir Uygulama. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Eskişehir.
- GİSBİR (Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği) (2013). Sektör Raporu: Deniz Taşımacılığı 2010-2013. <https://konya.dhmi.gov.tr/Sayfalar/icerik-detay.aspx?oid=4219> (Date of Access:24.10.2019)
- <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/hakkinda> (Date of Access:24.10.2019)
- Kalaycı, Ş. (2014). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. 6. Baskı. Asil Yayıncılık. Ankara
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) (2011). Ulaştırma Hizmetleri Demir Yolu Taşımacılığı. Ankara.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) (2011). Ulaştırma Hizmetleri Kara Yolu Taşımacılığı. Ankara.
- Sel, A. (2020). Veri Madenciliği Kümeleme Yöntemleri Kullanarak Karbon Emisyonu Göstergeleri Açısından Oecd Ülkelerinin Sınıflandırılması. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi. Volume: 46, Summer. p. 169-187
- Şahin, M. ve Hamarat, B. (2002), G10 – Avrupa Birliği ve OECD Ülkelerinin Sosyo-Ekonomik Benzerliklerinin Fuzzy Kümeleme Analizi İle Belirlenmesi, ODTÜ Uluslararası Ekonomi Kongresi VI, Ankara
- T.C Devlet Planlama Teşkilatı (2007). Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013 Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Denizyolu Ulaşımı. Ankara.
- T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Esnaf ve Sanatkârlar Genel Müdürlüğü (2017). Esnaf ve Sanatkârlar Özelinde Sektör analizleri Projesi: Ulaştırma Sektörü. (978-605-5254-26 1) Ankara: T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Yayınları.
- TCDD (2020). TCDD Taşımacılık Aş Genel Müdürlüğü 2020 Faaliyet Raporu. Ankara: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı TCDD Taşımacılık Aş.
- Ulaşan ve Erişen Türkiye 2018 Demiryolu. (2018). <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/demiryolu/demiryolu.pdf> (Date of Access:24.10.2019)
- Ulaşan ve Erişen Türkiye 2018 Karayolu. (2018). <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/karayolu/karayolu.pdf> (Date of Access:24.10.2019)
- Ulaşımında ve İletişimde 2003/2019 Konya. <https://www.uab.gov.tr/uploads/cities/konya/42-konya.pdf> (Date of Access: 12.11.2019)



Türkiye'deki İlaç Tedarik Zinciri Yapısı ve Uygulamalarına İlişkin Bir Saha Çalışması

A Field Study on the Pharmaceutical Supply Chain Structure and Practices in Turkey

Hilal Türk¹ , Samet Güner² 

Öz

İlaç sektöründe tedarik zinciri uygulamaları hem işletme performansı hem de ilacın ihtiyaç noktasına uygun şartlarda ve doğru zamanda ulaştırılması açısından büyük önem taşımaktadır. İşletmeler açısından bakıldığında envanter politikası, talep tahmini ve kapasite planlaması gibi pek çok kritik faaliyet tedarik zinciri sürecinde alınan kararlarla yakından ilişkilidir. Diğer yandan, insan sağlığına doğrudan etkisi olan ilacın hassas yapısı, kendine has takip, depolama ve taşıma gereklilikleri, ihtiyaç duyulan noktaya zamanında ulaştırılması zorunluluğu ilaç tedarik zincirini insan hayatı açısından da önemli kılmaktadır. Bu çalışmada ülkemizde ilaç tedarik zincirinde faaliyet gösteren üreticiler, 3PL hizmet sağlayıcılar, ecza depoları ve eczanelere ilişkin bir saha çalışması yapılarak bu işletmelerin planlama ve operasyon performansları karşılaştırmalı değerlendirilmiştir. Ayrıca bu işletmelerde çalışan uzmanlarla yapılan görüşmeler doğrultusunda ilaç sektörünün karakteristik özellikleri ve ilaç tedarik zinciri içerisindeki ilişkiler ve işbirlikleri ortaya çıkartılmıştır. Böylelikle bu çalışmada Türkiye'deki ilaç tedarik zinciri yapısı ve uygulamaları ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada, ilaç tedarik zincirinin tüm tarafları dikkate alınarak bütüncül bir bakış açısı ortaya konulmuştur. Bulgular, ilaç tedarik zincirindeki tüm tarafların üst düzeyde işbirliği yaptığını ve birbirlerine katma değerli hizmetler sunduğunu göstermiştir. Üreticiler daha fazla operasyonel risk almakta ve daha fazla belirsizlikle baş etmek durumundadır. Ecza depolarının sunduğu hızlı, küçük hacimli ve sık sevkiyatlar sayesinde eczaneler düşük stok miktarları ile çalışmakta ancak bu durum ecza depolarının stok maliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: İlaç Tedarik Zinciri, Performans, 3pl, Planlama, Operasyon

ABSTRACT

Supply chain practices in the pharmaceutical industry are of great importance in terms of both the operating performance of firms and delivering the drug to the point of need under the right conditions and time. From a business perspective, many critical activities such as inventory policy, demand forecasting, and capacity planning are closely related to the decisions made in the supply chain process. However, the sensitive structure of drugs, its unique monitoring, storage, and transportation requirements, and the necessity of delivering them to the point of need just in time make the proper functioning of pharmaceutical supply chain essential for human life. In this study, the planning and operation performances of pharmaceutical supply chain members, which include producers, 3PL service providers, distributors, and pharmacies, were evaluated comparatively by conducting a field study. Additionally, the characteristics, relationships, and partnerships within the pharmaceutical supply chain were revealed through interviews with industry experts. Hence, the pharmaceutical supply chain structure and practices were examined in Turkey. By examining all parties of the pharmaceutical supply chain, a holistic perspective was adopted. The findings revealed that all parties in the pharmaceutical supply chain put collective efforts to provide value-added services to each other. Manufacturers face greater operational risks and uncertainty. Pharmacies can work with low stock quantities because of frequent shipments provided by distributors; however, this provision has a detrimental impact on the inventory costs of distributors.

Keywords: Pharmaceutical Supply Chain, Performance, 3pl, Planning, Operation

Başvuru/Submitted: 20.06.2021 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 20.07.2021 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 27.07.2021 • **Kabul/Accepted:** 29.07.2021

¹ **Sorumlu yazar/Corresponding author:** Hilal Türk, Sakarya, Türkiye. E-mail: hilalyavuzturk@gmail.com ORCID: 0000-0001-5518-1644

² Samet Güner (Doç. Dr.), Sakarya Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sakarya, Türkiye. E-mail: sguner@sakarya.edu.tr ORCID: 0000-0002-4095-3370

Atf/Citation: Türk, H., & Güner, S. (2021). A field study on the pharmaceutical supply chain structure and practices in Turkey. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(2), 177-196. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.954832>



EXTENDED ABSTRACT

The supply chain practices of the pharmaceutical industry are of great importance in terms of both the operating performance of firms and delivering the drug to the point of need under the right conditions and time. From a business perspective, many critical activities such as inventory policy, demand forecasting, and capacity planning are closely related to the decisions made in the supply chain process. However, the sensitive structure of drugs, its unique monitoring, storage, and transportation requirements, and the necessity of delivering them to the point of need just in time make the pharmaceutical supply chain essential for human life. In this study, the pharmaceutical supply chain structure and practices in Turkey have been examined. Planning and operation performances of pharmaceutical supply chain members, including manufacturers, 3PL service providers, distributors, and pharmacies, were evaluated comparatively by conducting a field study. The characteristics of the pharmaceutical industry and the relationships and collaborations within the pharmaceutical supply chain were revealed through interviews with industry experts. Hence, a holistic perspective has been adopted by considering all parties of the pharmaceutical supply chain.

A three-stage method was followed in this study. First of all, a comprehensive literature review was conducted to determine the numerical metrics to compare the performance of the parties operating in the pharmaceutical supply chain. A total of eight performance indicators for planning and operation processes were identified in this context. These performance metrics for planning are stock quantity, stock turnover rate, forecast accuracy, rate of obsolete inventory, and forecasts versus order. The performance metrics for operations are capacity utilization rate, vendor lead time, and order fill rate.

In the second stage, numerical performance indicators were requested from manufacturers, 3PL, distributors, and pharmacies through face-to-face interviews. Then, the performance of each supply chain party was calculated by averaging the performance metrics. Eleven companies participated in the research, including three pharmaceutical manufacturers (Novartis, Deva, and Neutec); three 3PL enterprises (Ekol, DHL, and Arkas Logistics); two distributors (BEK and Selçuk Ecza Warehouse); and three pharmacies. The total market share of manufacturers is 30%, 3PLs 57%, and distributors 49%, respectively. Since the operational and managerial processes are similar and most of them receive similar services from the manufacturers, 3PLs, and distributors, no diversification has been made in the selection of pharmacies.

In the third stage, eleven semi-structured interviews were conducted with senior managers working in each participating company. In these interviews, we captured how participants characterize the pharmaceutical industry (production structure, customer expectation, supplier relations, demand variability, delivery time, etc.); how they define their roles and responsibilities within the supply chain; and their views on relations and cooperation with other parties in the supply chain. The participants' responses to these questions were evaluated, and a common opinion was formed for each supply chain side.

The findings showed that manufacturers take more operational risks and must deal with more uncertainty. Thanks to the fast and frequent shipments offered by distributors, pharmacies work with low stock quantities; however, this provision has a detrimental impact on the inventory costs of distributors. All parties in the pharmaceutical supply chain cooperate at a high level and provide value-added services to each other. Some of these value-added services include sharing sales, stock and forecast data, discounts to support sales, and frequent shipments with small volumes. Another important finding relates to demand forecasting. Demand forecasting errors in the industry are generally low because of the widespread use of IMS (Intercontinental Marketing Services) data. Pharmaceutical Track and Trace System (ITS) used in the pharmaceutical supply chain to prevent waste in stocks and demand forecasting errors. However, the price policy implemented by the government during the year causes deviations in the demand forecasts of manufacturers and 3PLs.

Results showed that the pharmaceutical industry is quite structured in Turkey. Manufacturers, in particular, stated that they are under the strict control of the Ministry of Health, and pharmacists are under the strict control of both the Ministry of Health and the Turkish Pharmacists Association. The sanctions of the Ministry of Health place serious pressure on manufacturers and cause them to take responsibility in the entire supply chain process, from supplier selection to distribution. Similar sanctions and legal regulations affect the sales and advertising policies of pharmacies and eliminate the competitive environment between pharmacies.

1. Giriş

İlacın üretim aşamasından hastaya ulaşmasına kadar geçen süreçte tedarik zinciri yapılandırması hem işletmelerin rekabetçiliği hem de ihtiyaç sahiplerinin ürüne ulaşabilirliği açısından oldukça önemlidir. Nitekim ilaç dağıtım kanalında verilecek kararlar süreçteki darboğazların ortadan kaldırılması, envanter politikası, talep tahmini, stok fire oranı ve kapasite kullanım oranı gibi pek çok performans boyutunu etkilemektedir. Özellikle de ilacın ideal koşullarda bir araya getirilmesi gereken etken maddelerden oluştuğu, insan hayatını yakından etkilediği için tüm süreç boyunca güvenli bir şekilde izlenmesi gerekliliği, doğru koşullarda taşıma ve depolama zorunluluğu, ihtiyaç anında yeterli miktarda ve doğru yerde bulunması gerekliliği bu sektördeki tedarik zinciri uygulamalarını oldukça önemli bir hale getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ilaç tedarik zincirinde faaliyet gösteren üreticiler, 3PL hizmet sağlayıcılar, ecza depoları ve eczanelerin tedarik, envanter yönetimi ve dağıtım süreçlerini kapsayan planlama ve operasyon performanslarını değerlendirerek ve sektördeki uzmanların görüşlerini alarak Türkiye'deki ilaç tedarik zinciri yapısını ve uygulamalarını değerlendirmektir. Böylece, ilaç tedarik zinciri yapısı ve uygulamalarına ilişkin bütüncül bir bakış açısı sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla bir saha çalışması yapılarak sektörde faaliyet gösteren ve yüksek pazar payına sahip ilaç tedarik zinciri paydaşlarının tedarik zinciri performansı seçilen göstergeler bağlamında değerlendirilmiş ve karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Ayrıca araştırmaya katılan uzmanların bireysel görüşleri alınarak ilaç sektörünü nasıl karakterize ettikleri ve tarafların ilaç zinciri içerisindeki rolleri, sorumlulukları, aralarındaki ilişkiler ve işbirlikleri anlaşılmasına çalışılmıştır.

Ülkemizde ilaç sektöründeki lojistik ve dağıtım süreçlerine ilişkin bazı çalışmalar yapılmış olsa da (Yiğit 2002; Şen ve Güventürk, 2005; Yorulmaz vd. 2012; Uslu ve Akçadağ, 2012; Erdal ve Korucuk, 2019), tüm tedarik zincirini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendiren ve ilaç tedarik zinciri paydaşlarını birlikte ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu yönüyle çalışmanın hem literatüre hem de uygulamaya katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışma sonucunda tüm tarafların tedarik zinciri performansı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve katılımcıların sektör yapısı hakkındaki subjektif görüşleri yorumlanarak Türkiye'deki ilaç tedarik zinciri yapısı ve uygulamaları ortaya konulmuştur.

Çalışma şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde hem dünyada hem de ülkemizde ilaç tedarik zinciri yönetimine ilişkin yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde Türkiye'deki ilaç tedarik zinciri yapısı tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde araştırmanın yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde çalışmanın uygulaması yapılmış ve bulgular tartışılmış, son bölümde ise çalışmanın sonuçları sunulmuştur.

2. Literatür İncelemesi

İlaç sektöründeki tedarik zinciri ve lojistik uygulamaları pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Lurquin (1996), çalışmasında başarılı bir ilaç tedarik zinciri tasarlanabilmesi için darboğazları tespit ederek bu darboğazların ortadan kaldırılmasının yollarını araştırmıştır. Yazar işletmelerin darboğaz yönetimi ile ilaç tedarik zincirlerinde rekabet avantajı elde edebileceğini belirtmiştir. Chandra ve Kachhal (2004), sağlık tedarik

zincirlerindeki yönetim ve dağıtım ağı yapılandırmasına ilişkin sorunları ele alarak, dağıtım kanalı, stok kontrolü ve tedarik sözleşmelerinin önemini ortaya koymuştur. Shah (2004), ilaç tedarik zincirlerinde optimizasyon stratejilerini ele almıştır. Yazar, ilaç tedarik zincirlerinin ayırt edici probleminin gelecekteki kapasiteyi beklenen taleple dengelemek olduğunu belirtmiştir. Nitekim ilaç sektöründe tam zamanında ve ideal koşullarda bir araya getirilmesi gereken etken maddeler, lojistik sürecini kalite güvencesi açısından oldukça önemli hale getirmektedir. Rossetti vd. (2011), ilaç tedarik zinciri yönetimindeki güçleri, trendleri ve kararları incelemek ve tanımlamak amacıyla değer zincirinin her aşamasındaki uzmanlarla mülakat gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar, önemli gördükleri üç gelişmenin ilaç tedarik zincirleri üzerindeki etkilerini tartışmıştır: tedarik zinciri üyeliği için ödenen tazminatın tarafların gücünü nasıl etkileyeceği, aracılardan rolünün ilaç dağıtım yapısı üzerindeki etkileri ve düzenleyici kısıtlamaların ürün grupları ve genişleme üzerindeki rolü. Araştırmacılar, bu kuvvetler arasındaki ilişkiyi açıklamak için envanter politikası, tedarik zinciri görünürlüğü ve istenen hizmet seviyesine ilişkin operasyonel kararlar oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir. Nagurney vd. (2013), ilaç tedarik zinciri yapısındaki üretim ve dağıtım süreçlerinde optimum akışı sağlayarak toplam maliyetleri en aza indirmek için neler yapılabileceğini tartışarak, fiyat ve kalite rekabeti altında ilaç tedarik zincirlerindeki dış kaynak kullanımı modellerini oyun teorisi perspektifi ile incelemiştir. Yazarlar sonuç olarak dış kaynak kullanımı ile hem kalitenin artırılabilirliğini hem de oluşabilecek potansiyel zararların önüne geçerek maliyetlerin düşürülebileceğini ortaya koymuştur.

İlaç tedarik zincirine ilişkin ülkemizde de akademik çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Yiğit (2002), bir ilaç firması örneğinden yola çıkarak ilaç tedarik zinciri uygulamalarını değerlendirmiştir. Yazar, satışlarda meydana gelen dalgalanmalara dikkat çekerek bu dalgalanmaların engellenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Boğ (2005), ilaç dağıtım kanallarını inceleyerek dış kaynak kullanımına ilişkin yeni stratejileri değerlendirmiştir. Ayrıca sektörün öncü firmalarının lojistik deneyimlerini ortaya koyarak ilaç dağıtım kanallarına ilişkin alternatif çözümler önermiştir. Şen ve Güventürk (2005), ilaç sektöründeki üretici, dağıtıcı ve eczanelerin talep baskısı ve kampanya yoğunluğu nedeniyle planlama yapmakta güçlük çekmelerinden ötürü ortaya çıkan stok fazlası ve kayıp satışların sektörün verimliliği ve kârlılığı üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymuştur. Yazarlar bu çalışmada ecza kooperatiflerinin planlama, satın alma ve lojistik fonksiyonlarını ortak bir 4. Parti Lojistik (4PL) firması çatısı altında toplayacak bir iş modeli önermiştir. Arslan (2007), ilaç endüstrisindeki lojistik faaliyetleri inceleyerek sektördeki yenilikleri ve lojistik süreçlerde yaşanan problemleri uzmanlarla yapılan mülakatlar ortaya koymuştur. Yorulmaz vd. (2012), Türkiye'deki ilaç takip sistemlerini inceleyerek üreticiden başlayan hareketin müşteriye en güvenli şekilde nasıl ulaştığını ve ilaç takip sisteminin ilaç sektörüne katkılarını ele almıştır. Uslu ve Akçadağ (2012), ilaç sektöründeki tersine lojistik ve iyi dağıtım uygulamalarının lojistik süreçlere etkisini incelemiştir. Yazarlar, sektör çalışanlarına uyguladıkları anketlerle ilaç firmalarının büyük çoğunluğunun tersine lojistik ve iyi dağıtım uygulamalarında yeterli düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Bayram (2018), ilaç tedarik zincirlerini lojistik, iyi üretim, iyi depolama ve iyi dağıtım uygulamaları temelinde değerlendirmiştir. Çalışmada sektör paydaşları

ile yapılan mülakatlarla ilaç lojistiği sürecinde yaşanan problemler ele alınmış ve olası çözüm yolları tartışılmıştır. Erdal ve Korucuk (2019), ilaç lojistiğindeki performans kriterlerinin önem derecesini ortaya koymak amacıyla çok kriterli karar verme yöntemi olan DEMATEL kullanmıştır.

Literatür incelemesinde görüleceği gibi, ilaç tedarik zincirleri farklı boyutlarıyla incelenmiş olmasına rağmen üreticiden eczaneye kadarki tüm zincir yapısı bir bütün olarak değerlendirilmemiştir. Bu çalışmada öncelikle ilacın üretiminden satışına kadar rol alan tüm taraflar tanımlanmış, sorumlulukları ve faaliyetleri tartışılmıştır. Daha sonra ise tarafların performansı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

3. Türkiye'de İlaç Tedarik Zinciri Yapısı

Türkiye'deki ilaç tedarik zinciri yapısı incelendiğinde, ilacın üretim ve dağıtım aşamasında dört temel oyuncu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu oyuncular ilaç üreticileri, 3PL hizmet sağlayıcılar, ecza depoları ve eczanelerdir. Üreticiler tarafından üretilen ilaçların yaklaşık %75'i 3PL hizmet sağlayıcıları, ecza depoları ve eczaneler aracılığıyla hastalara ulaştırılmaktadır (Boğ, 2005). İlaç tedarik zincirindeki dört temel oyuncunun rolleri şu şekildedir.

Üreticiler: İlaç endüstrisindeki üreticiler faaliyet alanlarına göre AR-GE ve üretim yapan büyük üreticiler, AR-GE odaklı küçük işletmeler, patent süresi sona ermiş ilaçların üretimine odaklanan jenerik ilaç üreticileri ve ilaçlar için gerekli bileşikleri ve kimyasalları üreten diğer ilaç üreticileri olarak sınıflandırılabilir (O'Hanlon, 2017). İlaç üreticileri tedarik zincirindeki diğer paydaşlara kıyasla daha yüksek kâr marjlarına sahip ancak yüksek Ar-Ge maliyetleri, sürekli yükselen standartlar ve yüksek stok seviyeleri nedeniyle riski en yüksek olan taraftır (Ay, 2018).

3PL Hizmet Sağlayıcılar: Üçüncü parti lojistik (3PL), işletmelerin ihtiyaç duyduğu lojistik hizmetleri profesyonel bir lojistik firmasından temin etmesidir. Bu anlamda 3PL hizmet sağlayıcılar, bir gönderici adına lojistik aktiviteleri yöneten ve kontrol eden uzman lojistik şirketleridir (Hertz ve Alfredsson, 2003). 3PL hizmet sağlayıcılar müşterilerine profesyonel bir lojistik hizmet sunarken aynı zamanda kendi temel yetkinlerine odaklanma imkânı verir.

İlacın sadece üretim sürecinde değil, tedarik zincirinin her aşamasında kontrol edilerek ve takibi yapılarak belli koşullar altında taşınması ve depolanması gerekmektedir. Her ilacın tedarik zinciri süreci farklı olabilmektedir. Farklı coğrafi alanlarda kurulan ilaç firmalarının ürettiği ilaç grupları benzer olsa bile, satış kanallarındaki farklılaşma ilacın ihtiyaç noktasına ulaşana kadar farklı standartlarda taşınmasına ve depolanmasına sebep olmaktadır. Yasal yükümlülüklerden ötürü taşıma ve depolama esnasında ilacın son kullanma tarihinin ve lot numarasının kayıt altına alınması gerekmektedir.

İlacın sevkiyatının yapılacağı yere kadarki taşıma, depolama, kontrol, stok yönetimi, rafta bekleme süresi ve iade süreci için yapılacak harcamalar ilacın lojistik maliyetlerini artırarak satış fiyatının yükselmesine neden olmaktadır (Bolduc, 2016). Tüm bu hizmetler özel bir uzmanlık alanı gerektirmekte olup, ilaç sektöründe 3PL hizmet sağlayıcıların önemini artırmaktadır.

Türkiye'deki ilaç pazarının coğrafi büyüklüğü göz önüne alındığında, üreticilere ve ecza depolarına dış kaynak hizmeti sunan 3PL'lerin rolü önem kazanmaktadır. 3PL'lerin geniş dağıtım ağına sahip olması, ilaçları uygun koşullarda saklaması, elleçlemesi ve taşınması ve diğer taraflarla işbirliği içinde hareket etmesi sürecin kalitesi ve verimliliği açısından oldukça önemlidir. İlaç sektöründe 3PL hizmeti veren firmalar geniş depo alanlarına, hijyenik koşullara, gelişmiş yazılım sistemlerine ve alanında uzmanlaşmış kadroya sahiptir. Ülkemizdeki 3PL hizmet sağlayıcılar genellikle belirli alanlarda ve belirli coğrafyalarda uzmanlaşmışlardır. Böylece ilaç üreticileri kendi öz yetkinliklerine odaklanıp dağıtım sürecinde 3PL hizmet sağlayıcılardan destek alabilmektedir. İlaç üreticileri ilacın üretimini gerçekleştirdikten sonra ürünü kendi depolarında veya 3PL hizmet sağlayıcıların depolarında saklayıp, talep oluştuğunda dağıtımını gerçekleştirmektedirler. 3PL hizmet sağlayıcılar ilaç üreticilerine depolama, kare kodlama, paketleme ve taşıma gibi katma değer hizmetler sunmaktadır.

Ecza Depoları: Ecza depoları, ilaç üreticileri ve 3PL hizmet sağlayıcılarından gelen ilaçları depolayıp eczanenin talebine göre elleçleyerek siparişe dayalı sevkiyat gerçekleştirmektedir. Böylece ecza depoları ilaç üreticileri, 3PL ve eczaneler arasındaki bağlantıyı oluşturmaktadır. İlaçlar pahalı ürünler olduğundan, eczaneler yüksek miktarda ilaç stoku ile çalışmak istememektedir. Bunun yerine eczaneler, kısa dönemli gereksinimleri dikkate alarak nihai satış için ellerinde düşük miktarda ilaç stoku bulundurmamak istemektedir (Karakoç, 2005). Bu noktada ecza depoları, eczaneler ile üretici ve 3PL'ler arasında bir tampon görevi görmektedir. Ecza depoları kendi pazar hacimlerine göre, müşterilerine mal fazlası, promosyonlar, indirimler ya da farklı vade seçenekleri sunarak satış yaparlar. Bazı ecza depoları ise hastane ihalelerine girerek, hastanenin sunmuş olduğu şartnameye istinaden ürünlerini temin ve teslimatını gerçekleştirirler. Ülkemizde yaklaşık seksen adet ecza deposu firması bulunmaktadır.

Eczaneler: Eczaneler, ilacın perakende satışının gerçekleştirildiği yerlerdir. İnsan sağlığını doğrudan etkileyen ilaçların satış sürecinde eczacının yeterli donanımına sahip olması önem taşımaktadır. Hastaların ilaca hızlı bir şekilde ulaşabilmesi için eczanelerin stok seviyelerini, satış tahminlerini ve hasta kayıt takibi gibi faaliyetleri sistemli ve doğru bir şekilde yapması gerekmektedir. Eczaneler sermaye maliyetinden ötürü yüksek ilaç stoku ile çalışmak istememektedir. Bunun yerine düşük ilaç stoku bulundurmamayı tercih etmektedir. Bu durum, eczanelerin ecza depolarından sık ve küçük hacimlerde ikmal yapmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla hasta için olduğu gibi, eczane için de ilaç talebinin dağıtım kanalından hızlı bir şekilde karşılanması önem taşımaktadır.

Eczaneler stok tutma gerekliliğini en aza indiren, siparişlerini en hızlı şekilde karşılayan, farklı ödeme seçenekleri sunan ve promosyonlarla satışa destek veren ecza depoları ile çalışmayı tercih etmektedir. İlacın takip sistemlerince kayıt altında tutulması, tüm hareketinin kontrol altında olması, miad takibinin yapılması gibi satışta zaman alıcı uygulamaların, ecza depolarıyla işbirliği sayesinde daha hızlı ve güvenilir yapıldığı söylenebilir. 2018 tarihli Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre il ve ilçelerde toplam 24.406 eczane bulunmaktadır. Bu rakamlara göre ülkemizde yaklaşık her 3.500 kişiye bir eczane düşmektedir.

4. Araştırmanın Yöntemi

Türkiye'deki ilaç tedarik zinciri yapısının incelendiği bu çalışmada üç aşamalı bir yöntem izlenmiştir. Öncelikle ilaç tedarik zincirinde faaliyet gösteren tarafların performansını karşılaştırmak amacıyla kullanılacak sayısal metriklerin belirlenmesi için kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu bağlamda planlama ve operasyon başlıkları altında toplam sekiz performans göstergesi tespit edilmiştir.

Araştırmanın ikinci aşamasında, belirlenen sayısal performans göstergelerine ilişkin veriler katılımcı işletmelerden, yani üretici, 3PL, ecza deposu ve eczanelerden, yüz yüze görüşmeler yapılarak talep edilmiştir. Daha sonra, performans metriklerinin ortalaması alınarak her bir tedarik zinciri tarafının ortalama performansı hesaplanmıştır. Sektör çevresinin kısıtlı ve sektördeki oyuncuların belirli olması nedeniyle örneklem seçiminde kasti örnekleme yapılmıştır. Araştırmada ilaç tedarik zinciri sürecinde yer alan ve pazar payları yüksek olan ilaç üreticileri ve ecza depoları ile bunlara hizmet sağlayan 3PL firmaları dikkate alınmıştır. Eczane seçiminde de özellikle il eczaneleri tercih edilmiştir. Performans göstergelerinin yanlış anlaşılmasını önlemek ve doğru veriyi temin edebilmek amacıyla firma ziyaretleri yapılmış ve her bir gösterge detaylı olarak açıklanarak doğru verinin toplanabilmesi sağlanmıştır. Göstergelerin farklı departmanlara ilişkin bilgiler gerektirmesinden ötürü uygulama aşamasında işletme içerisindeki farklı departmanlarla (üretim, sevkiyat, stok gibi) görüşme sağlanmıştır. Çalışmanın hassas bilgiler içermesi nedeniyle bazı işletmelerde hukuk biriminden onay alınması gerekmiştir. Veriler 2019 yılı Mart ve Nisan aylarında birebir görüşmeler ve firma ziyaretleriyle toplanmıştır. Çalışmada her bir katılımcı işletme için nihai bir tedarik zinciri performans skoru hesaplamaktan ziyade, tarafların farklı performans göstergelerinin kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu nedenle elde edilen sayısal performans göstergelerine ilişkin veriler karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır.

Araştırmaya toplam on bir firma katılmıştır. Bu firmalardan üç tanesi ilaç üreticisi (Novartis, Deva ve Neutec), üçü 3PL işletmesi (Ekol, DHL ve Arkas Lojistik), ikisi ecza deposu (BEK ve Selçuk Ecza Deposu) ve üç tanesi il eczanesidir. Üreticilerle ilgili temel bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcıların talebi üzerine firma isimleri tabloya yansıtılmamıştır. Araştırmaya katılan üreticilerin toplam pazar payı yaklaşık %30 olup, farklı ürün gruplarında hizmet sunmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde ilaç üreticileri piyasada satış potansiyeline sahip olan, orijinal ya da ikamesi bulunabilen, Sağlık Bakanlığı tarafından sigorta kapsamına girmiş ve bu yüzden ikameleriyle rekabet eden, sağlık çalışanları tarafından sıkça tercih edilen, tıbbi yeterliliği kanıtlanmış, depolara, eczanelere, hastanelere ve üniversite hastanelerine tedariki sağlanabilen ve firmaya yüksek kar marjı sağlayan ilaç gruplarına odaklandıklarını belirtmiştir. Birinci üretici özellikle kronikleşen hastalıklarla birlikte tedavi ve koruma içerikli, spesifik gruplarda muadili bulunmayan, geri ödemesi devlet tarafından karşılanabilen ürünleri üretmektedir. Piyasada en çok tercih edilen ve ayrıca dünyanın her yerinde kullanılan kardiyometabolizma, solunum, oftalmoloji, nörobilim ve onkoloji grubu ilaçlarla pazarda rekabet etmektedir. İkinci üretici oftalmoloji, inhaleler ve vitaminleri beşeri ilaç üretimlerinin üzerine ekleyerek satış hacmini artırmayı amaçlamaktadır. Üçüncü üretici ise solunum hastalıkları alanında yoğunlaşan ülkemizdeki ilk ve tek ilaç firmasıdır.

Tablo 1. Üreticilere İlişkin Bilgiler

	Üretici-1	Üretici-2	Üretici-3
Pazar payı	%18,5	%6,4	%5
Çalışan sayısı	2.300	2.200	650
Yıllık üretim hacmi (milyon kutu)	650	515	115
Ürün grupları	Onkoloji Kardiyoloji Antihipertansif Nöroscience Oftalmoloji Romatoloji Solunum vd.	Oftalmoloji Vitaminler İnhaleler Solid Onkoloji vd.	Beşeri ilaçlar Solunum Osteoporoz Anti Histaminik Antibiyotik vd.

3PL firmalarına ilişkin tanımlayıcı bilgiler Tablo 2’de verilmiştir. 3PL-1 tamamen yabancı sermayelidir. 3PL-2 firmasının yarısı yabancı, yarısı yerli sermayelidir. 3PL-3 ise tamamen yerli sermayelidir. Bu üç firmanın toplam pazar büyüklüğü yaklaşık %57 olup, sağlık lojistiği alanında Türkiye’nin öncü işletmeleridir.

Tablo 2. 3PL Hizmet Sağlayıcılara İlişkin Bilgiler

	3PL-1	3PL-2	3PL-3
Pazar payı	%20	%22	%15
Çalışan sayısı	1.000	750	500
Depo alanı (m2)	150.000	120.000	100.000
Araç sayısı (öz mal)	1.000	750	200
Araç sayısı (kiralık)	1.000	2.500	1.000

Ecza depolarına ilişkin tanımlayıcı bilgiler Tablo 3’te verilmiştir. Her iki ecza deposu da tamamen yerli sermayeli olup, ikisinin toplam pazar payı yaklaşık %49’dur. Türkiye’nin zorlu coğrafi bölgelerine bile dağıtım gerçekleştiren her iki ecza deposunun hizmet ve dağıtım ağı oldukça geniştir. Özellikle de ikinci ecza deposu 19.000 eczaneye hizmet vererek Türkiye’deki hemen hemen tüm eczanelere ulaşmaktadır. Birinci ecza deposu da toplam 22 şube ile hizmet vermektedir. Böylece, yaygın dağıtım ağları sayesinde ecza depoları eczanelerin taleplerini doğru miktarda ve zamanda karşılamaya çalışmaktadır.

Tablo 3. Ecza Depolarına İlişkin Bilgiler

	Ecza Deposu-1	Ecza Deposu-2
Pazar payı	%9	%40
Çalışan sayısı	2.000	6.500
Depo alanı (m2)	110.000	300.000
Araç sayısı (öz mal)	250	2.200
Araç sayısı (kiralık)	500	1.000

Araştırmaya katılan üretici, 3PL hizmet sağlayıcıları ve ecza depoları ülke çapında hizmet vermektedir. Diğer yandan, ülke çapında hizmet verebilen zincir işletmelerin bulunmaması, operasyonel ve yönetsel süreçlerin farklılık göstermemesi ve eczanelerin büyük çoğunluğunun araştırmaya katılan üretici, 3PL ve ecza depolarından benzer hizmetleri alması nedeniyle eczane seçiminde çeşitlendirmeye gidilmemiştir. Nitekim görüşme yapılan üç eczanenin de performans göstergelerinin hemen hemen aynı olduğu ve yönetsel anlamda homojen bir yapıda olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle araştırma Sakarya ilinde faaliyet gösteren üç eczane ile sınırlandırılmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise her bir katılımcı firmada görev yapan bir üst düzey yönetici ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Böylece 11 uzmanın görüşü alınmıştır. Bu kişilerin seçiminde sektördeki uzmanlıkları dikkate alınmıştır. Yöneticilerden üç tanesi üretim ve planlama müdürü, üç tanesi depo ve lojistik müdürü, bir tanesi satın alma müdürü, bir tanesi tedarik zinciri müdürü, üç tanesi ise eczacıdır. Bu yöneticilerden bir tanesinin sektördeki çalışma tecrübesi 5-8 yıl arasında, üç tanesinin 9-12 yıl arasında, yedi tanesinin ise 13 yıl veya daha fazladır. Bu görüşmelerde katılımcıların ilaç sektörünü nasıl karakterize ettikleri (üretim yapısı, müşteri beklentisi, tedarikçi ilişkileri, talep değişkenliği, teslimat süresi vb.); tedarik zinciri içerisindeki rolleri ve sorumluluklarını nasıl tanımladıkları; tedarik zincirindeki diğer paydaşlarla ilişkileri ve işbirlikleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Katılımcıların sorulara verdikleri cevaplar birlikte değerlendirilerek her bir tedarik zinciri tarafı için ortak görüş oluşturulmaya çalışılmıştır. Mevcut iş ortamlarında yapılan görüşmelerde, sektördeki iş yoğunluğu dikkate alınarak, iş yoğunluğunun daha az olduğu saatler seçilmiştir. Bazı yöneticiler ile mesai saatleri haricinde ofis dışında görüşülmüştür. Uzmanlardan alınan izin doğrultusunda cevaplar yazılı olarak kaydedilmiştir. Her bir görüşme ortalama 40-60 dakika sürmüştür.

5. Bulgular ve Tartışma

5.1. Tedarik Zinciri Performans Göstergeleri

Tedarik zinciri uygulamalarının performansını ölçmek amacıyla literatürde birçok metrik önerilmiş ve kullanılmıştır. Nitekim Association for Supply Chain Management (Tedarik Zinciri Yönetimi Derneği) tedarik zinciri performansını ölçmek için kullanılabilecek 250 farklı metrik önermiştir. Bu metriklerin kullanımındaki karmaşıklığı azaltmak amacıyla bazı araştırmacılar farklı sistematik sınıflandırmalar önermiştir. Beamon (1999) nitel ve nicel metrikleri ayırıştırarak bunları kaynak, çıktı ve esneklik süreçlerine göre sınıflandırmıştır. Gunasekaran, Patel ve Tırtıroğlu (2001) metrikleri karar verme seviyeleri (stratejik, taktiksel ve operasyonel), tedarik zinciri sürecindeki yeri (planlama, kaynak sağlama, üretim ve dağıtım) ve finansal olup olmamasına göre sınıflandırmıştır. Shepherd ve Günter (2006) sınıflandırma sürecinde tedarik zinciri süreçlerini (planlama, kaynak sağlama, üretim, dağıtım ve dönüşüm), verinin nitel veya nicel yapısını ve ilişkili olduğu performans boyutunu (maliyet, zaman, kalite, esneklik ve yenilikçilik) dikkate almıştır.

Tedarik zinciri performans metriklerinin sınıflandırmasında genellikle tedarik zincirinin planlama, tedarik, üretim ve dağıtım süreçlerinin esas alındığı görülmektedir (Gunasekaran ve diğerleri, 2001; Lockamy ve McCormack, 2004; Shepherd ve Günter, 2006; Chae, 2009). İlaç tedarik zincirindeki üretici, 3PL hizmet sağlayıcı, ecza deposu ve eczanelerin performanslarının karşılaştırılacağı bu çalışmada mümkün olduğunca karşılaştırılabilir metrikler seçilmeye çalışılmıştır. Planlama aşaması, ilaç tedarik zincirindeki tüm taraflar için ortak performans metrikleri içermektedir. Ancak tedarik, üretim ve dağıtım süreçlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin üretim ile ilgili metrikler ilaç üreticileri haricindeki unsurlar (3PL, ecza deposu, eczane) için anlamlı değildir. Benzer şekilde dağıtım ile ilgili performans metriklerinin de eczaneler için anlamlı olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, planlamaya ilişkin metrikler bir grupta değerlendirilirken, tedarik, üretim ve dağıtım

süreçlerine ilişkin ortak metrikler ise operasyonel süreçler altında ele alınmıştır. Buna göre, çalışmada kullanılan ve literatürde önerilen metrikler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Performans Göstergeleri

	Planlama					Operasyon		
	Stok miktarı	Stok devir hızı	Talep tahmin hata oranı	Stok fire oranı	Gerçek talebe göre planlama	Kapasite kullanım oranı	Temin süresi	Müşteri talebini karşılama oranı
Beamon (1999)	✓			✓				✓
Gunasekaran ve diğerleri (2001)	✓		✓	✓		✓	✓	
Shepherd ve Günter (2006)	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Chae (2009)			✓	✓	✓		✓	
Banomyong ve Supatn (2011)			✓	✓				✓
Anand and Grover (2015)		✓		✓		✓		

Planlama sürecine ilişkin performans kriterlerinin açıklaması aşağıda verilmiştir:

Stok miktarı: İşletmedeki ortalama stok miktarını göstermektedir. Uzun teslim süreleri, talep belirsizliği, pazardaki dalgalanmalar veya ölçek ekonomisine ulaşmak amacıyla yapılan talep fazlası üretimler stok miktarının yüksek olmasına neden olmaktadır. Stok miktarının yüksek olması işletmeyi arz ve talep süreçlerindeki belirsizliğin neden olduğu risklere karşı korurken yüksek elde bulundurma maliyetine ve fire oranlarına neden olmaktadır.

Stok devir hızı: Stok devir hızı tedarik zinciri performansında çok yaygın olarak kullanılan bir metrik olup belirli bir süre içerisinde stoktaki ürünlerin kaç kere satıldığını ve yenilendiğini ifade etmektedir. Yüksek stok devir hızı tedarikin küçük hacimlerle yapıldığını ve satışların hızlı olduğunu, düşük stok devir hızı ise satış hızının yavaş olduğunu ve aşırı stok biriktiğini göstermektedir. Ancak bazı durumlarda yüksek stok devir hızı stok yetersizliğini ve satış kaybını da gösteriyor olabilir.

Talep tahmin hata oranı: Tahmin hatası, tahmin değeri ile gerçek talep arasındaki farkı ifade etmektedir. Tedarik zinciri planları ağırlıklı olarak tahminlere dayanmakta ve tedarik, üretim ve dağıtım operasyonları bu tahminlere göre yapılmaktadır. Bu nedenle yüksek talep tahmin hatası tedarik zinciri operasyonlarında israfa veya kayıplara neden olmaktadır.

Stok fire oranı: Stok fire oranı, dağıtım yapılmadan önce son kullanma tarihini doldurmuş veya kullanılmayacak duruma gelmiş ürünlerin toplam stok miktarına oranıdır. Fire oranının yüksek olması israfa neden olarak işletmeler için ciddi bir problem olabilmektedir. Yanlış talep tahminleri veya uzun teslim süreleri yüksek stok fire oranına neden olmaktadır.

Gerçek talebe göre planlama: Tedarik, üretim, sipariş ve kapasite planlarına ilişkin kararlar ya gerçek talebe göre ya da tahminlere göre yapılabilir. Gerçek talebe göre

planlama belirsizliği azaltarak planlamayı kolaylaştırmakta ve güvenlik stokunu azaltarak kapasite kullanım seviyesini artırmaktadır. Bu metrik ilaç üreticileri için üretim süreçlerini, ecza depoları ve 3PL'ler için kaynak planlama süreçlerini ve eczaneler sipariş süreçlerinin gerçek talebe göre planlanmasını ifade etmektedir.

Operasyon sürecine ilişkin performans kriterlerinin açıklaması aşağıda verilmiştir:

Kapasite kullanım oranı: Bir kaynağın ne kadar yoğunlukla kullanıldığını ölçen metriktir. Bu çalışmada ilaç üreticilerinin üretim kapasitesini, 3PL ve ecza depolarının ise depo kapasitesini kullanım oranları dikkate alınmıştır.

Temin süresi: Hammadde veya ürün tedariki için gerekli olan toplam süreyi ifade etmektedir. Tedarik kaynaklarının ve tedarikçinin seçimi, müzakere, teslimatın planlanması, malzemelerin kabulü, kalite kontrolü ve depoya gönderilmesi süreçlerini kapsar. Temin süresinin kısa olması belirsizliği azaltarak stok miktarının azalmasını sağlar.

Müşteri talebini karşılama oranı: Doğru zamanda ve doğru miktarda karşılanan müşteri talebidir. Karşılanan müşteri talebinin toplam talebe bölünmesi ile hesaplanabilir.

5.2. Tedarik Zinciri Performans Değerlendirmesi

Tedarik zinciri performansı planlama ve operasyon olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir. İlaç tedarik zinciri paydaşlarının planlamaya yönelik performans göstergeleri Tablo 5'te gösterilmiştir. Tablo 5'teki değerler tedarik zinciri taraflarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Böylece her bir tedarik zinciri tarafının genel performansı yansıtılmaya çalışılmıştır.

Görüleceği üzere ilaç üreticilerinin stokunda ortalama 12 milyon kutu ilaç bulunmaktadır. Bu miktar diğer tüm taraflardan daha yüksektir. Sektördeki yüksek stok seviyesi talepteki değişim, yasal düzenlemeler ve muadil firmaların düşük fiyat politikası gibi nedenlere dayanmaktadır. Ecza depolarının ortalama stok miktarı ise yaklaşık 10 milyon kutu olup üreticilerin stok seviyesine yakındır. Ancak üreticiler ile kıyaslandığında ecza depolarının stok devir hızının çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Yani üreticilerden temin edilen ürünler hızlı bir şekilde satılmakta ve yeni ürünler alınmaktadır. 3PL işletmelerin hem ortalama stok miktarları çok daha düşük (yaklaşık 1 milyon kutu) hem de ortalama stok devir hızı daha yüksektir. 3PL işletmelerinin ecza depoları ile satın alma ve envanter yönetimi konusundaki kısmi işbirliklerinin ve üreticilerden küçük partilerle satın alma yapılmasının stok çevrim hızını artırmaya yardımcı olduğu söylenebilir. Tahmin edileceği gibi eczanelerin ortalama stok miktarı diğer paydaşlarla kıyaslanamayacak kadar düşüktür. Bununla birlikte, eczanelerden stok devir hızları ile ilgili sağlıklı bir bilgi alınmadığı için değerlendirmeye alınmamıştır.

Katılımcı firmaların verdiği cevaplar incelendiğinde sektördeki talep tahmin hatalarının ve fire oranlarının düşük olduğu görülmektedir. Üreticilerin talep tahmin hata oranı %6 iken ecza depolarının %2,5'tir. Üreticiler ve ecza depoları, tahminlerinin büyük ölçüde IMS (Intercontinental Marketing Services) verilerine dayandığını ifade etmişlerdir. Ecza depolarının talep tahmin hata oranının düşük olmasının nedeni eczanelerden gelen siparişleri günlük olarak çekebilmelerinden kaynaklanmaktadır. Talep tahmin hata payının

en yüksek olduğu paydaş ise %7'lik oran ile 3PL işletmelerdir. Böylece üreticilerin ve 3PL'lerin talep tahmin hatasının diğer paydaşlardan belirgin bir şekilde çok olduğu ortaya çıkmıştır. Devletin yıl içinde ilaç fiyatlarına uyguladığı artışlar talebi etkileyerek üreticilerin tahminlerinde sapmalara neden olabilmektedir. Bu durum üreticilere hizmet sunan 3PL'lerin tahminlerini de dolaylı olarak etkilemektedir. Eczanelerin ortalama talep tahmin hatalarının %0,5 gibi çok küçük bir değer olduğu görülmüştür. Nitekim talep tahmin hatalarının tedarik zincirinde müşteriye yaklaştıkça azalması beklenen bir durumdur. Stok fire oranı %1,9 ile en fazla üreticilerde görülürken, eczaneler stoklarında fire olmadığını ifade etmiştir. 3PL hizmet sağlayıcılarının ve ecza depolarının ortalama stok fire oranı üreticilerin bir hayli altındadır. Bu paydaşların stok devir hızının yüksek olması nedeniyle kendi sevkiyat operasyonlarında meydana gelen olumsuzluklar yüzünden oluşan kayıplar dışında stoklarında fire yaşanmamaktadır. İlaç tedarik zincirinde kullanılan İlaç Takip Sistemi'nin (İTS) ilacın her adımını takip ederek bozulma, çalınma, özensiz dokümantasyon ve son kullanma tarihinin dolmasından ötürü ortaya çıkan fireleri ve talep tahmin hatalarını büyük ölçüde engellediği görülmektedir.

3PL'lerin operasyonlarının ve kaynaklarının ortalama %58'ini gerçek talebe göre planladıkları görülmektedir. Bu oran eczanelerde %73'e kadar çıkmaktadır. Üreticiler kaynaklarının sadece %12'sini gerçek talebe göre planlarken, bu oran ecza depolarında ortalama %3,5'e kadar düşmektedir. Bu durum, ecza depolarının büyük oranda tahmini talebe göre planlama yaptıklarını ortaya çıkarmaktadır. Eczane depolarının siparişlerini kısa aralıklarla alıp hızlı bir şekilde teslim ettikleri göz önüne alındığında gerçek talebe göre planlama oranının oldukça düşük olduğu söylenebilir. 3PL hizmet sağlayıcıları gerçek talep durumunu analiz ederek hem üreticiden hem de ecza deposundan gelecek siparişleri net bir şekilde belirlemekte ve ona göre aksiyon alabilmektedir. Bu yüzden 3PL firmaları üretici ya da ecza deposu gibi ağırlıklı olarak talep tahminine göre değil gerçek talebe göre planlama yapabilmektedir.

Tablo 5. Planlamaya İlişkin Performans Göstergeleri

Performans Göstergesi	Üretici	3PL	Ecza Deposu	Eczane
Stok miktarı (milyon kutu)	12	1	10	0,015
Stok devir hızı	11	28	22,5	-
Talep tahmin hata oranı	%6	%7	%2,5	%0,5
Stok fire oranı	%1,9	%0,2	%0,5	%0
Gerçek talebe göre planlama	%12	%58	%3,5	%73,0

3PL işletmelerinin planlama sürecinde büyük ölçüde gerçek talebe göre hareket edebilmesi, depo kapasitesini diğer paydaşlara göre daha yüksek bir verimlilikle yönetebilmesini sağlamaktadır. Nitekim Tablo 6'daki operasyonel performans göstergeleri incelendiğinde 3PL işletmelerinin depo kapasitesini kullanma oranının %90 iken, ecza depolarının kapasite kullanım oranının %75'te kaldığı görülmektedir. 3PL işletmelerinin depo kapasite kullanım oranlarının yüksek olmasının bir diğer sebebi de bu firmaların ilaç lojistiğinin haricinde farklı sektörlere de hizmet sunmalarından ötürü kapasitesini daha etkin kullanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Üreticiler ise üretim kapasitelerinin ortalama %77'sini kullanmaktadır. Eczanelerden kapasite kullanımı ile ilgili sağlıklı bir bilgi alınamadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Araştırmaya katılan işletmelerin

İstanbul ve çevresinde faaliyet göstermesi nedeniyle ambalaj malzemeleri ve teknik personel temininde yaşadığı kolaylıklar, uygun ulaştırma ve iletişim altyapısı, hizmet sunulan sağlık kuruluşlarına yakınlık gibi faktörlerin de kapasite kullanım oranını etkilediği söylenebilir. Kapasite kullanım oranını etkileyen çok önemli bir unsur da ilacın karakteristik özelliğinden kaynaklı mevsimsel değişkenliktir. Katılımcılar, özellikle de sonbahar ve kış aylarında kapasite kullanım oranının arttığını ifade etmiştir.

Üretilen ilaç çeşidinin fazla olması ve ilacın çok bileşenli yapısı üretici firmaların çok sayıda tedarikçi ile çalışmasını gerekli kılmaktadır. Nitekim araştırmaya katılan üreticiler en az 169 en fazla 620 çeşit ilaç üretmekte ve ortalama 280 tedarikçi ile çalışmaktadır. Ürün çeşidinin ve tedarikçi sayısının artması tedarik sürecini daha karmaşık bir hale getireceğinden, üreticilerin bu anlamda diğer paydaşlara göre oldukça dezavantajlı olduğu söylenebilir. Ayrıca üreticilerin ortalama hammadde temin süresinin 45 gün olduğu belirlenmiştir. Sektöre özgü tedarikçi seçim kriterleri ve ilaç hammadde tedarikinin büyük kısmının dışa bağımlı olması nedeniyle hammadde temin süresinin uzun olduğu görülmektedir. Temin süresinin uzun olması daha yüksek stok seviyesine ve satış tahminlerinde tutarsızlığa neden olarak planlamayı zorlaştırmaktadır. Üreticilerin tedarik sürecindeki bir diğer problemi ise tedarikçilerin teslim performansından kaynaklanmaktadır. Buna göre, üreticilerin hammaddeyi tedarikçilerden zamanında ve doğru bir şekilde teslim alabilme oranı ortalama %83'tür. Hammaddenin bozulabilme ve fonksiyonel özelliğini yitirme ihtimali göz önüne alındığında bu oranın oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Tedarik zincirinin diğer ucundaki eczaneler ise siparişlerini ecza depolarından yarım saat ile 1 gün arasında değişen çok kısa sürelerde temin edebildiklerini belirtmiştir. Ecza depolarının ilacı eczaneye çok kısa bir süre içerisinde temin etmesi, bir ecza deposunun aynı eczaneye gün içinde gerektiğinde beşten fazla sevkiyat yapabilmesi, üstelik bunu hemen hemen tüm coğrafi koşullarda gerçekleştirmesi sayesinde eczaneler neredeyse stoksuz çalışabilmektedir. 3PL işletmeleri ecza depolarına ortalama üç gün içerisinde, bazı durumlarda ise bir gün içerisinde teslimat sağlayabilmektedir. Üreticiler ise kendilerine yakın lokasyonda bulunan 3PL'lere ortalama 7 gün içerisinde bitmiş ürün sevkiyatı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte sektördeki müşteri talebi karşılama oranının iyi bir seviyede olduğu belirlenmiştir. Üretici firmalar müşteri taleplerinin %98'ini, diğer paydaşlar ise %99'unu tam olarak karşılayabildiklerini ifade etmiştir.

Tablo 6. Operasyonel Performans Göstergeleri

Performans Göstergesi	Üretici	3PL	Ecza Deposu	Eczane
Kapasite kullanım oranı	%77	%90	%75	-
Temin süresi (gün)	45	7	3	1
Müşteri talebi karşılama oranı (%)	%98	%99	%99	%99

5.3. Uzman Görüşleri

Araştırmanın bu kısmında katılımcı firmalarda görev yapan üst düzey yöneticilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakat çalışmasının sonuçlarına yer verilmiştir. Yöneticilerden alınan cevaplar ilaç sektörünü nasıl karakterize ettikleri (üretim yapısı,

müşteri beklentisi, tedarikçi ilişkileri, talep değişkenliği, teslimat süresi vb.), tedarik zinciri içerisindeki rollerini ve sorumluluklarını nasıl tanımladıkları ve tedarik zincirindeki diğer paydaşlarla ilişkileri ve işbirlikleri olmak üzere üç grupta toplanmıştır. Üretici, 3PL, ecza deposu ve eczanelerde görev yapan uzmanların verdikleri cevaplar kendi içerisinde değerlendirilerek her bir tedarik zinciri tarafı için ortak bir görüş oluşturulmaya çalışılmıştır.

5.3.1. Sektörün Karakteristik Özellikleri

Üreticiler ilaç sektörünü ülke ekonomisine yüksek oranda katma değer sağlayan ve rekabetin çok sert olduğu bir endüstri dalı olarak görmektedir. Sektördeki yüksek yatırım maliyetleri satış hacminin önemini artırmakta ve aynı ürünlerin satışı için bile farklı dağıtım kanalları kullanılmaktadır. Ürünün önemine istinaden müşteri hizmet seviyesi en üst düzeyde olmalı ve müşteri talepleri doğru miktarda ve zamanda karşılanmalıdır. Ancak ürün gruplarına olan talep çok değişken olup, bu durum talep tahminlerinin sürekli revize edilmesini gerektirmektedir. Nitekim ecza depoları da sektördeki talep değişkenliğine değinerek ilaç teslim süresinin en önemli müşteri beklentisi olduğunu vurgulamıştır. 3PL firmaları da ilaç sektöründeki lojistik faaliyetlerin diğer sektörlerdeki lojistik faaliyetlerden çok daha özel bir yapıya sahip olduğunu, üretim farklılığı içeren maddelerin fiziki şartlara ilişkin gerekliliklerin bazen lojistiği ve depo koşullarını çok zorladığını ifade etmiştir.

Üretici işletmeler ilaç tedarik zincirindeki risklerin büyük bölümünü kendileri üstlendiklerini ifade etmiştir. Nitekim Sağlık Bakanlığı'nın ilaç üretimi ve satışı ile ilgili katı yaptırımları tedarikçiler için geçerli değildir. Bu yüzden ilaç üreticilerinin tedarikçilerini seçerken en istisnai hususları dahi dikkate alıp iş ortaklığına gitmeleri gerekmektedir. Nihayetinde üreticilerin tüm sistemin yükünü nihai tüketiciye varana kadar üstlenmesi bu firmaların faaliyetlerini zorlaştırmaktadır. Mülakata katılan uzmanlar ilaç üreticileri üzerindeki bu baskıdan dolayı geçmiş tarihlerde birçok üreticinin pazardan çekilmek zorunda kaldığını ifade etmiştir. Nitekim dağıtım kanalındaki risklerden ötürü bazı büyük üreticiler spesifik ilaç gruplarını kendilerine yakın lokasyonda bulunan nihai müşterilere direkt kendi lojistik imkanlarıyla yapmaktadır.

İlaç sektörünün tipik özelliklerine satış açısından yaklaşan eczacılar, eczanelerin reklam yapmasının yasak olduğunu belirterek reçetede yazılı olanların haricinde bir ilaç vermenin ve hekimin isteği dışında hastaya bir tavsiyede bulunmalarının söz konusu olmadığını dile getirmişlerdir. Gerek mesleki gerekse de ticari faaliyetleri Türk Eczacıları Birliği'nin sıkı denetimi altında olduğundan, eczanelerin bireysel olarak kurum ya da kuruluşlarla anlaşma yapması da mümkün değildir (Karakoç, 2005). Ayrıca, reçetesiz ilaçların satış koşullarına ilişkin serbestinin olmaması ve ilaç fiyatlarının Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenmesi, eczanelerin sunabileceği potansiyel faydaları ortadan kaldırmaktadır. Bu düzenlemeler neticesinde oluşan yapıda eczane seviyesinde rekabetin en düşük seviyede olduğu anlaşılmaktadır (Karakoç, 2005).

5.3.2. Roller ve Sorumluluklar

Üretici işletmeler, her ürüne ilişkin farklı bir tedarik yapısına ihtiyaç duydukları için tedarik ve dağıtım süreçlerinde pek çok tedarikçi ve aracı firma ile çalıştıklarını belirtmiştir. Bu nedenle hem firma içerisinde hem de diğer taraflarla güçlü bir iletişim sistemine ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. Üreticiler, süreçteki potansiyel hataların ortadan kaldırılabilmesi için ilaç üretiminin ilk hareket noktasından itibaren taşıma, elleçleme, depolama, iade ürünlerin tersine lojistiği gibi faaliyetlerin hatasız bir şekilde başarılabilmesi için tedarik zinciri süreçlerinin ve bu süreçte yer alan personelin seçimi ve eğitiminin önemi üzerinde durmuştur.

Ecza depoları, karmaşık bir yapısı olan ilaç lojistiğinde stok optimizasyonu sağlayabilmek için tüm sektör tarafları ile işbirlikçi bir davranış sergilediklerini belirtmiştir. 3PL işletmeler ise ilaç üreticilerinin kendi ana faaliyetlerine odaklanmak istediklerini, üretimde ölçek ekonomisine ulaşarak maliyetlerini olabildiğince aşağıya çekmeye çalıştıklarını vurgulayarak, üreticilerin dağıtım sürecinde coğrafi üstünlük elde edebilmesi noktasında kendilerinin önemli bir rol üstlendiklerini belirtmişlerdir.

Eczacılar genel olarak satış sürecindeki rollerine değinerek vermiş oldukları hizmetin hedef müşterilerini yakalayabilmeleri açısından çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Hasta taleplerinin hızlı bir şekilde karşılanarak müşteri hizmet seviyesinin artırılabilmesi için en iyi hizmeti sunan ecza depoları ile işbirliği yaptıklarını belirtmiştir. Eczacılar, müşteri ilişkilerinin güçlü olması için anamnez kayıtları tuttuklarını, özellikle kayıtlı hasta-eczacı sistemini sıkı takip edilmesinin en önemli faktör olduğunu söylemiştir. Ayrıca, özellikle de reçetesiz ilaç satışında, eczacıların nihai tüketicileri ilaçların özellikleri ve kullanım koşulları hakkında tüketicileri bilgilendirme zorunluluğu bulunmaktadır (Karakoç, 2005).

5.3.3. Diğer Paydaşlarla İlişkiler ve İşbirlikleri

Üretici firmalar tedarik zincirindeki diğer taraflar ile yapılacak işbirliğinin kendi faaliyetlerine odaklanmasına yardımcı olacağını ve onların yatırım ve uzmanlıklarından istifade ederek katma değer oluşturabildiklerini ifade etmiştir. Özellikle de üreticiler ve ecza depoları tedarik zincirindeki diğer taraflarla bilgi paylaşımının önemine dikkat çekerek diğer tedarik zinciri üyelerinin kendi performanslarını büyük ölçüde etkilediğini belirtmiştir. Bu nedenle üreticiler tedarik zincirindeki diğer paydaşlarla üretim hacmi, satış miktarları ve stok seviyesi bilgilerini kısmen paylaşmaktadır. Ecza depoları ise diğer paydaşlar arasında yoğun bir iletişim ağı kurarak satış verilerini ve müşteri geri bildirimlerini paylaşmaktadır.

Üreticiler sektördeki en iyi 3PL'ler ile çalıştıklarını ve bu 3PL'lerin kendilerine çok değerli katma değer sağladığını belirtmiştir. 3PL'ler üretici işletmelere sadece lojistik destek sunmakla kalmayıp, talep tahmin sürecinde piyasa koşullarını üretici ile birlikte raporlayarak sipariş çekmektedir. Bu nedenle üreticiler, çalıştıkları 3PL'lerin beklentilerini ve taleplerini büyük ölçüde karşıladığını ifade etmiştir. 3PL hizmet sağlayıcılar da ilaç tedarik zincirinin bozulmaması, süreçlerin kalitesi, maliyeti ve devamlılığı için hizmet kalitesi yüksek lojistik işletmeleri ve ecza depoları ile çalışmanın gerekliliğini vurgulamıştır.

İlaç dağıtımındaki aktif rollerinden ötürü üreticiler ecza depolarını çok önemsediklerini ve en büyük ecza depoları ile çalışmak durumunda olduklarını belirtmiştir. Özellikle de zorlu bölgelere açılmış olan eczanelere dağıtım yapılması zorunluluğu ecza depolarının önemini artırmaktadır. Ecza depoları tüm bölgelerdeki satışın nabzını tutarak, aynı hizmet kalitesinde Türkiye'nin her bölgesine, ürünlerin fiziksel şartları bozulmadan, soğuk zinciri kırmadan ve 1-2 günlük teslim süresinde ulaştırarak ilaç üreticileri için çok önemli bir katma değer sunmaktadır.

Üreticiler, satışlarının en sıcak birimi olan eczanelerle piyasada karşılaşmalar bile onların en önemli müşterileri olduğunu ifade etmişlerdir. Nitekim reçeteli ilaç satışının en agresif olduğu saha eczanelerdir. Üreticiler, sıcak satışlarda rakip firmalarla rekabet edebilmek için özel ilaç mümessillerinin eczanelere yönelik tanıtım çalışmaları yaptığını belirtmiştir. Sıcak satışlardaki öneminden ötürü üreticiler eczacılara tatmin edici ödeme şekilleri, gerektiğinde mal fazlası, promosyon, eczacı etkinlikleri ve özel konsolide seçenekleri sunmaktadırlar. Yapılan görüşmelerde eczacılar da üreticilerin kendilerine sunduğu bu fırsatlardan bahsetmiştir. Ecza depoları da eczanelere ürün sevkiyatı haricinde farklı katma değerli hizmetler sunduklarını belirtmişlerdir. Nitekim eczacılar, müşteri hizmet seviyesinin artırılabilmesi için en iyi hizmeti sunan ecza depoları ile işbirliği yaptıklarını belirtmiştir.

6. Sonuç

İlaç tedarik zincirinde faaliyet gösteren üretici, ecza deposu, eczane ve 3PL firmalarının performans kriterlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bu çalışmada öne çıkan önemli bulgular şu şekilde özetlenebilir. Öncelikle, araştırmaya katılan firmaların tümü, ilaç üretim ve dağıtım süreçlerinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için sadece kendi performanslarının yeterli olmayacağını ve tedarik zincirindeki diğer tarafların da üstün bir performans sergilemesi gerektiğini ifade etmiş ve tedarik zinciri işbirliğinin önemini vurgulamıştır. Bu söylemi destekler nitelikte, taraflar standart hizmetlerin yanı sıra birbirlerine sundukları farklı katma değerli hizmetlerden bahsetmişlerdir. Satış, stok ve tahmin verilerinin paylaşılması, satışı destekleyecek iskontolar, küçük hacimli ve sık sevkiyatlar bu katma değerli hizmetlerden bazılarıdır.

Üreticiler pek çok açıdan diğer taraflardan daha düşük bir operasyonel performans sergilemektedir. Üreticilerin ortalama stok seviyesi ve stok fire oranı diğer taraflardan daha fazla, stok devir hızı ve kapasite kullanım oranı daha düşük, hammadde temin süreleri de diğerleri ile karşılaştırılamayacak kadar fazladır. Bu durum, üreticilerin operasyonel anlamda daha fazla risk aldığını ve daha fazla belirsizlikle baş etmek durumunda olduğunu göstermektedir. Tedarik zincirinin diğer ucundaki eczanelerin ise operasyonel anlamda daha az risk aldığı ve daha belirgin piyasa koşullarında faaliyet gösterdikleri tespit edilmiştir. Ecza depolarının sunduğu hızlı ve sık sevkiyat sayesinde düşük stok miktarları ile çalışarak müşteri hizmet seviyesini en üst düzeyde tutabilmektedirler. Ancak bu hizmet seviyesini sunabilmek için ecza depoları yüksek bir stok seviyesi ile çalışmak durumunda kalmaktadır.

Diğer önemli bir bulgu talep tahmini ile ilgilidir. Sektördeki talep tahmin hatalarının genel olarak düşük olduğu görülmüştür. Katılımcılar, IMS verilerinin talep tahmini konusunda kendilerine yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Ancak devletin yıl içerisinde uyguladığı fiyat politikası üreticilerin ve 3PL'lerin talep tahminlerinde sapmalara neden olmaktadır. Ayrıca ilaç tedarik zincirinde kullanılan İlaç Takip Sistemi'nin (İTS) stoklarda oluşan fireleri ve talep tahmin hatalarını büyük ölçüde engellediği ifade edilmiştir.

Katılımcıların verdiği cevaplar doğrultusunda ilaç sektörünün oldukça yapılandırılmış olduğu görülmektedir. Özellikle de üretici işletmeler Sağlık Bakanlığı'nın, eczacılar ise hem Sağlık Bakanlığı'nın hem de Türk Eczacıları Birliği'nin sıkı denetimi altında olduklarını belirtmiştir. Sağlık Bakanlığı'nın yaptırımları üreticiler üzerinde ciddi bir baskı oluşturmakta ve onların tedarikçi seçiminden dağıtımına kadar tüm tedarik zinciri sürecinde sorumluluk almasına neden olmaktadır. Benzer yaptırımlar ve yasal düzenlemeler eczanelerin satış ve reklam politikalarını etkilemekte, eczaneler arasındaki rekabet ortamını ortadan kaldırmakta ve eczanelerin faaliyetlerini sınırlandırmaktadır.

Son olarak, sektör çevresinin kısıtlı ve sektördeki oyuncuların belirli olması nedeniyle araştırma az sayıda işletmenin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu durum araştırma için bir kısıt oluşturmaktadır. Bununla birlikte pazar payı yüksek ve ülke geneline hizmet veren işletmeler seçilerek bu kısıt kısmen de olsa giderilmeye çalışılmıştır. Ayrıca performans göstergelerinin işletmeler açısından bazı hassas bilgileri içeriyor olması da katılımcı sayısının düşük kalmasına neden olmuştur. İleriki çalışmalarda örneklem kapsamı genişletilerek ve farklı çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak ilaç tedarik zinciri performans analizleri yapılabilir.

Etik Komite Onayı: Sakarya Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Başkanlığı'nın 02.09.2020 tarihli ve 26 sayılı toplantısında alınan "11" nolu karar ile onay alınmıştır.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- H.T., S.G.; Veri Toplama- H.T.; Yazı Taslağı- H.T., S.G.; Son Onay ve Sorumluluk- H.T., S.G.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Ethics Committee Approval: This study was approved by the Social and Human Sciences Ethics Committee of Sakarya University with the decision numbered "11" taken at the meeting dated 02.09.2020/26.

Informed Consent: Written consent was obtained from the participants.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- H.T., S.G.; Data Acquisition- H.T.; Drafting Manuscript- H.T., S.G.; Final Approval and Accountability- H.T., S.G.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support.

Kaynakça

Anand, N. ve Grover, N. (2015). Measuring retail supply chain performance: Theoretical model using key performance indicators (KPIs). *Benchmarking: An International Journal*, 22(1), 135-166.

Arslan, A. (2007). İlaç ve tıbbi malzeme lojistiği ve bir uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi.

- Ay, E. (2018), İlaç Sektöründe Lojistik Yönetimi ve Tersine Lojistik. Dönem Projesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi.
- Banomyong, R. ve Supatn, N. (2011), Developing a supply chain performance tool for SMEs in Thailand, *Supply Chain Management: An International Journal*, 16/1, 20–31
- Bayram, F. (2018). İlaç sektöründe lojistik süreçlerin incelenmesi: Bir işletme uygulaması. Yüksek Lisans Dönem Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Beamon, B.M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), 275-292.
- Boğ, (2005). İlaç sektöründe lojistik uygulamalar. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Bolduc, S. (2016). How to choose the right 3PL?. <https://www.spscommerce.com/blog/how-to-choose-the-right-3pl>, Erişim Tarihi: 20/10/2017
- Chae, B. (2009). Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(6), 422-428.
- Chandra, C. ve Kachhal, S.K. (2004). Managing health care supply chain: trends, issues, and solutions from a logistics perspective. In *Proceedings of the 16th Annual Society of Health Systems Management Engineering Forum*, 20-21.
- Erdal, H. ve Korucuk, S. (2019). İlaç Lojistiği Kapsamında Lojistik Kriterlerin Dematel Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzurum İli Örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 155-166.
- Gunasekaran, A., Patel, C. ve Tirtiroğlu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(1/2), 71-87.
- Gunasekaran, A. ve Kobu B. (2007). Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature (1995–2004) for research and applications. *International Journal of Production Research*, 45(12), 2819-2840.
- Hertz, S. ve Alfredsson, M. (2003). Strategic development of third party logistics providers. *Industrial Marketing Management*, 32(2), 139-149.
- Karakoç, H.D. (2005). İlaç Sektöründe Fiyat Rekabeti, Uzmanlık Tezi, Rekabet Kurumu, Ankara.
- Lockamy, A. ve McCormack, K. (2004). Linking SCOR planning practices to supply chain performance: An exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(12), 1192-1218.
- Lurquin, M. G. (1996). Streamlining the supply chain in the pharmaceuticals industry. *Logistics Information Management*, 9(6), 6-10.
- Nagurney, A., Li, D., ve Nagurney, L. S. (2013). Pharmaceutical supply chain networks with outsourcing under price and quality competition. *International Transactions in Operational Research*, 20(6), 859-888.
- O'Hanlon, T. (2017). Types of Pharmaceutical Companies. <https://bizfluent.com/list-6873820-types-pharmaceutical-companies.html>. Erişim 1 Şubat 2021.
- Rossetti, C.L., Handfield, R. ve Dooley, K.J. (2011). Forces, trends, and decisions in pharmaceutical supply chain management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(6), 601-622.
- Shah, N. (2004). Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation. *Computers & Chemical Engineering*, 28(6-7), 929-941.
- Shepherd, C. ve Günter, H. (2006). Measuring supply chain performance: current research and future directions, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(3/4), 242-258.
- Supply Chain Council (2010), *Supply Chain Operations Reference Model: Version 10.0*, ISBN 0-615-20259-4
- Şen, H. ve Güventürk, M. (2005). İlaç dağıtım kanallarında yeni bir lojistik iş modeli. TMMOB Makina Mühendisleri Odası V. Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı, 9-10 Aralık, Zonguldak
- Uslu S, ve Akçadağ, M. (2012). İlaç Sektöründe Tersine Lojistik ve Dağıtımın Rolü: Bir Uygulama. Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, 5(1), 149-158.

- Yiğit, F. (2002). Tedarik zinciri yönetimi ve ilaç sektörü uygulaması. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Yorulmaz, M., Altuncan, S. M., Yasemin, A. ve Keleş, N. (2012). Türkiye'de İlaç Takip Sistemi (İTS) Uygulaması ve Çalışma Biçimi. Akademik Bilişim Konferansı, 385-392, Uşak



Geleneksel Olmayan Yenilikçi Depo Yerleşim Tipleri ve Tasarımları Üzerine Bir Araştırma

Non traditional Innovative Warehouse Layout Types and Designs

Ayca Özceylan¹ , Mehmet Tanyaş² 

Öz

Lojistik operasyonların, tedarikçilerin ve işletme modellerinin artan çeşitliliği ile birlikte depolar, tedarik zincirlerinde giderek daha bütününcü bir rol oynamaya başlamıştır. Bu sebeple, depoların artık her zamankinden daha fazla esneklik, erişilebilirlik ve verimli işlevsellik sağlaması gerekmektedir. Maalesef işletmelerin çoğu halen geleneksel depo yerleşim modellerini kullanmakta ve yerleşimden ziyade depodaki maliyetlere odaklanmaktadır. Ancak depolardaki operasyonların daha etkin yürütülmesi, daha az enerji harcanması ve ileriye yönelik olarak daha esnek olunması isteniyor ise geleneksel yerleşim modellerinden ziyade daha modern, yenilikçi ve geleneksel olmayan depo yerleşim şekillerine odaklanılması gerekmektedir. Geleneksel olmayan yenilikçi depo yerleşimlerinde, ürünlere erişimi sağlayan koridor tasarımları geleneksel depo koridor tasarımlarından farklıdır. Geleneksel olmayan depo tasarımları çalışmalarının temel motivasyonu depo içi dolaşım süresinin azaltılması amacı ile ürüne erişim mesafelerinin kısaltılmasıdır. Bu çalışmada hem literatürde hem de pratikte kullanılan veya önerilen geleneksel olmayan yenilikçi depo yerleşimlerinden; Kanat (Flying-V), Kılçık (Fishbone), Ters-Kanat (Inverted-V), Apolet (Chevron), Yaprak (Leaf), Kelebek (Butterfly) koridor tasarımları analiz edilmiş ve her biri literatüre atıfta bulunularak detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Bu sayede araştırmacılar ve sektörtekiler için literatürdeki boşluklara da değinerek geleneksel olmayan yenilikçi depo yerleşimlerinin toplu bir şekilde aktarılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel Olmayan Depo, Yenilikçi Depo Yerleşimleri, Depo Koridor Tasarımları

ABSTRACT

With the increasing variety of logistics operations, suppliers, and business models, warehouses are increasingly playing an integral role in supply chains. For this reason, warehouses must provide flexibility, accessibility, and efficient functionality more than ever before. Unfortunately, most businesses still use traditional warehouse layout models and focus on warehouse costs rather than the layout. However, if warehouse operations are more effectively performed, less energy will be consumed, leading to increased flexibility in the future. It is necessary to focus on more modern, innovative, and nontraditional warehouse layouts rather than the traditional layout models. Aisle designs that provide access to products in nontraditional innovative warehouse layouts are different from traditional warehouse aisle designs. The main motivation of the nontraditional warehouse design studies is to shorten access distances to the product to reduce the travel time in the warehouse. Aiming to present the nontraditional innovative warehouse layouts focusing on the gaps for researchers and those in the sector, this study analyzes the nontraditional innovative warehouse layouts used or suggested both in the literature and in practice, namely the Flying-V, Fishbone, Inverted-V, Chevron, Leaf, and Butterfly aisle designs, and tries to explain each one in detail with reference to the literature.

Keywords: Nontraditional Warehouse, Innovative Warehouse Layouts, Warehouse Aisle Design

Başvuru/Submitted: 02.09.2021 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 13.09.2021 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 19.09.2021 • **Kabul/Accepted:** 10.10.2021

¹ **Sorumlu yazar/Corresponding author:** Ayca Özceylan (Öğretim Üyesi), Gaziantep Üniversitesi, Oğuzeli Meslek Yüksekokulu, Gaziantep, Türkiye. E-mail: aycaozceylan@gmail.com ORCID: 0000-0003-0537-6886

² Mehmet Tanyaş (Prof. Dr.), Maltepe Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-mail: mehmettanyas@maltepe.edu.tr ORCID: 0000-0001-8934-3787

Atf/Citation: Ozceylan, A., & Tanyas, M. (2021). Nontraditional innovative warehouse layout types and designs. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(2), 197-216. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.990430>



EXTENDED ABSTRACT

Warehouses are closed or open areas designed according to the type of material. They can be of different sizes and features, where materials are stacked for preservation and storage to be used for various purposes and in different periods. While warehouses are perceived as places where products are stored only through the traditional management approach, in today's supply chain management approach, they are seen as places that support sales that balance the demand. Therefore, warehouses perform a critical service in the supply chain. However, storage in warehouses is expensive in terms of capital investment and labor. Hence, studies are performed on warehouse layout design and optimization to reduce the cost.

The main purpose of warehousing is the effective and efficient management of the warehouse, that is, the storage and distribution of goods in the shortest time and with the least error. Other purposes are to realize the maximum amount of storage in the least area/volume (efficient use of warehouse capacity) to reduce costs, efficiently use warehouse equipment and workforce, reduce access time to the product and realize the most appropriate placement for this purpose, increase the variety and amount of products handled, quickly meet demands (fast picking and reducing order processing time), assign tasks in the most efficient way, adapt to changing logistics processes, protect warehouse assets and products, ensure traceability, maximize accessibility to all materials and improve material flow, comply with legal regulations, etc. One of the most powerful ways of fulfilling these objectives is considering the warehouse layout design. In warehouse layout design studies, the most appropriate layouts of shelves are investigated to reduce the transportation time and cost in the warehouse.

In traditional warehouses, the shelves and goods collection aisles are parallel to each other, and the collection aisles are positioned at 90° to the main aisles. This layout is called the single-block traditional warehouse design. In traditional warehouses, the number of middle main aisles can be more than one. These aisles can be perpendicular to the order-picking aisles, as in conventional warehouses, or can be angled to minimize the total distance traveled in the warehouse. A warehouse is called a nontraditional warehouse when the passage corridors take angles other than 90°. This situation also corresponds to the warehouse corridor design problem in the literature.

Warehouses are becoming more of a flow point rather than product protectors. Companies are increasing their tendency to provide information about stock to use small-quantity shipments and for product combination purposes. Accordingly, the creation of warehouses in nontraditional designs with innovative approaches different from traditional designs has been seen both in the literature and in real cases.

The main motivation of nontraditional warehouse design studies is to shorten the access distances to the product to reduce the circulation time in the warehouse. In this study, nontraditional and innovative warehouse aisle designs, which have been brought to the literature to eliminate the problems created by traditional warehouse aisle layouts, are explained in detail. The product movement travel time/distance in traditional warehouse

layouts cannot be improved at the desired level, causing difficulties in reducing the warehouse operation costs. To provide improvements, different corridor designs have been studied in the literature since 2009. The explanations and visuals of the Flying-V, Fishbone, Inverted-V, Chevron, Leaf, and Butterfly corridor designs will be presented in detail by referring to the relevant literature.

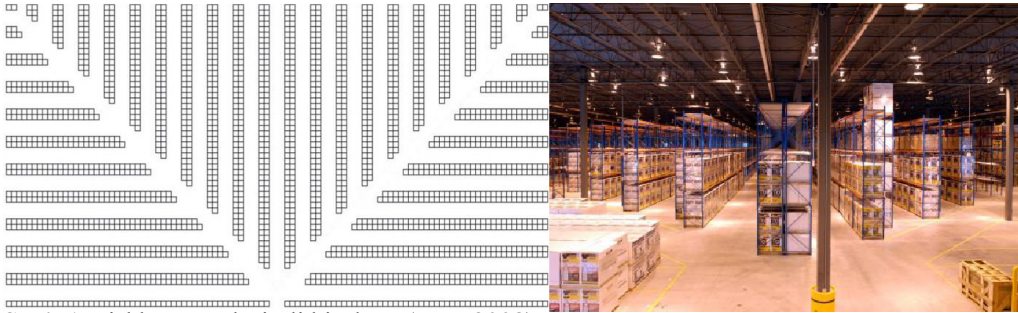
1. Giriş

Depolar, tedarik zinciri içinde, malzemelerin, çeşitli amaçlarla ve farklı dönemlerde kullanılmak üzere korunması ve stoklanması amacıyla istiflendiği, saklandığı ve malzeme t p ne göre tasarlanmış , farklı boyutlarda ve özelliklerde olabilen, kapalı veya açık alanlardır (Toktaş Palut ve Okçuoğlu, 2019). Depolar, geleneksel yönetim anlayışında salt ürünlerin saklandığı yerler olarak algılanırken, günümüz tedarik zinciri yönetimi anlayışında ise talebi dengeleyen, satışa destek yerler olarak görülmektedir. Bu nedenlerle depolar tedarik zincirinde kritik bir hizmeti gerçekleştirir. Bununla birlikte depolar; depolama, sermaye yatırımı ve işçilik açısından maliyetlidir. Bu nedenle, maliyeti düşürmek için depo yerleşimi tasarımı ve optimizasyonu konusunda çalışmalar yapılmaktadır (Çolak vd. 2016).

Depolamada temel amaç, deponun etkin ve verimli yönetimi, diğer bir deyişle malın depolanması ve dağıtılması işleminin en kısa sürede ve en az hatayla yapılmasıdır. Diğer amaçlar ise (Tanyaş ve Düzgün, 2014);

- En az alanda/hacimde en fazla depolamayı gerçekleştirmek (Depo kapasitesinin verimli kullanımı),
- Depo ekipmanlarını verimli kullanmak,
- İşgücünü verimli kullanmak,
- Görev atamalarını en etkin şekilde yapmak,
- Elemanların erişim sürelerini azaltmak ve bu amaçla en uygun yerleşimi gerçekleştirmek,
- Depo yerleşim ve iş planına uygun hareket etmek,
- Elleçlenen ürün çeşidini (SKU) ve miktarını arttırmak,
- Maliyetleri düşürmek (Depo işletmesi açısından karlılığı arttırmak),
- Sipariş verilmesi durumunda, stok elde bulundurma maliyetlerini azaltmak,
- Talepleri hızla karşılamak (Hızlı toplama, sipariş işleme süresinin düşürülmesi),
- Fire ve kayıp oranlarını azaltmak (Depolanan ürünün korunmasını sağlamak),
- Depo süreçlerinin otomasyon düzeylerini arttırmak,
- İzlenebilirliği sağlamak,
- Hatasız sevkiyat yapmak (Sevkiyat doğruluğunu arttırmak),
- Depo varlıklarını ve ürünleri korumak (Etkin güvenlik),
- Değişen lojistik işlemlere uyum sağlamak (Katma değerli işlemler),
- Yasal düzenlemelere uymak,
- Malzeme akışını (streamline) iyileştirmek,
- Lokasyonlar arası malzeme ikmalini zamanında gerçekleştirmek,
- Tüm malzemelere erişilebilirliği en üst düzeye çıkartmaktır.

Yukarıda bahsedilen ana ve alt amaçlara ulaşmanın en güçlü yollarından biri de depo yerleşim tasarımlarıdır. Depo yerleşim tasarımı çalışmalarında, depo içindeki taşıma zamanını ve maliyetini azaltmak için rafların en uygun yerleşimleri araştırılmaktadır. Bu araştırmalar sonucunda klasik depo yerleşimlerine alternatif olarak modern depo yerleşim tipleri ortaya çıkmıştır (Öztürkoğlu vd. 2018a). Bunun en temel sebebi geleneksel depo yerleşim düzenlerinin günümüz performans göstergelerine (ekipman kullanım oranı, depo personelinin ortalama yürüme zamanı/mesafesi, ürüne erişim süresi vb.) tam manasıyla karşılık verememesidir. Bu eksiklikleri gidermek adına literatürde ve pratik hayatta geleneksel olmayan yenilikçi depo tasarımları karşımıza çıkmaktadır. Örneğin Generac Power Systems firması 2007 yılında Wisconsin’da kurdukları bir depoda geleneksel olmayan bir depo yerleşimi olan kılçık (fishbone) koridor tasarımı yaklaşımını benimsemişlerdir (Gue, 2008). Firmanın kullandığı depo yerleşim tasarımının çizimi ve gerçek görüntüsü Şekil 1’de yan yana verilmiştir.



Şekil 1. Fishbone yerleşimli bir depo (Gue, 2008)

Geleneksel depolarda raflar ve mal toplama koridorları birbirine paraleldir, toplama koridorları ana koridorlara 90° olacak şekilde konumlandırılmaktadır. Bu yerleşim tek bloklu geleneksel depo tasarımı olarak adlandırılmaktadır. Geleneksel depolarda orta ana koridor sayısı birden fazla olabilir. Bu koridorlar, geleneksel depolarda olduğu üzere sipariş toplama koridorlarına dik olabileceği gibi, depo içinde kat edilen toplam mesafeyi minimize edecek şekilde açılı da olabilir. Geçiş koridorlarının 90°’den farklı açılar aldığı durumda depo, geleneksel olmayan depo olarak adlandırılmaktadır (Öztürkoğlu ve Hoşer, 2018a). Bu durum literatürde depo koridor tasarımı problemi olarak da karşılık bulmaktadır (Öztürkoğlu ve Hoşer, 2019).

Depo koridor tasarım problemi sayesinde literatürde ve pratikte çeşitli geleneksel olmayan depo yerleşim tipleri ortaya çıkmıştır. Ancak tespit edildiği kadarıyla geleneksel olmayan yenilikçi depo yerleşimlerinin toplu bir şekilde sunulduğu (görseller ile desteklendiği) ve ilgili literatürle birlikte verildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma yazarların bildiği kadarıyla şu alanlarda literatüre katkı sağlamaktadır: (i) geleneksel olmayan depo yerleşim tiplerinin toplu bir şekilde derlenmesi (ii) geleneksel ve geleneksel olmayan depo yerleşim tiplerinin bir takım performans ölçütlerine göre karşılaştırılması ve (iii) geleneksel olmayan depo yerleşim tipleri üzerine potansiyel çalışma konularının sunulması.

Burada verilen giriş kısmından sonra çalışmanın ikinci kısmında tanımlayıcı bir literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü kısımda geleneksel depo yerleşimlerinden bahsedilmiştir. Dördüncü kısımda geleneksel olmayan yenilikçi depo yerleşimleri olan Kanat (Flying-V), Kılçık (Fishbone), Ters-Kanat (Inverted-V), Apolet (Chevron), Yaprak (Leaf), Kelebek (Butterfly) koridor tasarımlarına değinilmiştir. Son olarak sonuç ve öneriler ile çalışma sonlandırılmıştır.

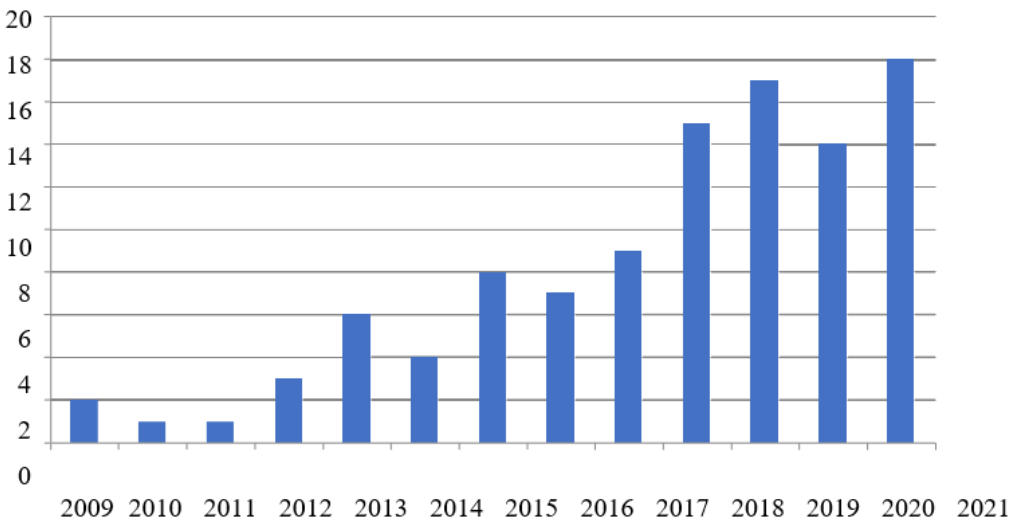
2. Literatür Araştırması

Geleneksel olmayan depo yerleşimleri üzerine literatürdeki mevcut durumu gözlemlemek amacıyla Scopus veri tabanında Eylül 2021 tarihli bir tarama yapılmıştır. Söz konusu taramadaki sorgulama Tablo 1’de verilmiştir. Sorgulama tüm alanlarda yapılmış olup yenilikçi depo çeşidine (örn. diagonal cross aisle) giren tüm anahtar kelimeler kullanılmaya çalışılmıştır. Bunun dışında makalelere odaklanıldığı için kongre ve kitap çalışmaları çıkartılmış aynı zamanda İngilizce ve Türkçe dilleri dışındaki çalışmalar da dikkate alınmamıştır.

Tablo 1. Scopus veri tabanı sorgusu

(ALL (flying-v) OR ALL (fishbone) OR ALL (inverted-v) OR ALL (chevron) OR ALL (leaf) OR ALL (butterfly) OR ALL (diagonal AND cross AND aisle) OR ALL (non-conventional) OR ALL (non-traditional) AND ALL (warehouse AND layout) AND ALL (warehouse AND design) AND ALL (storage AND layout)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “re”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “bk”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE, “Turkish”)) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, “j”) OR LIMIT-TO (SRCTYPE, “p”))

Sorgulama sonucunda toplam 105 makaleye ulaşılmıştır. 105 makalenin yıllara göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere geleneksel olmayan depo yerleşimleri üzerine yapılan çalışmalar 2009 yılındaki başlangıcından sonra özellikle 2018 yılı itibariyle ciddi oranda artış göstermiştir.



Şekil 2. Makale sayılarının yıllara göre dağılımı

105 makale toplamda 57 farklı dergide yayınlanmıştır. Dergilerin çoğu mühendislik, karar bilimleri, işletme ve bilgisayar bilimleri üzerine olan etki faktörü yüksek dergilerdir.

Bu alanda en fazla yayının yapıldığı ilk üç sıradaki dergiler, International Journal of Production Research (%13), IIE Transactions Institute of Industrial Engineers (%7) ve European Journal of Operational Research/International Journal of Production Economics (%6)"dir. Dergilerin tüm listesi yayın frekanslarına göre Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Dergilerin listesi

Dergiler	Frekansı
International Journal of Production Research	14
IIE Transactions Institute of Industrial Engineers	8
European Journal of Operational Research	7
International Journal of Production Economics	7
Computers and Industrial Engineering	6
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	3
Transportation Research Part E	3
Applied Sciences Switzerland, Applied Soft Computing, IEEE Access, IIE Transactions, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Maritime Economics and Logistics, Naval Research Logistics, Transportation Science	2
Acta Informatica Pragensia, Algorithms, Central European Journal of Operations Research, Complexity, Computers and Operations Research, Dyna Colombia, Engineering Management in Production and Services, Espacios, Evolving Systems, Expert Systems with Applications, Foundations and Trends in Information Retrieval, International Journal of Engineering Business Management, International Journal of Industrial and Systems Engineering, International Journal of Logistics Management, International Journal of Logistics Research and Applications, International Journal of Logistics Systems and Management, International Journal of Services and Operations Management, International Journal of Simulation Modelling, International Journal of Technology, Journal of Advanced Mechanical Design Systems and Manufacturing, Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, Journal of Algorithms and Computational Technology, Journal of Control Science and Engineering, Journal of Facilities Management, Journal of Industrial and Production Engineering, Journal of Intelligent Manufacturing, Journal of Manufacturing Systems, Journal of Parallel and Distributed Computing, Journal of Simulation, Journal of the Operational Research Society, Logistics Journal, Logistics Research, Management and Production Engineering Review, Omega, Open Civil Engineering Journal, Production and Operations Management, Simulation Modelling Practice and Theory, Strojarstvo, Sustainability Switzerland, Transport, Wireless Networks, World Review of Intermodal Transportation Research	1
Toplam	105

105 makaledeki yazarlara, kurumlara ve ülkelere bakıldığında zaman zaman 160 farklı yazarın literatüre katkı sağladığı tespit edilmiştir. En fazla katkı sağlayan yazarlar, kurum ve ülkeleri ile birlikte Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'e göre bu alanda en fazla katkı sağlayan yazar Auburn Üniversitesi'nden Gue, K.R."dir. İlk 10 yazarın çoğu A.B.D. deki üniversitelerde görev yapmaktadır.

Tablo 3. En çok katkı sağlayan ilk 10 araştırmacı

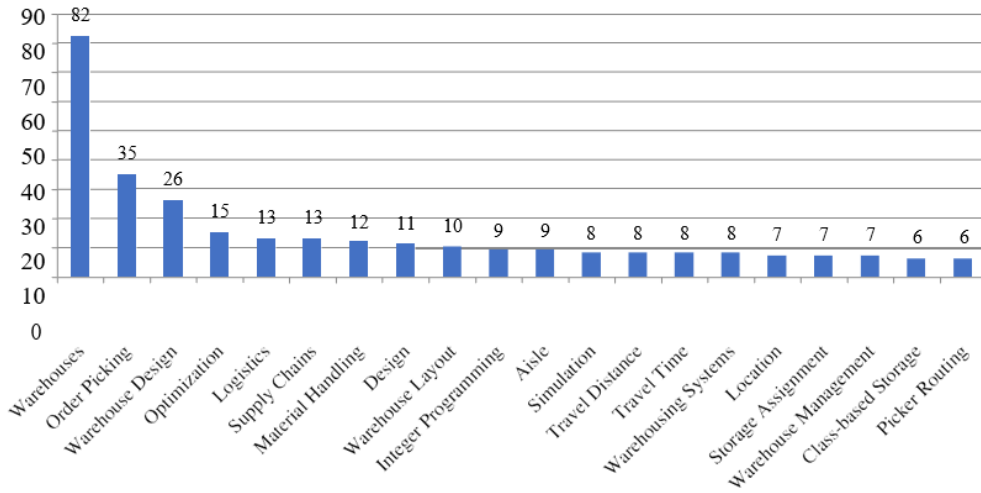
Yazar	Makale Sayısı	Kurum	Kurum Ülkesi
Gue, K.R.	12	Auburn Üniversitesi	A.B.D.
Glock, C.H.	8	Darmstadt Teknik Üniversitesi	Almanya
Meller, R.D.	8	Arkansas Üniversitesi	A.B.D.
Grosse, E.H.	5	Darmstadt Teknik Üniversitesi	Almanya
Adil, G.K.	4	Hindistan Teknoloji Enstitüsü Bombay	Hindistan
Bortolini, M.	4	Bologna Üniversitesi	İtalya
Gamberi, M.	4	Bologna Üniversitesi	İtalya
Smith, J.S.	4	Auburn Üniversitesi	A.B.D.
Öztürkoğlu, Ö.	4	Yaşar Üniversitesi	Türkiye
De Koster, R.	3	Erasmus Üniversitesi	Hollanda

160 farklı yazar 36 farklı ülkedeki 112 farklı kurumdan katkı sağlamıştır. En fazla katkıda bulunan ilk 10 kurum ve ülke Tablo 4’te verilmiştir. Tablo 4’deki veriler Tablo 3’deki verileri desteklemektedir. En fazla katkı sağlayan yazarın olduğu üniversite (Auburn Üniversitesi) ve ülke (A.B.D.), aynı zamanda toplamda da en fazla katkı sağlayan üniversite ve ülkedir. Tablo 3 ve Tablo 4’de Çin’den herhangi bir kurum olmamasına rağmen, en fazla katkı sağlayan ikinci ülke olması Çin’den çok fazla araştırmacının az sayıda yayınlara katkı sağladığını göstermektedir. Türkiye’nin Tablo 3’te dokuzuncu sırada olmasına rağmen, ülkeler sıralamasında (Tablo 4) yedinci olması Türkiye’de de bu alanda çalışan araştırmacıların olduğunu göstermektedir. Genel olarak bakıldığı zaman ise geleneksel olmayan depo yerleşimleri üzerine yapılan çalışmalarda A.B.D.’nin ve Avrupa’nın baskın olduğu söylenebilir.

Tablo 4. En çok katkı sağlayan ilk 10 kurum ve ülke

Kurum	Makale Sayısı	Ülke	Makale Sayısı
Auburn Üniversitesi, A.B.D.	14	A.B.D.	26
Erasmus Üniversitesi, Hollanda	10	Çin	16
Darmstadt Teknik Üniversitesi, Almanya	9	Almanya	13
Arkansas Üniversitesi, A.B.D.	7	İtalya	12
Yaşar Üniversitesi, Türkiye	6	Hollanda	11
Hindistan Teknoloji Enstitüsü Bombay, Hindistan	5	Hindistan	9
Louisville Üniversitesi, A.B.D.	5	Türkiye	9
Bologna Üniversitesi, İtalya	4	Kolombiya	4
Padova Üniversitesi, İtalya	3	Japonya	3
Songkla Prensi Üniversitesi, Tayland	3	Tayland	3

105 makalenin anahtar kelimelerine bakıldığı zaman ise 184 farklı kelimenin veya kelime grubunun kullanıldığı gözlemlenmiştir. En fazla kullanılan ilk 20 anahtar kelime, kullanım sıklıklarına göre Şekil 3’te verilmiştir.

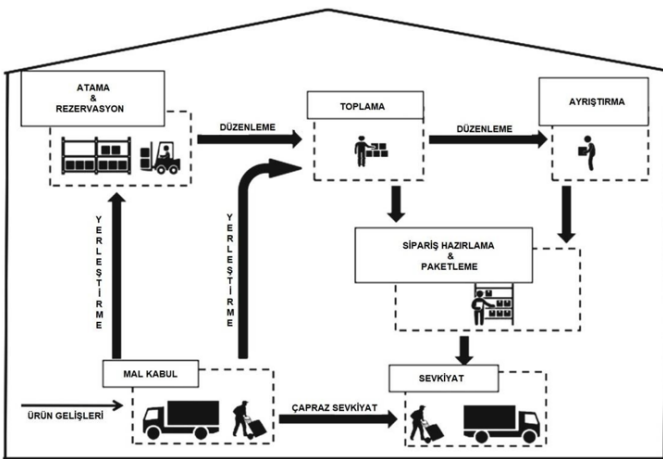


Şekil 3. En fazla kullanılan ilk 20 anahtar kelime/kelime grubu

Beklendiği gibi en sık kullanılan kelime “warehouses” olarak gözlemlenmiştir. Geleneksel olmayan depo yerleşimlerinde en çok araştırılan konu sipariş toplama olduğundan “order picking” en fazla kullanılan ikinci anahtar kelime olmuştur. “Integer programming” anahtar kelimesi tam sayılı modellemenin sıklıkla kullanıldığını, “simulation” anahtar kelimesi de yine depo davranışını gözlemlemek için kullanılan bir yöntem olduğunu göstermektedir. “Travel distance” ve “travel time” anahtar kelimeleri çalışmalarda en sık kullanılan performans göstergesinin depo için mesafe ve zaman minimizasyonu olduğunu ifade etmektedir. Şekil 3’te yer almayan ancak son zamanlarda literatürde yer bulan bazı anahtar kelimeler de (robotik, ergonomi, karar destek sistemi vb.) bulunmaktadır. Örneğin Diefenbach ve Glock (2019), U tipli yenilikçi bir depo yerleşimi için ergonomik açıdan sipariş toplama problemini ele almışlardır. Yang vd. (2021)’de geleneksel olmayan depo yerleşimleri için robotik sistemlerin etkisini analiz etmişlerdir. Esmero vd. (2021), FlexSim yazılımı ile geleneksel depo yerleşimi ve kılçık/kanat yerleşimlerini karşılaştırmışlardır.

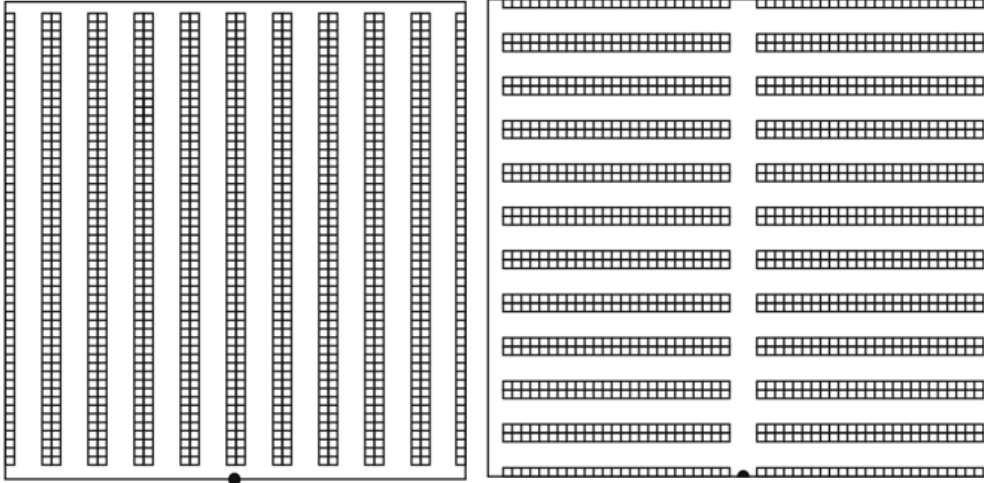
3. Geleneksel Depo Yerleşimleri

Geleneksel depolar, genel manada ürün kabul, istifleme, sevkiyat temel işlemleri yanında hazırlık, ayırıştırma, birleştirme, konsolidasyon, etiketleme, paketleme, katma değerli hizmetler vb. işlemlerin gerçekleştiği depolardır (Şekil 4).



Şekil 4. Geleneksel depo faaliyetleri (Custodio ve Machado, 2020)

Deneyimlere göre, en yaygın geleneksel depo yerleşimleri Şekil 5’te verilmiştir. Yerleşim A, koridorların birbirine paralel toplama ve istifleme koridorlarına ve dikey ana koridorlara sahiptir. Yerleşim B’de, toplama ve istifleme koridorlarının yarısına bir ana koridor yerleştirilmiştir (Pohl vd. 2009).



Yükleme/Boşaltma Kapısı
Yerleşim A

Yükleme/Boşaltma Kapısı
Yerleşim B

Şekil 5. Geleneksel depo koridor yerleşimleri (Pohl vd. 2009)

Geleneksel depolarda, raflar ve mal toplama koridorları birbirine paraleldir, toplama koridorlarının kesiştiği ana koridorlar ise 90° olacak şekilde tasarlanır. Şekil 5 Yerleşim A’da mal toplama koridorları arasında geçişi sağlayan alt ve üst ana koridorlar bulunmaktadır. Bu yerleşim tek bloklu geleneksel depo tasarımı olarak adlandırılmaktadır. Şekil 5 Yerleşim B’de, alt ve üst ana koridorlar dışında mal toplama koridorları arasında geçiş kolaylığı sağlaması amacıyla orta ana koridor yer almaktadır. Orta ana koridor depoyu iki parçaya ayırdığı için yerleşim iki bloklu geleneksel depo tasarımı olarak adlandırılmaktadır. Bazı depolarda orta ana koridor sayısı birden fazla da olabilir (Öztürkoğlu vd. 2018a).

Bu kısımda açıklanan geleneksel depoların bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin sevk alanı ile toplama alanı aynı tarafta olduğu için elleçleme ekipmanı trafiği yoğunlaşacak ve yükleme süreleri artacaktır (Acar ve Çakmak, 2013). Günümüzde rekabet ve müşteri odaklılığı artmakta, depo ölçekleri büyümekte, yeni ekipmanlar kullanılmakta, alanı verimli kullanmak önem kazanmakta, daha fazla ürün çeşidi elleçlenmekte, daha sık ve daha küçük miktarlı sipariş partisi sevkiyatları gerçekleştirilmekte, daha fazla ürün (SKU) ve katma değerli hizmet talebi oluşmakta, gerçek zamanlı bilgi gereksinimi sonucunda izlenebilirlik artmakta, daha fazla iade işlemi olmakta, sipariş çevrim süreleri kısalmakta, daha az hata marjlarına izin verilmektedir (Tanyaş ve Baskak, 2012).

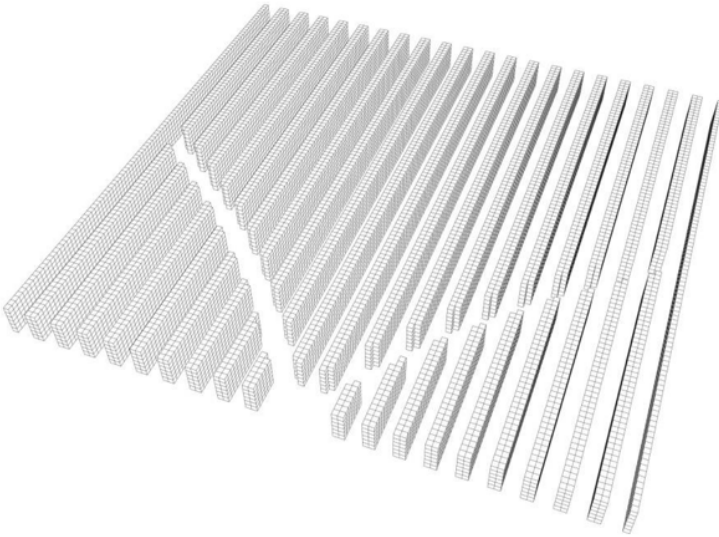
Depolar, ürünleri korumaktan çok bir akış noktası haline gelmektedir. Çünkü firmaların artık stok hakkında bilgi vermek, küçük miktarlı sevkiyat ve ürün birleştirme amaçlı kullanma eğilimleri artmaktadır (Tanyaş ve Baskak, 2012). Bu sebeplerle günümüzde depoların geleneksel tasarımlarından farklı yenilikçi yaklaşımlarla geleneksel olmayan

tasarımlarda oluşturulması hem literatür hem de gerçek vakalarda görülmektedir. Geleneksel olmayan modern depo yerleşimlerinde, ürünlere erişimi sağlayan koridor tasarımları geleneksel depo tasarımlarından farklıdır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında geleneksel olmayan depo yerleşimleri açıklanacaktır.

4. Geleneksel Olmayan Yenilikçi Depo Yerleşimleri

Çalışmanın ikinci kısmında belirtildiği üzere geleneksel depolarda, raflar ve mal toplama koridorları birbirine paraleldir, toplama koridorlarının kesiştiği ana koridorlar ise 90° olacak şekilde tasarlanır. Geleneksel olmayan yenilikçi yaklaşımlı depolarda ise toplama koridorundan ana koridora geçiş 90° den farklı açılarda olabilir. Geleneksel olmayan depo tasarımları çalışmalarının ana motivasyonu depo içi dolaşım süresinin azaltılması amacı ile ürüne erişim mesafelerinin kısaltılmasıdır. Bu kısımda literatürde yenilikçi depo koridor tasarımlarında sıkça karşılaşılan; Kanat (Flying-V), Kılıçık (Fishbone), Ters-Kanat (Inverted-V), Apolet (Chevron), Yaprak (Leaf), Kelebek (Butterfly) koridor tasarımlarının açıklamaları ve görselleri, ilgili literatüre atıfta bulunularak açıklanmaya çalışılmıştır.

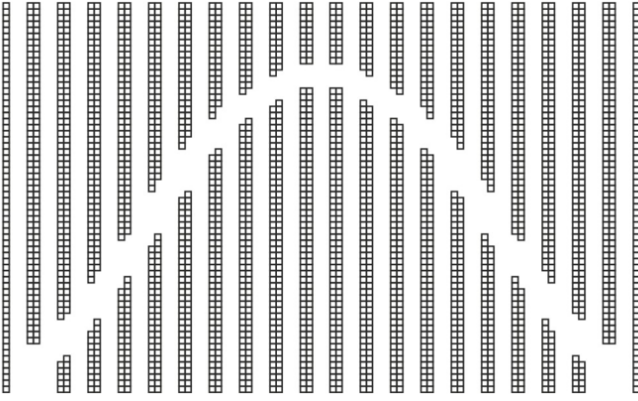
Kanat (Flying-V) Koridor Tasarımı: Bu tasarımın farklılığı, geleneksel koridor tasarımlarında gördüğümüz toplama koridorlarının kesiştiği düz ve dik açılı koridorların (Şekil 5), Şekil 6'da gösterilen bu tasarımda eğik açılı olmasıdır (Zhou vd. 2020).



Şekil 6. Kanat koridor tasarımı (Gue ve Meller, 2009)

Gue ve Meller (2009)'in ilk kez çalışmalarında kullandıkları kanat koridor tasarımı, eşdeğer bir geleneksel depoya göre (Şekil 5) ortalama olarak %10 daha düşük bir hareket mesafesi sağlamaktadır.

Ters-Kanat (Inverted-V) Koridor Tasarımı: Ters Kanat koridor tasarımı varsayımları kanat koridor tasarımı ile benzer olmakla birlikte, Şekil 7'de görüldüğü üzere ürün taşıma yolu kanat koridor tasarımına göre daha uzundur (Gue vd. 2012).

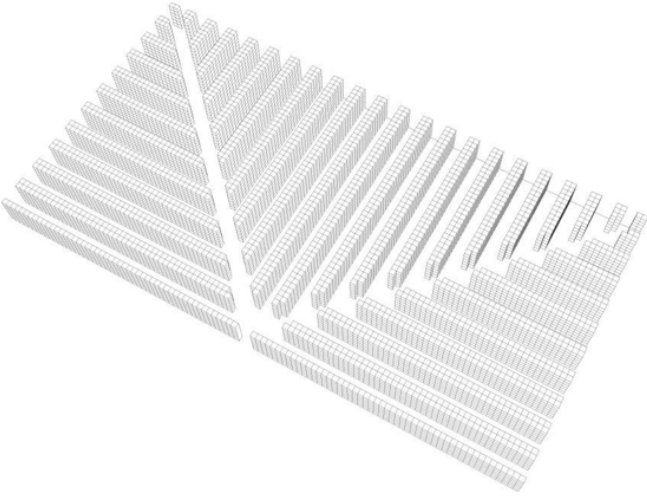


Şekil 7. Ters-V koridor tasarımı (Gue vd. 2012)

Kanat (Flying-V) ve Ters Kanat (Inverted-V) Literatürü: Kanat koridor tasarımının Gue ve Meller (2009) tarafından ortaya atılmasından sonra bu konuda yapılan çalışmalarda da artış gözlemlenmiştir. Örneğin Gue vd. (2012) birden fazla kapının olduğu depolar için kanat ve ters kanat (Inverted-V) tasarımlarını test etmişler ve sonuç olarak kanat koridor tasarımının daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır. Daha sonra Clark vd. (2013) Chebychev mesafesine göre kanat ve kılçık koridor tasarımlarını karşılaştırmışlar ve yüksek rafların bulunduğu durumlar için kılçık yaklaşımının daha başarılı olduğunu göstermişlerdir. Öztürkoğlu vd. (2014) çoklu giriş çıkış noktalı bir depo için değiştirilmiş kanat koridor tasarımını uygulamışlardır. Önerdikleri yaklaşım geleneksel depolara göre %5-12 arası iyileşme sağlamıştır. Feng vd. (2019) mobil robotik depolama sistemlerinin yer aldığı depolar için hem geleneksel tasarımlı hem de kanat tasarımlı yaklaşımları test etmişler ve kanat tasarımının %8-18 arası mesafe tasarrufu sağladığını ortaya koymuşlardır. Zhou vd. (2019b) nesnelerin interneti teknolojisi ile anlık veri çekildiği durumlar için ters kanat ve kılçık tasarımlarını karşılaştırmışlardır. Zhou vd. (2020) daha sonraki çalışmalarında ise ABC sınıflandırma politikasını dikkate alacak şekilde kanat tipi koridor tasarımını çalışmışlardır.

Kılçık (Fishbone) Koridor Tasarımı: Gue ve Meller (2009) çalışmalarında, geleneksel depo koridorlarının birbirine paralel olan tasarımının yerine birbirine yatay ve dikey koridor tasarımını benimsemişlerdir. Uyguladıkları bu tasarım ile beklenen depo içi hareket maliyetini

%20'den fazla azaltılabileceğini ve buldukları bu değer de optimale yakın olduğu sonucuna varmışlardır. Şekil 8'de kılçık koridor tasarımına yer verilmiştir.



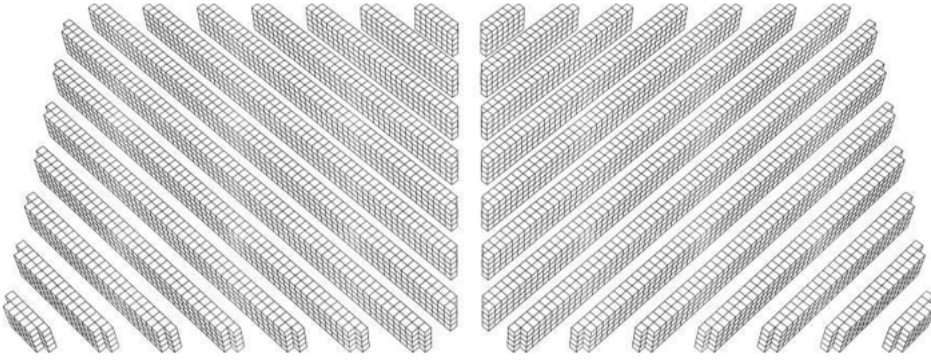
Şekil 8. Kılçık koridor tasarımı (Gue ve Meller, 2009)

Şekil 8’de görüldüğü üzere „V“ harfi oluşturan iki ana koridor bulunmaktadır. Kılçık tasarımında beklenen seyahat uzaklığı geleneksel tasarıma göre %20’ye kadar daha kısadır. Bu durum çapraz ana koridorların ürün toplama/yerleştirme mesafesini daha kısa hale getirir, geleneksel depolarda ise doğrusal mesafenin tamamının kat edilmesi gerekir (Gue ve Meller, 2009).

Kılçık (Fishbone) Koridor Literatürü: Geleneksel olmayan depo koridor tasarımlarının depo operasyonlarına etkisini araştıran literatürdeki önemli çalışmalardan biri Gue ve Meller (2009)’a aittir. Gue ve Meller (2009) çalışmalarında ilk kez tek kapılı bir geleneksel depo koridor tasarımına alternatif iki yeni koridor tasarımını; kanat ve kılçık tasarımlarını önermişlerdir. Gue ve Meller (2009) önerdikleri iki yeni tasarımı geleneksel depo yerleşimi ile karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırmayı da tek duraklı seyahat özelinde yapmışlardır. Diğer bir ifade ile talebin tek bir ürün olduğu ve depo personelinin kapıdan başlayarak ilgili ürünü alıp tekrardan başladığı noktaya dönme süresini/mesafesini karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre kanat ve kılçık tasarımları eş değer bir geleneksel depoya göre ortalama seyahat süresi açısından sırasıyla %10 ve %20’ye kadar daha iyi sonuç vermektedir. Bu çalışmanın hemen ardından Pohl vd. (2009), kılçık tasarımının çift komutlu operasyonlar altındaki performansını analiz etmişlerdir. Sonuç olarak da geleneksel depo tasarımlarına göre yürüme mesafesi açısından %10-15 arası iyileşme sağlamışlardır. Pohl vd. (2011)’de farklı tüketim hızlarına sahip ürünlerin raflara yerleştirilmesi için kanat ve kılçık tasarımlarını karşılaştırmışlardır. Cardona vd. (2012) kılçığı tasarımını etkileyen en önemli parametreleri incelemişler ve koridor açısının etkin faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Jiang vd. (2013) yaptıkları çalışmalarında kılçık tasarımlı bir depoda içine girilebilir raf sisteminin etkisini analiz etmişlerdir. Daha sonraki bir çalışmada Çelik ve Süral (2014) stok devir hızını dikkate alarak kılçık tasarımlı bir depoda operasyon planlama çalışması yapmışlardır. Cardona vd. (2015), dikey yürüme de dikkate alan bir yaklaşım ile kılçık tasarımı üzerine bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Venkitasubramony ve Adil (2016) tam poligonol mesafe konturuna dayalı olarak üç farklı depolama politikası altında kılçık düzeni için ayrık ve sürekli toplama mesafeli

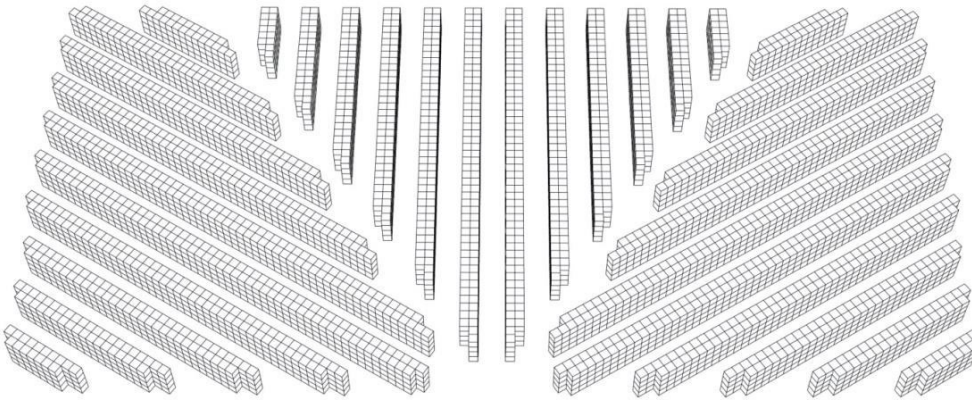
modeller geliştirmişlerdir. Zhou vd. (2019a), kılçık tasarımı üzerinde sipariş toplama mesafesini minimize eden rotaların bulunması için farklı meta-sezgisel algoritmaları (genetik algoritma, karınca kolonisi vb.) karşılaştırmalı olarak uygulamışlardır. Son olarak Bortolini vd. (2021) ve Esmero vd. (2021) kılçık tasarımı ile diğer geleneksel olmayan depo tasarımlarını farklı performans göstergeleri (sürdürülebilirlik vb.) altında karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir.

Apolet (Chevron) Koridor Tasarımı: Apolet koridor tasarımında, tek bir çapraz koridor ve bu çapraz koridora 45 ve 135 derecelik açılarda raf koridorları bulunmaktadır (Öztürkoğlu vd. 2012). Apolet koridor tasarımı Şekil 9’da gösterilmiştir.



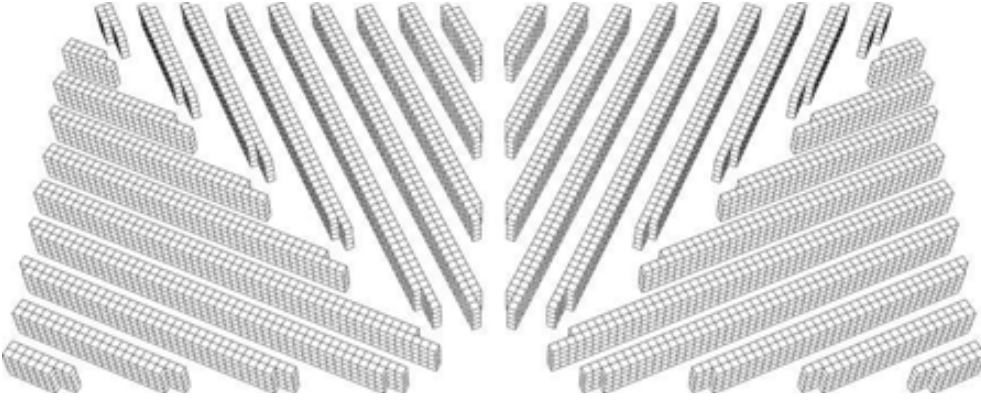
Şekil 9. Apolet koridor tasarımı (Gue ve Meller, 2009)

Yaprak (Leaf) Koridor Tasarımı: Leaf tasarımı iki çapraz koridora ve bu çapraz koridora açılan açılı raf koridorlarına sahiptir. İki çapraz koridoru ile kılçık tasarımına benzemektedir, farkı ise çapraz koridorları kılçık tasarımına göre daha dik açılı olmasıdır. Şekil 10’da görülen açılı koridorları sayesinde, ürün taşıma süresi beklenenden daha az olmaktadır (Gue vd. 2012).



Şekil 10. Yaprak koridor tasarımı (Gue ve Meller, 2009)

Kelebek (Butterfly) Koridor Tasarımı: Kelebek koridor tasarımında üç ana koridor ve bu koridorlar ile kesişen açılı raf koridorları bulunmaktadır. Kelebek koridor tasarımına Şekil 11’de yer verilmiştir.



Şekil 11. Kelebek koridor tasarımı (Gue ve Meller, 2009)

Apolet (Chevron), Yaprak (Leaf) ve Kelebek (Butterfly) Koridor Literatürü: Kılçık, kanat ve ters-kanat gibi geleneksel olmayan depo koridor tasarımlarına ek olarak Öztürkoğlu vd. (2012) çalışmalarında sürekli depo uzayı için üç yeni tasarım modelini ortaya çıkarmışlardır. Tek ana koridorlu tasarım için apolet, iki ana koridorlu tasarım için yaprak ve üç ana koridorlu tasarım için de kelebek modelini önermişlerdir. Yaptıkları karşılaştırmaya göre de en başarılı yaklaşımın apolet tasarımı olduğunu belirtmişlerdir. Öztürkoğlu vd. (2018b), apolet tasarımının farklı depo büyüklüklerinde, çoklu giriş çıkış noktası olduğunda, farklı malzeme akış politikaları altında, geleneksel tasarıma göre dolaşım süresinde bir iyileştirme sunup sunmadığını araştırmışlardır. Bunun için sürekli depo uzayında matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Sonuç olarak, apolet tasarımı merkez yoğun akış politikası altında, az sayıda giriş çıkış kapısı için en/boy oranı 3/1 olan depoda dolaşım süresi açısından daha fazla iyileştirme sunmaktadır. Masae vd. (2020a) apolet koridor tasarımlı depolar için optimum sipariş toplama politikasını belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Masae vd. (2021) yaprak koridor tasarımlı depolar için toplam sipariş toplama maliyetini minimize etmek için dinamik programlama yaklaşımını önermişlerdir.

Yukarıda bahsedilen özel geleneksel olmayan depo koridor tasarımlarına ek olarak başka tasarımların geliştirildiği çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Örneğin diyagonal çapraz koridor (diagonal cross-aisles) tasarımlı (Bortolini vd. 2015; 2019) ya da U-tipli raf sistemleri (Glock ve Grosse, 2012) üzerine de farklı depo tasarımları çalışılmıştır. Depo koridor ve sipariş toplama tasarımları üzerine yapılan diğer çalışmalar için De Koster vd. (2017) ve Masae vd. (2020b) tarafından yapılan detaylı literatür çalışmalarına bakılabilir. Genel bir değerlendirme sunmak ve sektördeki kişilere kılavuzluk etmek amacıyla geleneksel olmayan depo yerleşimlerinin hangi durumlar için ne kadar faydalı olabileceği ile ilgili literatürdeki bulgular Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Geleneksel olmayan depo yerleşimleri ile ilgili bulgular

Kaynak	Bulgular
Gue ve Meller (2009)	Kanat tasarımlı bir deponun, çapraz koridoru olmayan eşdeğer boyutlu geleneksel tasarımlı bir depoya göre, rastgele depolama politikası altında tek komutlu seyahatte %10'luk bir iyileşme sağladığını göstermiştir.
Pohl vd. (2009)	Kılçık yerleşim tipinin, çift komutlu operasyonlar altında geleneksel depo tasarımlarına göre yürüme mesafesi açısından %10-15 arası iyileşme sağlamışlardır.
Öztürkoğlu vd. (2012)	Koridor sayısının 27'den az olduğu depolar için apolet tipli yerleşimin, yaprak ve kelebek tipli yerleşimlere göre daha fazla mesafe iyileştirmesi sağladığını göstermişlerdir.
Öztürkoğlu vd. (2014)	Birden fazla giriş/çıkış olduğu depolar için kanat koridor tasarımının geleneksel depo yerleşimlerine göre mesafe açısından %5-12 arası iyileşme sağladığını göstermişlerdir. Eğer giriş/çıkış noktaları sayıca fazla ve yerleri dağınık ise bu faydanın azaldığını belirtmişlerdir.
Öztürkoğlu (2016)	Kanat tipi yerleşimlerin, geleneksel depo yerleşimlerine göre %61,17 değerinde daha az alana ihtiyaç duyduğunu göstermişlerdir.
Öztürkoğlu vd. (2018b)	Az sayıda giriş/çıkış kapısı olan ve en-boy oranı 3/1 olan depolar için apolet tipli yerleşimlerin geleneksel yerleşimlere göre seyahat süresi açısından %3 ile %19 arası bir iyileşme sağladığını göstermişlerdir. Kapı sayısının 19'dan fazla olduğu durumlar için bu avantaj sıfırlanmaktadır. Sonuç olarak apolet tipli yerleşimlerin merkezde tek bir giriş/çıkış kapısının olduğu durumları için başarılı olduğunu göstermişlerdir.
Feng vd. (2019)	Mobil robotik depolama sistemlerinin yer aldığı depolar için hem geleneksel tasarımlı hem de kanat tasarımlı yerleşimleri test etmişler ve kanat tasarımının %8-18 arası mesafe tasarrufu sağladığını ortaya koymuşlardır. Diğer bir ifade ile geleneksel olmayan depo yerleşimlerinin robotik teknoloji ile desteklenmesiyle ortaya konulan tasarrufta artmaktadır.
Esmero vd. (2021)	Kılçık yerleşim düzeni ile geleneksel yerleşim düzenine kıyasla sipariş toplama zamanında %52,39; toplam mesafede %32,25 ve kapasite kullanım oranında %7,5 değerinde bir iyileşme sağlamışlardır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada geleneksel depo koridor düzenlerinin yarattığı problemleri ortadan kaldırmak için literatüre kazandırılan geleneksel olmayan yenilikçi depo koridor tasarımlarına detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Geleneksel depo yerleşimlerinde ürün hareket dolaşım süresi/ mesafesi istenen seviyede iyileştirilememekte ve dolayısı ile depo operasyon maliyetlerinin azaltılmasında da zorluklar yaşanmaktadır. Bu iyileştirmelerin sağlanabilmesi amacıyla özellikle 2009 yılından itibaren literatürde farklı koridor tasarımları çalışılmıştır. Bunların en önemlilerinin başında Kanat (Flying-V), Kılçık (Fishbone), Ters Kanat (Inverted-V), Apolet (Chevron), Yaprak (Leaf) ve Kelebek (Butterfly) koridor tasarımları gelmektedir. Çalışmanın üçüncü kısmında bu öne çıkan koridor tasarımlarının kısa açıklamaları, koridor şekilleri ve literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Yenilikçi koridor tasarımları incelediğinde depoda bulunacak ana koridor sayısına göre sınıflandırmalar olduğu görülmüştür.

Literatürdeki çalışmaların çoğu mesafe veya maliyet açısından geleneksel olmayan depo yerleşimlerini geleneksel olan depo yerleşimleri ile karşılaştırmaktadır. Maliyet ve mesafe bir depo için önemli kriterler olsa da geleneksel olmayan depo yerleşimlerinin hangi depolama stratejisinde ya da yönetiminde etkin olduğunun da araştırılması önemli bir konudur. Örneğin Pohl vd. (2011) stok devir hızına göre depolama stratejisinin etkisini ölçerken, Bortolini vd. (2019) sınıf bazlı depolama stratejisi için geleneksel olmayan depo yerleşimlerinin performansını araştırmıştır.

Literatürde tespit edilen ve ileriki çalışmalara fikir verebilecek boşluklar aşağıda listelenmiştir:

- Geleneksel olmayan depo yerleşimlerinde otomatik depolama ve boşaltma sistemlerinin performansı analiz edilebilir,
- Birden fazla geleneksel olmayan depo yerleşimi melez olarak uygulanabilir,
- Geleneksel olmayan depo yerleşimlerinde statik ve dinamik depolama politikaları karşılaştırmalı olarak analiz edilebilir,
- Farklı sipariş toplama (zone picking vd.) ve farklı koridor tasarımlarının performansları karşılaştırılabilir,
- Farklı mimari alan (kare, dikdörtgen vd.) şekillerine göre farklı koridor tasarımlarının performansları karşılaştırılabilir,
- Herhangi bir geleneksel olmayan depo yerleşimi gerçek bir depoda uygulanabilir,
- Geleneksel ve geleneksel olmayan depo yerleşim karşılaştırmalarında ergonomik ve çevresel performans göstergeleri kullanılabilir,
- Koridor genişliğinin (mesafesinin) geleneksel olmayan depo yerleşimleri üzerine etkisi araştırılabilir,
- Geleneksel olmayan depo yerleşimlerindeki kaza olma ihtimalinin klasik depolara göre kıyaslaması yapılabilir,
- Geleneksel olmayan depo yerleşimlerinde hangi tip elleçleme aracının (forklift, reach truck, turret truck) daha etkin olduğu araştırılabilir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

Author Contributions: Conception/Design of Study- M.T.; Data Acquisition- A.Ö.; Data Analysis/Interpretation- M.T.; Drafting Manuscript- M.T.; Critical Revision of Manuscript- A.Ö.; Final Approval and Accountability- M.T., A.Ö.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- M.T.; Veri Toplama- A.Ö.; Veri Analizi/Yorumlama- M.T.; Yazı Taslağı- M.T.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- A.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk- M.T., A.Ö.

Kaynakça

- Acar, Z., Çakmak, E. (2013). Depolama ve Depo Yönetimi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Bortolini, M., Faccio, M., Gamberi, M., Manzini, R. (2015). Diagonal cross-aisles in unit load warehouses to increase handling performance. *International Journal of Production Economics*, 170 (Part C), 838–849.
- Bortolini, M., Faccio, M., Ferrari, E., Gamberi, M., Pilati, F. (2019). Design of diagonal cross-aisle warehouses with class-based storage assignment strategy. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 100, 2521–2536.

- Bortolini, M., Galizia, F.G., Gamberi, M., Gualano, F., Naldi, L.D. (2021). Non-conventional warehouses: Comparison of the handling performances. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 200, 193–203.
- Cardona, L.F., Rivera, L., Martínez, H.J. (2012). Analytical study of the fishbone warehouse layout. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 15 (6), 365–388.
- Cardona, L.F., Soto, D.F., Rivera, L., Martínez, H.J. (2015). Detailed design of fishbone warehouse layouts with vertical travel. *International Journal of Production Economics*, 170, 825–837.
- Clark, K.A., Meller, R.D. (2013). Incorporating vertical travel into non-traditional cross aisles for unit-load warehouse designs. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 45 (12), 1322–1331.
- Custodio, L., Machado, R. (2020). Flexible automated warehouse: A literature review and an innovative framework. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106, 533–558.
- Çelik, M., Süral, H. (2014). Order picking under random and turnover-based storage policies in fishbone aisle warehouses. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 46 (3), 283–300.
- Çolak, M., Aydın Keskin, G., Günel, G., Akkaya, D. (2016). Bir cam işletmesinde kimyasal hammadde deposunun etkin yerleşimi için bir model önerisi. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9 (2), 55–76.
- De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K.J. (2017). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182, 481–501.
- Diefenbach, H., Glock, C.H. (2019). Ergonomic and economic optimization of layout and item assignment of a U-shaped order picking zone. *Computers and Industrial Engineering*, 138, 106094.
- Esmero, A.T., Branzuela, Q.R.S., Paypa, J.T., Rojo, S.M.S., Sacay, E.S., Selerio, E.F., Ocampo, L.A. (2021). Heuristic comparative assessment of non-conventional warehouse designs. *Engineering Management in Production and Services*, 13 (1), 89–103.
- Feng, L., Qi, M., Hua, S., Zhou, Q. (2019). Picking station location in traditional and flying-V aisle warehouses for robotic mobile fulfillment system. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1436–1440.
- Glock, C.H., Grosse, E.H. (2012). Storage policies and order picking strategies in U-shaped order-picking systems with a movable base. *International Journal of Production Research*, 50 (16), 4344–4357.
- Gue, K. (2008). Generac Power Systems fishbone yerleşimi. <https://kevingue.wordpress.com/research/aisle-design-for-warehouses/implementations/generac-power-systems/>, Erişim tarihi: 20.06.2021.
- Gue K.R., Meller R. D. (2009). Aisle configurations for unitload warehouses. *IIE Transactions*, 41 (3), 171–182.
- Gue, K.R., Ivanović, G., Meller, R.D. (2012). A unit-load warehouse with multiple pickup and deposit points and non-traditional aisles. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48 (4), 795–806.
- Jiang, M.-X., Feng, D.-Z., Zhao, Y.-L., Yu, M.-F. (2013). Optimization of logistics warehouse layout based on the improved Fishbone layout. *System Engineering Theory and Practice*, 33 (11), 2920–2929.
- Masae, M., Glock, C.H., Vichitkunakorn, P. (2020a). Optimal order picker routing in the chevron warehouse. *IIE Transactions*, 52 (6), 665–687.
- Masae, M., Glock, C.H., Grosse, E.H. (2020b). Order picker routing in warehouses: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 224, 107564.
- Masae, M., Glock, C.H., Vichitkunakorn, P. (2021). A method for efficiently routing order pickers in the leaf warehouse. *International Journal of Production Economics*, 234, 108069.
- Öztürkoğlu, Ö., Gue, K.R., Meller, R.D. (2012). Optimal unitload warehouse designs for single-command operations. *IIE Transactions*, 44 (6), 459–475.
- Öztürkoğlu, Ö., Gue, K.R., Meller, R.D. (2014). A constructive aisle design model for unit-load warehouses with multiple pickup and deposit points. *European Journal of Operational Research*, 236 (1), 382–394.
- Öztürkoğlu, Ö. (2016). Effects of varying input and output points on new aisle designs in warehouses. In 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 3925–3932.

- Öztürkoğlu, Ö., Hoşer, D. (2018a). Yeni bir depo tasarım problemi ve polinomsal zamanlı optimal sipariş toplama algoritması önerisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33 (4), 1569–1588.
- Öztürkoğlu, Ö., Kocaman, Y., Gümüőođlu, Ő. (2018b). Çok kapılı birim yük depolarda Chevron koridor tasarımının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33 (3), 793–808.
- Öztürkoğlu, Ö., Hoşer, D. (2019). A discrete cross aisle design model for order-picking warehouses. *European Journal of Operational Research*, 275 (2), 411–430.
- Pohl, L.M., Meller, R.D., Gue, K.R. (2009). Optimizing fishbone aisles for dual-command operations in a warehouse. *Naval Research Logistics*, 56 (5), 389–403.
- Pohl, L.M., Meller, R.D., Gue, K.R. (2011). Turnover-based storage in non-traditional unit-load warehouse designs. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 43 (10), 703–720.

- Tanyaş, M., Baskak, M. (2012). Farklı açılardan depoların sınıflandırılması. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Konya.
- Tanyaş, M., Düzgün, M. (2014). Depo yönetimi: Depo sistemlerinin otomasyonu ve organizasyonu. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Toktaş Palut, P., Okçuoğlu, F. (2019). Depo tasarımı ve yerleşimi: Bir gerçek hayat uygulaması. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (2), 14–22.
- Venkatasubramony, R., Adil, G.K. (2016). Analytical models for pick distances in fishbone warehouse based on exact distance contour. *International Journal of Production Research*, 54 (14), 4305–4326.
- Yang, X., Liu, X., Feng, L., Zhang, J., Qi, M. (2021). Non-traditional layout design for robotic mobile fulfillment system with multiple workstations. *Algorithms*, 14 (7), 203.
- Zhou, L., Li, Z., Shi, N., Liu, S., Xiong, K. (2019a). Performance analysis of three intelligent algorithms on route selection of fishbone layout. *Sustainability (Switzerland)*, 11 (4), 1148.
- Zhou, L., Liu, J., Fan, X., Zhu, D., Wu, P., Cao, N. (2019b). Design of V-type warehouse layout and picking path model based on internet of things. *IEEE Access*, 7, 58419–58428.
- Zhou, L., Fan, X., Wang, J., Wang, S., Cao, N., Wu, M. (2020). A random classified-storage picking path model for V-type storage layout. *Complexity*, 2020, 8784910.



Mathematical Models for Milk Dispatching Problem

Süt Sevkiyat Problemi için Matematiksel Modeller

Damla Yüksel¹ , Damla Kızılay² , Hande Öztop³ , Sinem Özkan⁴ 

ABSTRACT

This study considers the milk dispatching problem for a small-sized distribution company. The milk dispatching problem can be seen in many real-life applications. Under a social responsibility project, several organizations, including companies and municipalities, distribute bottled milk for children to primary schools and impoverished families without any charge. These companies generally use capacitated vehicles for distribution and should consider available hours of the schools as well as the families. The planners generally want to minimize their expenses, such as fuel oil and storage costs. Under those restrictions, the problem turns out to be a capacitated vehicle routing problem with time windows (CVRPTW). One of the main objectives is to minimize total traveled distance considering the vehicle type to reduce the fuel consumption of the vehicles. Another objective is to minimize serving the customers late to reduce the storage cost of undelivered milk. To achieve those objectives, we formulated mixed-integer linear programming (MILP) and constraint programming (CP) models for the problem. To verify and compare our mathematical models, we modified well-known instances from the literature, including problem-specific parameters. The comprehensive computational results show that both models are very competitive for the problem. However, it should be noted that the MILP model outperforms the CP model in terms of solution quality and CPU time for the instances with a long planning horizon.

Keywords: Milk Dispatching Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows, Mixed Integer Linear Programming Model, Constraint Programming Model

Öz

Bu çalışma, küçük ölçekli bir dağıtım şirketi için şişelenmiş süt sevkiyat problemini ele almaktadır. Şişelenmiş süt sevkiyat problemi ile birçok gerçek hayat uygulamasında karşılaşabilmektedir. Sosyal sorumluluk projesi kapsamında, şirketler ve belediyeler dahil olmak üzere birçok organizasyon, çocuklar için ilkokullara ve yoksul ailelere ücretsiz olarak süt dağıtmaktadır. Bu şirketler genellikle belli bir kapasiteye sahip araçlar kullanarak ve müşterilerin (okullar ve aileler) uygun oldukları saat aralıklarını dikkate alarak dağıtım yapmaktadır. Planlama sürecinde genellikle akaryakıt ve depolama maliyetleri gibi masraflar en aza indirilmek istenmektedir. Bu kısıtlar altında, problemin, teslim zaman aralığı ve araç kapasitesi kısıtlı araç rotalama problemi (CVRPTW) olduğu ortaya çıkmaktadır. Temel hedeflerden biri, araçların yakıt tüketimini azaltmak için araç türünü dikkate alarak toplam seyahat mesafesini en aza indirmektir. Diğer bir amaç ise, zamanında teslim edilemeyen sütlerin depolama maliyetini azaltmak için, müşterilere uygun zaman aralıklarına göre hizmet vermek ve geç ürün teslimlerini azaltmaktır. Bu hedeflere ulaşmak amacıyla probleme özgü karmaşık tam sayılı doğrusal programlama (MILP) ve kısıt programlama (CP) modelleri geliştirilmiştir. Matematiksel modelleri doğrulamak ve karşılaştırmak için, literatürde oldukça bilinen veri setleri üzerinde probleme özgü parametreler dikkate alınarak bazı değişiklikler yapılmıştır. Detaylı analizlere ve sonuçlara göre, her iki modelin de çalışılan problem için oldukça rekabetçi olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, uzun planlama vadesine sahip veri örnekleri için MILP modelinin CP modelinden çözüm kalitesi ve çözüm süresi açısından daha iyi performans gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Süt Sevkiyat Problemi, Zaman Pencereli ve Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi, Karmaşık Tamsayılı Doğrusal Programlama Modeli, Kısıt Programlama Modeli

Submitted: 21.05.2021 • Accepted: 04.08.2021

¹ Damla Yüksel / Yasar University, Industrial Engineering Department, İzmir, Turkey, E-mail: damla.yuksel@yasar.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4630-3325

² **Corresponding author:** Damla Kızılay / İzmir Democracy University, Industrial Engineering Department, İzmir, Turkey, E-mail: damla.kizilay@idu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6561-8819

³ Hande Öztop / İzmir Democracy University, Industrial Engineering Department, İzmir, Turkey, E-mail: hande.oztop@idu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6503-7299

⁴ Sinem Özkan / Yasar University, Industrial Engineering Department, İzmir, Turkey, E-mail: sinem.ozkan@yasar.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7181-5800

Citation: Yuksel, D., Kizilay, D., Oztop, H., & Ozkan, S. (2021). Mathematical models for milk dispatching problem. *Journal of Transportation and Logistics*, 6(2), 217-235. <https://doi.org/10.26650/JTL.2021.940506>



1. Introduction

Social responsibility projects are carried out worldwide for years to help and support impoverished families, especially the kids and children. Based on this purpose, several organizations, such as charities, non-governmental organizations, and companies, implement a social responsibility project of milk dispatching. The aim is to provide needy families and kids the ability to access the healthy milk produced by the local cooperatives without any charge. Also, municipalities are included in these projects; for instance, İzmir Metropolitan Municipality of Turkey implements a milk distribution project with the collaboration of the producer cooperative. They dispatch bottled or boxed milk to primary schools in the city and impoverished families with children.

However, these kinds of projects are characterized by several challenges: high expenses of the distribution cost, time-consuming routes, availability of the nodes, and different vehicle capacities. Due to these factors, the companies investigate the possibility of turning these challenges into a competitive advantage while continuously improving their charity activities. One of the key activities to achieve this goal is efficient vehicle routing planning.

This study considers the milk dispatching problem for a small-sized company, motivated by the aforementioned real-life applications. In the studied problem, there are capacitated non-identical vehicles for distribution. Also, there are pre-determined available time windows of the customers (schools and families). Therefore, the problem is a capacitated vehicle routing problem with time windows (CVRPTW). The aim is to minimize total fuel cost based on traveled distance and the storage cost of undelivered milk based on the lateness of deliveries. In a dairy supply chain regarding the perishability of products, poor integration within a network may consist of high costs and excessive inventories with massive losses. Therefore, we consider exact models to provide effective solutions for the dairy distribution problem. Namely, we propose new mixed-integer linear programming (MILP) and constraint programming (CP) models for the problem.

In the perishable food sector, a dairy industry and milk collection-distribution problem becomes a challenging logistic problem and can benefit from the information technology (IT) and decision support systems (DSS) (Butler, Herlihy, & Keenan, 2005). Several studies consider the milk collection problem, which includes the collection of raw milk from different farms (Caramia & Guerriero, 2010) and applies a vehicle routing problem (VRP) (Claassen & Hendriks, 2007) to lower the cost of milk transportation. Paredes-Belmar, Marianov, Bronfman, Obreque, & Lüer-Villagra, (2016) introduced a milk collection problem with blending. Collected milk from different farms has different qualities and is blended in the trucks. As the quality of the milk increases, also the revenue increases. The authors propose a MILP with a branch and cut algorithm. Also, a three-stage heuristic is proposed to solve the larger size instances. A similar collection and blending problem is studied by Paredes-Belmar, Lüer-Villagra, Marianov, Cortés, & Bronfman, (2017). The authors propose an integer programming and branch and cut algorithm for the small size instances as well as the heuristic procedure based on the combination of the approximation and exact methods to solve the large size instances.

The dairy transportation problem consists of determining the best routes for collecting milk from farms and delivering it to processing plants. Lahrichi, Crainic, Gendreau, Rei, & Rousseau (2015) propose an approach based on scenario analysis that consists of revising both the steps and the information used to construct the routes through a generalized tabu search algorithm, which integrates the different characteristics of dairy transportation. In the study of Masson, Lahrichi, & Rousseau (2016), the routes are determined using the historical data from the demands of the factories. It is stated that demand information leads to significant savings. They propose a two-stage method based on an adaptive large neighborhood search. The first phase solves the transportation problem, and the second phase ensures the optimization of plant assignment. Moreover, to optimize the profit of the dairy industries, a fuzzy linear programming model is proposed due to the uncertain supply of milk and demand of the dairy products (Fatih Demiral, 2013a). Also, the same authors propose a mixed-integer nonlinear programming model to solve the milk transportation problem (Fatih Demiral, 2013b). To address the fresh milk distribution, the problem is formulated as a heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem and a threshold-accepting-based algorithm is proposed to solve the problem (Tarantilis & Kiranoudis, 2001). Scheduling of raw milk collection and its transportation to the dairy factories are considered as VRP to minimize the costs (Sethanan & Pitakaso, 2016). The authors propose a differential evolution heuristic and its variants to lower the traveling distance and trucks used in the system. Very recently, a different approach to solve the raw milk transportation problem is proposed by Paredes-Belmar, Montero, & Leonardini (2021). They handled a real case in Chili where the farms are scattered in a large rural area. Therefore, the authors address the location of milk collection centers to reduce transportation costs. A mixed-integer linear programming model and a three-stage approach are proposed to solve the problem.

Besides the raw milk collection and dairy distribution problems, VRP is also applied to perishable food distribution, which has similar difficulties to the milk transportation problems. ABC customer classification and ant colony optimization are proposed to solve perishable food VRPTW (Gong & Fu, 2010). Furthermore, a case study for a Portuguese food distribution company is addressed as heterogeneous fleet site-dependent VRP with multiple time windows (Amorim, Parragh, Sperandio, & Almada-Lobo, 2014). An adaptive large neighborhood search heuristic is employed to generate the solution. In a soft drink distribution company, a vehicle routing problem with a heterogeneous vehicle fleet, time windows, capacity, and volume constraints is considered to minimize routing costs (Privé, Renaud, Boctor, & Laporte, 2006).

In the literature, VRP has been investigated by several researchers over the years. The authors study several variants of the VRP, including time windows (Nalepa & Blocho, 2016), capacitated vehicle (Sitek & Wikarek, 2019), and multi-depot (Bae & Moon, 2016) constraints. El-Sherbeny (2010) provided a detailed review of vehicle routing problems with time windows (VRPTW), including exact, heuristic, and meta-heuristic applications. For the VRP problems, besides providing the MILP model, other exact solution techniques such as developing and solving the CP model (De Backer, Furnon, Shaw, Kilby, & Prosser, 2000; Hojabri, Gendreau, Potvin, & Rousseau, 2018; Booth &

Beck, 2019; Hà et al., Hà et al., 2020; Öztop, Kızılay, & Çil, 2020) as well as lagrangian relaxation (LR) (Guimarans, Herrero, Ramos, & Padrón, 2011) are provided. Hojabri, Gendreau, Potvin, & Rousseau (2018) and Hà et al. (2020) employ a CP approach for the VRP with synchronization constraints, whereas Booth & Beck (2019) propose a CP model for the electric vehicle routing with time windows and Öztop, Kızılay, & Çil (2020) develop a CP model for a periodic VRP with time windows and time spread constraints.

However, most of the studies in the literature use MILP models for the VRP, only a few studies have employed the CP to solve the VRP. Furthermore, these exact solution techniques are generally used in a metaheuristic framework since the VRP is an NP-hard problem (Johnson & Garey, 1979). Detailed analysis of VRPTW, CVRP, and the other variants is provided in the overview of Kumar & Panneerselvam (2012). Also, the most recent survey, including all the characteristics of the VRP and a wide range of classifications on solution methodologies, are presented by Braekers, Ramaekers, & Van Nieuwenhuysse (2016).

In recent years, CVRPTW problems have been applied in different areas. For example, Li et al. (2020) develop an improved artificial bee colony algorithm for the dispatching problem of the prefabricated components to construction sites in a prefabricated system. Another real-life case study can be seen in the study by Tebaldi, Murino, & Bottani (2020), where they carry out a water wave optimization algorithm for the CVRPTW. As a very recent study, Sitek et al. (2021) consider the hybridization of CP, genetic algorithm and mathematical programming for solving CVRPs with alternative delivery, pick-up and time windows. Hence, CVRPs are still on the focus of all researchers over different industries/areas.

The following classification in Table 1 is provided for researchers to find relevant literature quickly.

Table 1 summarizes the literature by presenting the studied problem, objective function, solution methodology, and the problem-specific classification: perishable goods and milk transportation. Only 12 articles have dealt with the problems encountered in the dairy industry. Therefore, less work has been performed on milk dispatching/distribution problems in the literature. As seen from the literature, most of the studies related to perishable goods and milk distribution handle the VRP and its several variants. The majority of the studies apply heuristic or metaheuristic solution techniques due to the NP-hardness nature of the VRP. Only a few studies include the CP model for the VRP variants, and three of them embed the CP in heuristic algorithms. Different from the presented CP models in the literature, this study provides a scheduling-based CP model for the CVRPTW to minimize the fuel consumption of the vehicles and storage cost of undelivered milk based on the lateness of deliveries, as well as a MILP model. The performance of the CP model on the scheduling problems has become a strong competitor to standard mathematical modeling methods such as MILP (Rossi, Van Beek, & Walsh, 2006).

Table 1. Classification of the Literature Review

Author(s)/Year	Problem	Objective	Solution Methodologies	Perishable Food	Milk Industry
Solomon (1987)	VRPTW	Minimum-cost vehicle routes	Insertion-type heuristic		
De Backer et al. (2000)	VRP	Minimize costs related to the number of vehicles and to distance traveled	Local search techniques with CP, tabu search, constraint guided search		
Tarantilis & Kiranoudis (2001)	Fresh milk distribution, heterogeneous fixed fleet VRP	Total transportation cost minimization	Backtracking adaptive threshold accepting algorithm		X
Butler et al. (2005)	Milk collection problem		IT and DSS		X
Privé et al. (2006)	The VRP with a heterogeneous vehicle fleet, time windows, capacity, and volume constraints	Total cost (routing costs - the revenue from the sale of recyclable material) minimization	MILP model, three construction heuristics, an improvement procedure	X	
Claassen & Hendriks (2007)	Periodic VRP	Minimize the total weighted sum of deviations on the demand level	Branch and bound, special ordered sets, DSS		X
Caramia & Guerriero (2010)	Milk collection problem	Minimization of tour length	Multiple start mechanism		X
El-Sherbeny (2010)	CVRPTW with identical vehicles	Distance-based total cost minimization	MILP model		
Gong & Fu (2010)	CVRPTW	Fixed vehicle cost, operation cost, shelf life loss, and default cost minimization	Multi-objective mathematical model, ant colony optimization with ABC customer classification algorithm	X	
Guimarans et al. (2011)	CVRP	Minimizing total travel cost	CP and LR based metaheuristics		
Fatih Demiral (2013a)	Production planning	Maximum profit	A fuzzy linear programming model		X
Fatih Demiral (2013b)	Production planning	Maximum profit	MIP		X
Amorim et al. (2014)	The heterogeneous fleet site-dependent VRP with multiple hard time windows	Travel cost + renting vehicle cost + driver cost minimization	MILP model, the adaptive large neighborhood search algorithm	X	
Lahrichi et al. (2015)	Dairy transportation problem	Transportation cost minimization	A generalized tabu search algorithm		X
Bae & Moon (2016)	Multi-depot VRPTW	Minimize total costs of depots, vehicles, transportation, and labor	A heuristic algorithm, a hybrid genetic algorithm		
Masson et al. (2016)	The annual dairy transportation problem (heterogeneous fleet of capacitated vehicles, multiple depots)	Distance-based total cost minimization	MIP model, a two-stage adaptive large neighborhood search algorithm		X
Nalepa & Blocho (2016)	CVRPTW with identical vehicles	Distance-based total cost + fleet size minimization	MIP model, adaptive memetic algorithm		

Table 1. Continue

Author(s)/Year	Problem	Objective	Solution Methodologies	Perishable Food	Milk Industry
Sethanan & Pitakaso (2016)	Raw milk collection from collection centers to dairy factories	Minimizing the total costs, considering fuel costs and costs of cleaning and sanitizing raw milk tanks on vehicles	Differential evolution algorithm		X
Paredes-Belmar et al. (2016)	Milk collection problem with blending	Maximum profit	A branch-and-cut algorithm, three-stage heuristics		X
Paredes-Belmar et al. (2017)	Milk collection problem with blending	Maximum profit	Branch-and-cut algorithm, heuristics		X
Hojabri et al. (2018)	VRP with synchronization constraints	Minimize the total distance traveled by the vehicles	A constraint programming-based adaptive large neighborhood search		
Booth & Beck (2019)	Electric VRP with time windows	Various objectives including distance minimization	CP models, hybrid MILP-CP approach		
Sitek & Wikarek (2019)	Capacitated vehicle routing problem with pick-up and alternative delivery	Minimum traveling distance	Constraint logic programming, metaheuristics		
Hà et al. (2020)	VRP with synchronization constraints	Minimize total travel cost	CP model, adaptive large neighborhood search		
Li et al. (2020)	CVRPTW	Minimize the sum of the energy consumptions of the vehicles	Improved artificial bee colony (IABC) algorithm		
Tebaldi et al. (2020)	CVRPTW	Minimize the travel distance and time	Water wave optimization		
Paredes-Belmar et al. (2021)	VRP	Minimum transportation cost	MILP, iterated local search		X
Öztop et al. (2020)	Periodic VRP with time windows and time spread constraints	Minimize total travel time of the vehicles	MILP model, CP model		
Sitek et al. (2021)	CVRP with alternative delivery, pick-up and time windows	Minimize the route length	BIP, a hybrid approach combining CP, GA and mathematical programming		

The research objective of this study is the minimization of resource usage of dispatching organizations that want to help through social responsibility projects while distributing milk to primary schools and impoverished families with children. These activities are the processes those dispatching organizations, such as non-governmental organizations, local municipalities and/or all organizations that want to help, carry out with the support of their employees daily, weekly, or monthly. Since no revenue is aimed to be obtained by these processes, the only purpose is to optimize resource usage, which is the total fuel consumption of vehicles and the total lateness cost of the delayed milk deliveries.

The rest of the paper is organized as follows: Section 2 gives the detailed problem definition and the parameters used by the mathematical models. Section 3 presents the proposed MILP model, while Section 4 includes the developed CP formulation for the CVRPTW. Section 5 presents the results of the computational experiments for all presented models, including data generation and the comparison of the models. Finally, Section 6 addresses some concluding remarks and some directions for future works.

2. Problem Definition

As mentioned in Section 1, there are milk distribution projects carried out within the scope of social responsibility projects in many countries of the world. This study was inspired by these milk distribution projects, which dispatch bottled or boxed milk to primary schools and impoverished families with children.

In this study, the distribution company is assumed to have a single depot. It distributes the milk from the depot and returns undelivered milk to the depot again. In order to distribute the milk, the company uses three types of vehicles, i.e., trucks, sprinter vans, and minivans, with different capacities. Every day, vehicles depart from the depot of the company and distribute the milk throughout the city. The demand for each day is known at the beginning of the day, and distribution continues for 8 hours between 9:00 am and 5:00 pm. Each school and family have different available time intervals, and the distributors should respect those intervals when delivering the milk. Therefore, we consider the problem as a capacitated vehicle routing problem with time windows.

The companies that maintain these social responsibility projects are planning to achieve their goals by minimizing the expenses related to the project. Furthermore, they generally want to spend less route time on the distribution of milk. As mentioned above, there are different types of vehicles. Hence, each type of vehicle consumes a different amount of fuel oil with respect to its size. Also, traveled distance affects the fuel oil consumption of the vehicles. Therefore, developed models aim to minimize the total traveled distance of each vehicle concerning their fuel oil consumption costs.

As mentioned before, if distributors cannot deliver demanded milk to the customers due to the violation of the time windows, then undelivered milk will be returned to the depot. Therefore, the company pays an additional storage cost for the undelivered milk. For this reason, another objective is to minimize the storage costs for the undelivered milk of the late deliveries.

If a vehicle arrives at the customer just before its upper limit of the time windows, but the service time exceeds the upper limit, then some of the milk may not be delivered to that customer. Hence, it is not enough to arrive at the customers before their availability ends; arrival time and the service time should be within the time window limits to deliver all demanded milk. Some customers are more flexible and can wait until service finishes even if the service time exceeds their time windows. However, some of the customers, especially schools, are strict with their time windows. If the service exceeds the school closing time, then some of the demands will not be delivered to the schools, and that milk will be returned to the depot. The storage cost of undelivered milk is calculated by

considering the acceptance rate of the schools and the families for late delivery of milk. Namely, the unit storage cost is multiplied by the demand and the rejection rate of each customer. The storage cost of undelivered milk for each customer i is considered as a penalty cost p_i for that customer for a late visit.

Both the mixed-integer linear programming model and the constraint programming model are developed to solve the milk dispatching problem. The following sections provide a detailed explanation of the formulations. Sets and parameters used in both models are defined below:

Sets and Parameters:

$N = \{0, \dots, D\}$	Set of nodes including depots, where vertex 0 is the driving-out depot and D is the returning depot.
$C = \{1, \dots, D - 1\}$	Set of customers.
$V = \{1, \dots, K\}$	Set of vehicles.
M :	Sufficiently large constant integer.
q_k :	Capacity of vehicle $k \in V$.
f_k :	Cost of fuel consumption per unit distance for vehicle $k \in V$.
d_i :	Demand at node $i \in N$.
$t_{i,j}$:	Travel time/distance from node $i \in N$ to node $j \in N$
a_i :	Starting time of a time window for node $i \in N$
b_i :	Ending time of a time window for node $i \in N$
s_i :	Service time of node $i \in N$.
p_i :	Penalty cost per unit time for visiting node $i \in N$ out of the given time window, which is based on the storage cost of undelivered milk.

3. Mixed Integer Linear Programming Model

The decision variables, the objective function, and the constraints of the proposed MILP model are explained as follows:

Decision Variables:

$y_{k,i,j}$:	1 if the vehicle $k \in V$ visits node $i \in N$ immediately before node $j \in N$; 0 otherwise.
$start_i$:	Start time of service at customer $i \in C$.
$late_i$:	Amount of time that customer $i \in C$ is served late.

Objective Function

$$\text{Minimize } \sum_{i,j \in N | i \neq j, k \in V} t_{i,j} y_{k,i,j} f_k + \sum_{i \in C} p_i \text{ late}_i$$

Constraints

$$\sum_{k \in V, j \in N | i \neq j} y_{k,i,j} = 1 \quad \forall i \in C \quad (3.1)$$

$$\sum_{i \in N} d_i \sum_{j \in N | i \neq j} y_{k,i,j} \leq q_k \quad \forall k \in V \quad (3.2)$$

$$\sum_{j \in N | j \neq 0} y_{k,0,j} = 1 \quad \forall k \in V \quad (3.3)$$

$$\sum_{i \in N | i \neq h} y_{k,i,h} - \sum_{j \in N | h \neq j} y_{k,h,j} = 0 \quad \forall h \in C, k \in V \quad (3.4)$$

$$\sum_{i \in N | i \neq D} y_{k,i,D} = 1 \quad \forall k \in V \quad (3.5)$$

$$start_i \geq a_i \quad \forall i \in N \quad (3.6)$$

$$late_i \geq start_i + s_i - b_i \quad \forall i \in N \quad (3.7)$$

$$start_j - start_i - t_{i,j} - s_i + M(1 - y_{k,i,j}) \geq 0 \quad \forall i, j \in N | i \neq j, k \in V \quad (3.8)$$

$$y_{k,i,j} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N, k \in V \quad (3.9)$$

$$start_i, late_i \geq 0 \quad \forall i \in N \quad (3.10)$$

The aim is to minimize the total costs incurred by the fuel consumption and the lateness cost. Therefore, the objective function has two parts. The first part minimizes the fuel consumption of each vehicle by minimizing the total traveled distance. The second part minimizes the cost of late delivery based on the storage cost of undelivered milk. If any customer is visited later than its available periods, then the milk may not be delivered to those customers. Undelivered milk is returned to the depots and stored.

Constraint (3.1) ensures that each customer is visited exactly once, while constraint (3.2) provides that each vehicle can be loaded up to its capacity limit. The constraint sets (3.3 – 3.5) state that each vehicle starts its tour from the depot (0), visits the customers by entering and leaving each node on its tour, and finishes its tour at the depot (D) again. The customers cannot be visited before their lower limit of the time windows. Constraint (3.6) provides that the service start time for each customer should be greater than or equal to a_j . Constraint (3.7) calculates the late arrivals to the customers considering the service time. Constraint (3.8) ensures that if a vehicle travels from customer i to j immediately, then it should arrive at customer j after visiting and serving customer i regarding the travel time in between. The remaining constraints (3.9 and 3.10) define the domain of the decision variables.

4. Constraint Programming Model

The following model presents the decision variables, the objective function, and the constraints of the CP model using the OPL modeling language (Hentenryck, 1999). The CP is distinguished from the relaxation techniques and polyhedral analysis by its inference and modeling power (Hentenryck, 2002). To express the handling time of the vehicles, the model uses optional interval variables. Also, for each vehicle, sequence variables are declared in the model. Each sequence constraint collects all optional interval variables associated with a specific vehicle.

Decision Variables:

- nd_i : Interval variable for visiting node $i \in N$ between a_i and M .
- $y_{i,k}$: Optional interval variable for serving node $i \in N$ by vehicle $k \in V$ with duration s_i .
- vh_k : Sequence variable for vehicle $k \in V$ over $\{y_{i,k} | i \in N\}$.

Objective Function

$$\text{Minimize } \sum_{i \in N} \sum_{k \in V} t_{i, \text{TYPEOFNEXT}(vh_k, y_{i,k}, i)} f_k + \sum_{i \in C} \sum_{k \in V} p_i \max(\text{ENDOF}(y_{i,k}) - b_i, 0)$$

Constraints

$$\text{ALTERNATIVE}(nd_i, \text{all}(k \text{ in } V)y_{i,k}) \quad \forall i \in C \quad (4.1)$$

$$\text{ALTERNATIVE}(nd_i, \text{all}(k \text{ in } V)y_{i,k}, |V|) \quad \forall i \in N | i = 0, i = D \quad (4.2)$$

$$\sum_{i \in N} d_i * \text{PRESENCEOF}(y_{i,k}) \leq q_k \quad \forall k \in V \quad (4.3)$$

$$\text{FIRST}(vh_k, y_{0,k}) \quad \forall k \in V \quad (4.4)$$

$$\text{LAST}(vh_k, y_{D,k}) \quad \forall k \in V \quad (4.5)$$

$$\text{NOOVERLAP}(vh_k, t_{i,j}) \quad \forall k \in V \quad (4.6)$$

The CP model has the same objective as the MILP model. The first part minimizes the fuel consumption of each vehicle by minimizing the total traveled distance. In this part, `TYPEOFNEXT` function is used as the index of the customer who is visited after customer i . The second part minimizes the cost of late delivery by calculating the amount of time that the customers are served late. In this part, `ENDOF` function is used to compute the completion time of the service for each customer.

The lower limit of the time windows is respected while defining the interval variable nd_i . The other constraints are explained as follows. `ALTERNATIVE` constraints (4.1 and 4.2) ensure that exactly one vehicle visits a customer, and each vehicle visits both depots (0 and D). Constraint (4.3) states that vehicles cannot be loaded more than their capacities. Constraint sets (4.4 and 4.5) provide that the first and the last node should be the depot in the traveling sequence of each vehicle. Vehicles can visit only a single node at a time, which is represented by `NOOVERLAP` constraint (4.6) over the sequence variables associated with the vehicles. This constraint also enforces the transition time between successive nodes, forcing the travel time between each node.

5. Computational Experiment

The MILP and CP models aim to solve the same problem by looking from different points of view at the problem studied. The MILP model carries out a binary variable to decide which vehicle will be visiting which node in which order. Also, the starting time of service for customers as well as the amount of time the customers have been served late are implemented on the model with continuous decision variables. On the other hand, the CP model carries out an interval variable as well as an optional interval variable

and a sequence variable to reach the same decisions. Moreover, the CP model employs special CP functions, such as “NOOVERLAP”, “FIRST”, “LAST”, “PRESENCEOF”, and “ALTERNATIVE”. Thus, the CP model is based on a scheduling point of view. In order to evaluate the performance of the proposed models, we perform a comprehensive computational experiment by generating 560 test instances. Initially, we explain the data generation procedure in Section 5.1. Then, we present the detailed computational results for the models in Section 5.2.

5.1. Data Generation

The test instances are generated by modifying the well-known benchmark instances of Solomon (1987). Those 56 instances of Solomon were originally created for the CVRPTW, where there are six subsets (R1, R2, C1, C2, RC1, RC2). These 56 instances include the following data: the number of customers, the vehicle capacity, Euclidean coordinates of the nodes, demand, service time, and the time windows of the nodes. Subsets R1 (12 instances) and R2 (11 instances) contain only randomly dispersed nodes, subsets C1 (9 instances) and C2 (8 instances) contain only clustered customers, whereas subsets RC1 (8 instances) and RC2 (8 instances) contain both randomly dispersed and clustered nodes. Instance subsets of type 1 have a short planning horizon, while the instance subsets of type 2 have a long planning horizon. Within a subset, the instances differ according to the width of the time windows. All the instances have 100 customers and 25 identical vehicles.

As mentioned above, it was assumed that all the vehicles are identical in the instances of Solomon, i.e., they have the same capacities. However, in our study, it is assumed that different types of vehicles have various capacities. Moreover, the benchmark sets of Solomon do not have fuel oil and storage costs. Therefore, we modified the instances of Solomon by including different vehicle types, fuel oil costs, and storage costs.

It is assumed that there are three types of vehicles in our study: trucks, sprinter vans, and minivans. The truck has the largest capacity and can carry up to 400 bottles of milk. The sprinter van has less capacity than the truck and can transport up to 200 bottles. Minivans are the smallest vehicles that have the capacity of 100 bottles of milk. The amount of fuel consumed by the vehicles varies according to their size, so the cost of fuel oil is different for each type of vehicle. The fuel oil cost per unit distance is calculated for each vehicle type. While the fuel cost is 0.75 per unit distance for the trucks, it is 0.60 for the sprinter vans, and 0.45 for the minivans.

Additionally, the storage cost of milk is calculated by considering the acceptance rate of the schools and the families for late delivery of milk. It is assumed that the acceptance rate of late delivery is 90% for families and 60% for schools. The unit storage cost is multiplied by the demand and the rejection rate of each customer (0.40 for schools, 0.10 for families). Namely, the storage costs of the milk are calculated by multiplying the unit storage cost by the undelivered amounts. Those undelivered amounts are obtained by multiplying the demands of the schools with 0.40 and families with 0.10. All the necessary calculations are done while generating the parameter p_i .

As mentioned above, the instances of Solomon have 100 customers and 25 vehicles. However, in our study, we want to test and see the performance of our mathematical models on small-sized instance sets, as we propose exact solution methodologies. Therefore, we cropped those 56 instances to have instances with ten customers. Thus, every single benchmark instance with 100 customers of Solomon provides ten different instances with ten customers for our study. Since there is a total of 56 instances with 100 customers, we have a total of 560 instances with ten customers. Note that, in each of these 560 instances, we assumed that there are three non-identical vehicles.

5.2. Computational Results

As mentioned in Section 5.1, the computational experiment has been conducted on 560 instances with ten customers and three vehicles. There are six subsets (R1, R2, C1, C2, RC1, RC2) for these instances. There are 120 instances for subset R1, 110 instances for subset R2, 90 instances for subset C1, 80 instances for subset C2, 80 instances for subset RC1, and 80 instances for subset RC2.

In the computational experiment, both MILP and CP models are coded in the IBM ILOG CPLEX Optimization Studio platform and solved with CPLEX 12.8. CP Optimizer suite of IBM ILOG CPLEX 12.8 is used to solve the CP model. For both models, the default setting of the OPL is used. The model results are obtained for all instances with a 1-hour time limit on an Intel Core i7-5500U CPU 2.40 GHz computer.

The relative percentage deviation (RPD) is used as a performance measure for the comparison of the models. The RPD is calculated for each instance as follows:

$$RPD = 100 * (C_M - C_{Best}) / C_{Best} \quad (5.1)$$

where C_M is the objective function value found by any model (MILP or CP), and C_{BEST} is the best objective function value that is obtained among the both models.

The average RPD (ARPD) of the MILP and CP models are reported for each instance set (R1, R2, C1, C2, RC1, RC2) in Tables 2-7, as well as the number of optimal solutions found and the average CPU time. The first column of the table represents each subset of instances grouped according to the original instance name (Solomon, 1987). Next, the average RPD values and the average CPU time (in seconds) are computed for the generated instances from the same original instance of Solomon, (1987). As mentioned in Section 5.1, we generate ten instances from each original instance of Solomon. Therefore, these average RPD and CPU results of each subset are the average values over ten instances. For example, instance subset “R101 1-10” represents the ten instances generated from the original “R101” instance of Solomon. Then, for a given model, “ARPD”, “# of Opt.” and “Avg. CPU” columns of the table present the ARPD value, the number of optimal solutions found, and the average CPU value for each subset of instances. Finally, for a given model, the final row of the table presents the average ARPD value, the total number of optimal solutions found and the average CPU value overall for an instance set.

As shown in Table 2, the MILP model obtains the optimal result for all instances of the set R1. Therefore, its RPD values are zero for all the instances. Also, the average CPU time of the MILP is 15.30 seconds overall. On the other hand, the CP model finds the optimal result for 117 out of 120 instances of the set R1, and its average ARPD value is 0.13% overall. Also, the average CPU time of the CP is 184.47 seconds overall. Thus, even though both models perform well for these instances, it can be said that the proposed MILP model slightly outperforms the CP model in terms of both CPU time and the number of optimal solutions found.

As seen in Table 3, the MILP model finds the optimal result for all instances of the set R2, and its RPD values are zero for all the instances. The average CPU time of the MILP is 9.82 seconds overall. On the other hand, the CP model finds the optimal result for only 34 out of 110 instances of the set R2, and its average ARPD value is 7.91% overall. Also, the overall average CPU time of the CP is 2727.17 seconds, which is much higher than those of the MILP model. Consequently, it can be said that the MILP model clearly outperforms the CP model for these instances in terms of all performance criteria.

Table 2. The results of the MILP and CP models for the instance set R1

Instance Subset	MILP			CP		
	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU
R101 1-10	0.00	10	6.94	0.00	10	5.64
R102 1-10	0.00	10	18.03	0.00	10	17.38
R103 1-10	0.00	10	11.86	0.00	10	71.01
R104 1-10	0.00	10	16.27	0.00	10	239.98
R105 1-10	0.00	10	5.91	0.00	10	7.64
R106 1-10	0.00	10	12.10	0.00	10	25.12
R107 1-10	0.00	10	15.01	0.00	10	130.16
R108 1-10	0.00	10	26.28	0.00	9	654.93
R109 1-10	0.00	10	6.56	0.00	10	20.20
R110 1-10	0.00	10	14.01	0.00	10	52.23
R111 1-10	0.00	10	16.41	0.00	10	109.46
R112 1-10	0.00	10	34.24	1.59	8	879.94
Overall	0.00	120	15.30	0.13	117	184.47

As shown in Table 4, the MILP model obtains the optimal result for all instances of the set C1, where its average CPU time is 20.76 seconds overall. Hence, its RPD values are zero for all the instances. The CP model also finds the optimal result for almost all (89 out of 90) instances of the set C1, and its average ARPD value is 0.02% overall. Also, the average CPU time of the CP model is 96.49 seconds overall. Even though both models perform well for these instances, it can be said that the MILP model slightly outperforms the CP model in terms of CPU time.

As seen in Table 5, the MILP model finds the optimal result for all instances of the set C2, and its RPD values are zero for all the instances, where its average CPU time is 16.24 seconds overall. On the other hand, the CP model finds the optimal result for only

Table 3. The results of the MILP and CP models for the instance set R2

Instance Subset	MILP			CP		
	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU
R201 1-10	0.00	10	0.58	0.00	10	32.06
R202 1-10	0.00	10	6.14	4.00	7	1381.97
R203 1-10	0.00	10	10.29	10.06	2	3223.88
R204 1-10	0.00	10	18.04	8.17	0	3600.07
R205 1-10	0.00	10	0.98	1.78	8	1808.55
R206 1-10	0.00	10	16.22	8.20	2	3236.29
R207 1-10	0.00	10	12.88	9.97	1	3335.70
R208 1-10	0.00	10	20.56	7.49	0	3600.06
R209 1-10	0.00	10	3.62	9.53	2	3195.89
R210 1-10	0.00	10	2.76	11.85	2	2984.33
R211 1-10	0.00	10	15.94	15.91	0	3600.10
Overall	0.00	110	9.82	7.91	34	2727.17

66 out of 80 instances of the set C2, and its average ARPD value is 1.28% overall. Also, the average CPU time of the CP model is 676.97 seconds overall, which is much higher than the average CPU time of the MILP model. Consequently, it can be said that the MILP model clearly outperforms the CP model for the instance set of C2 in terms of all performance measures.

Looking at the results of the C1 and C2 sets in Tables 4 and 5, it can be inferred that the MILP and CP solution times follow a similar pattern. While the solution time of both is

Table 4. The results of the MILP and CP models for the instance set C1

Instance Subset	MILP			CP		
	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU
C101 1-10	0.00	10	0.68	0.00	10	7.90
C102 1-10	0.00	10	13.14	0.00	10	22.35
C103 1-10	0.00	10	27.09	0.00	10	310.08
C104 1-10	0.00	10	141.86	0.15	9	509.25
C105 1-10	0.00	10	0.52	0.00	10	0.69
C106 1-10	0.00	10	0.60	0.00	10	2.64
C107 1-10	0.00	10	0.37	0.00	10	0.93
C108 1-10	0.00	10	0.56	0.00	10	3.74
C109 1-10	0.00	10	2.05	0.00	10	10.81
Overall	0.00	90	20.76	0.02	89	96.49

long for data sets C103-C104 and C203-204, it is quite short for some other instances such as C107 and C201. The fact that both models exhibit similar behavior for the same instances indicates the difficulty and ease of these instance sets. The imbalance between solution times can be caused by cropping the data produced in the literature. The division of the data with 100 customers into 10 customers may have caused the distance between the customers to be unbalanced in the divided data sets. The imbalance of the data within the sets can also cause variation in the solution times of the MILP and CP models.

Table 5. The results of the MILP and CP models for the instance set C2

Instance Subset	MILP			CP		
	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU
C201 1-10	0.00	10	0.46	0.00	10	0.27
C202 1-10	0.00	10	1.81	0.51	9	374.53
C203 1-10	0.00	10	13.51	4.36	6	1641.69
C204 1-10	0.00	10	95.55	5.38	1	3272.04
C205 1-10	0.00	10	0.34	0.00	10	6.06
C206 1-10	0.00	10	1.32	0.00	10	17.98
C207 1-10	0.00	10	12.69	0.00	10	44.53
C208 1-10	0.00	10	4.22	0.00	10	58.63
Overall	0.00	80	16.24	1.28	66	676.97

As shown in Table 6, the MILP model obtains the optimal result for all instances of the set RC1, where its average CPU time is 10.66 seconds overall. Hence, its RPD values are zero for all the instances. The CP model also finds the optimal result for all instances of the set RC1, and its RPD values are zero for all of them. The average CPU time of the CP model is 39.20 seconds overall. Even though both models provide similar good performance for these instances, it can be said that the MILP model slightly outperforms the CP model in terms of CPU time.

As seen in Table 7, again, the MILP model finds the optimal result for all instances of the set RC2, and its RPD values are zero for all the instances, where its average CPU time is 10.79 seconds overall. On the other hand, the CP model finds the optimal result for only 42 out of 80 instances of the set RC2, and its average ARPD value is 3.49% overall. Also, the average CPU time of the CP model is 1857.14 seconds overall, which is significantly higher than those of the MILP model. Consequently, it can be said that the MILP model significantly outperforms the CP model for the instance set of RC2 in terms of all performance criteria.

Table 6. The results of the MILP and CP models for the instance set RC1

Instance Subset	MILP			CP		
	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU
RC101 1-10	0.00	10	6.09	0.00	10	5.93
RC102 1-10	0.00	10	9.62	0.00	10	14.87
RC103 1-10	0.00	10	11.20	0.00	10	43.53
RC104 1-10	0.00	10	16.51	0.00	10	121.91
RC105 1-10	0.00	10	6.85	0.00	10	10.46
RC106 1-10	0.00	10	6.85	0.00	10	11.13
RC107 1-10	0.00	10	9.92	0.00	10	25.34
RC108 1-10	0.00	10	18.23	0.00	10	80.46
Overall	0.00	80	10.66	0.00	80	39.20

Finally, the detailed analysis of the computational results indicates the superior performance of the MILP model over the CP model, as the MILP model is able to find the optimal result for all instances in short computational times. Even though there is not a noteworthy difference between the results of the models for the instance sets R1, C1, and RC1, there is a significant difference between the performance of the models for the sets R2, C2, and RC2. For the instance sets R2, C2, and RC2, the MILP model

clearly outperforms the CP model in terms of all performance criteria. Hence, it can be said that the MILP model performs much better than the CP model for the instance sets of type 2 that have a long planning horizon.

Table 7. The results of the MILP and CP models for the instance set RC2

Instance Subset	MILP			CP		
	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU	ARPD	# of Opt.	Avg. CPU
RC201 1-10	0.00	10	0.80	0.00	10	23.19
RC202 1-10	0.00	10	5.54	4.68	6	1497.14
RC203 1-10	0.00	10	9.84	5.55	1	3294.38
RC204 1-10	0.00	10	26.18	3.16	0	3600.08
RC205 1-10	0.00	10	1.38	0.00	10	195.38
RC206 1-10	0.00	10	0.80	2.54	8	949.87
RC207 1-10	0.00	10	3.67	2.38	7	1697.06
RC208 1-10	0.00	10	38.07	9.64	0	3600.02
Overall	0.00	80	10.79	3.49	42	1857.14

6. Conclusion

In this article, we have studied a milk dispatching problem for a distribution company, which has a single depot and uses capacitated non-identical vehicles to distribute the milk to distinct customers. Each customer has its own available time interval, and the distributors should respect those intervals to distribute the milk. Hence, we consider the problem as a capacitated vehicle routing problem with time windows (CVRPTW).

The contributions of this study can be highlighted as follows: Two different novel exact models, i.e., the MILP and CP models, have been proposed for the CVRPTW with non-identical vehicles and customers with time windows to minimize the total traveled distance and the storage cost of undelivered milk based on the lateness of deliveries. The well-known benchmark instances from the literature have been modified with respect to the specifications of the considered problem. Then, the solutions of the models have been verified and compared using the modified benchmark set. An extensive computational study has been conducted, and it has revealed that both models perform well for our problem. It should also be noted that the MILP model performs better than the CP model in terms of solution quality and CPU time for the instance sets that have a long planning horizon.

The managerial implications of this study can be summarized as follows. No revenue is aimed to be obtained by the dispatching process of milk to the primary schools and impoverished families with children. Thus, the only purpose is to optimize resource usage of the dispatching organization, which is the total fuel consumption of vehicles and the total lateness cost of the delayed milk deliveries. The outputs of the MILP and CP models provide information to the managers of the dispatching organizations to help them decide which vehicle will be visiting which node in which order. Also, the other decisions provided by the models are the starting time of service for customers as well as the amount of time the customers are served late. Therefore, the decisions obtained by both models will be giving answers to the research question that is stated as the minimization of the total fuel consumption of vehicles and the total lateness cost of the delayed milk deliveries.

In terms of the limitations of this study, the proposed solution methodologies are the exact solution methodologies. Thus, they can only provide optimal solutions on small-sized instances. Another limitation is the performance of the CP model on the instance sets that have a long planning horizon. The performance of the CP model should be enhanced with other techniques such as the integration of lower bounds especially for those type of instances.

Since we have proposed exact solution methodologies, we have solved our mathematical models on small-sized instance sets. As a future study, we are planning to solve both models on large-sized instances. A real-life case study might be conducted within this problem framework. Also, the CP model is aimed to be improved due to its nondominance over the MILP model. In addition, a hybrid model that employs both MILP and CP models or a CP-based heuristic algorithm has been planned to be developed in order to improve our solutions. Moreover, heuristic approaches can be developed for the CVRPTW to solve larger instances.

Informed Consent: Written consent was obtained from the participants.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- D.Y., H.Ö., D.K.; Data Acquisition- D.K., H.Ö.; Data Analysis/Interpretation- D.Y., D.K., S.Ö.; Drafting Manuscript- D.Y., H.Ö.; Critical Revision of Manuscript- D.Y., D.K., S.Ö.; Final Approval and Accountability- D.Y., D.K., H.Ö., S.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- D.Y., H.Ö., D.K.; Veri Toplama- D.K., H.Ö.; Veri Analizi/Yorumlama- D.Y., D.K., S.Ö.; Yazı Taslağı- D.Y., H.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- D.Y., D.K., S.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk- D.Y., D.K., H.Ö., S.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

References

- Amorim, P., Parragh, S. N., Sperandio, F., & Almada-Lobo, B. (2014). A rich vehicle routing problem dealing with perishable food: A case study. *TOP*, 22(2), 489–508. <https://doi.org/10.1007/s11750-012-0266-4>
- Bae, H., & Moon, I. (2016). Multi-depot vehicle routing problem with time windows considering delivery and installation vehicles. *Applied Mathematical Modelling*, 40(13–14), 6536–6549. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.01.059>
- Booth, K. E. C., & Beck, J. C. (2019). A Constraint Programming Approach to Electric Vehicle Routing with Time Windows. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 11494 LNCS, pp. 129–145). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19212-9_9
- Braekers, K., Ramaekers, K., & Van Nieuwenhuysse, I. (2016, September 1). The vehicle routing problem: State of the art classification and review. *Computers and Industrial Engineering*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007>
- Butler, M., Herlihy, P., & Keenan, P. B. (2005). Integrating information technology and operational research in the management of milk collection. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 341–349. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.046>
- Caramia, M., & Guerriero, F. (2010). A milk collection problem with incompatibility constraints. *Interfaces*, 40(2), 130–143. <https://doi.org/10.1287/inte.1090.0475>

- Claassen, G. D. H., & Hendriks, T. H. B. (2007). An application of Special Ordered Sets to a periodic milk collection problem. *European Journal of Operational Research*, 180(2), 754–769. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.03.042>
- De Backer, B., Furnon, V., Shaw, P., Kilby, P., & Prosser, P. (2000). Solving vehicle routing problems using constraint programming and metaheuristics. *Journal of Heuristics*, 6(4), 501–523. <https://doi.org/10.1023/A:1009621410177>
- El-Sherbeny, N. A. (2010). Vehicle routing with time windows: An overview of exact, heuristic and metaheuristic methods. *Journal of King Saud University - Science*, 22(3), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2010.03.002>
- Fatih Demiral, M. (2013a). Bulanık Doğrusal Programlama ile Süt Endüstrisinde Bir Uygulama - A Case Study at Dairy Industry with Fuzzy Linear Programming. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 373–397.
- Fatih Demiral, M. (2013b). Süt Endüstrisinde Optimizasyon İmkanları ve Bir Model Önerisi - Optimization Opportunities At Dairy Industry And A Model Proposal. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(8), 36–57. <https://doi.org/10.20875/sb.18524>
- Gong, W., & Fu, Z. (2010). ABC-ACO for perishable food vehicle routing problem with time windows. In *Proceedings - 2010 International Conference on Computational and Information Sciences, ICCIS 2010* (pp. 1261–1264). <https://doi.org/10.1109/ICCIS.2010.311>
- Guimarans, D., Herrero, R., Ramos, J. J., & Padrón, S. (2011). Solving Vehicle Routing Problems Using Constraint Programming and Lagrangean Relaxation in a Metaheuristics Framework. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management (IJISSCM)*, 4(2), 61–81.
- Hà, M. H., Nguyen, T. D., Nguyen Duy, T., Pham, H. G., Do, T., & Rousseau, L. M. (2020). A new constraint programming model and a linear programming-based adaptive large neighborhood search for the vehicle routing problem with synchronization constraints. *Computers and Operations Research*, 124, 105085. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105085>
- Hentenryck, P. Van. (1999). *The OPL Optimization Programming Language*. MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Hentenryck, P. Van. (2002). Constraint and Integer Programming in OPL. *Informatics Journal on Computing*, 14(4), 345–372. <https://doi.org/10.1287/ijoc.14.4.345.2826>
- Hojabri, H., Gendreau, M., Potvin, J.-Y., & Rousseau, L.-M. (2018). Large neighborhood search with constraint programming for a vehicle routing problem with synchronization constraints. *Computers and Operations Research*, 92, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.11.011>
- Johnson, D. S., & Garey, R. M. (1979). A Guide to the Theory of NP-Completeness. *Computers and Intractability*.
- Kumar, S. N., & Panneerselvam, R. (2012). A Survey on the Vehicle Routing Problem and Its Variants. *Intelligent Information Management*, 04(03), 66–74. <https://doi.org/10.4236/iim.2012.43010>
- Lahrichi, N., Crainic, T. G., Gendreau, M., Rei, W., & Rousseau, L. M. (2015). Strategic analysis of the dairy transportation problem. *Journal of the Operational Research Society*, 66(1), 44–56. <https://doi.org/10.1057/jors.2013.147>
- Li, J. qing, Han, Y. qi, Duan, P. yong, Han, Y. yan, Niu, B., Li, C. dong, ... Liu, Y. ping. (2020). Meta-heuristic algorithm for solving vehicle routing problems with time windows and synchronized visit constraints in prefabricated systems. *Journal of Cleaner Production*, 250, 119464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119464>
- Masson, R., Lahrichi, N., & Rousseau, L. M. (2016). A two-stage solution method for the annual dairy transportation problem. *European Journal of Operational Research*, 251(1), 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.10.058>
- Nalepa, J., & Blocho, M. (2016). Adaptive memetic algorithm for minimizing distance in the vehicle routing problem with time windows. *Soft Computing*, 20(6), 2309–2327. <https://doi.org/10.1007/s00500-015-1642-4>
- Öztop, H., Kızılay, D., & Çil, Z. A. (2020). Mathematical models for the periodic vehicle routing problem with time windows and time spread constraints. *International Journal of Optimization and Control: Theories and Applications*, 11(1), 10–23. <https://doi.org/10.11121/IJOCTA.01.2021.00899>

- Paredes-Belmar, G., Lüer-Villagra, A., Marianov, V., Cortés, C. E., & Bronfman, A. (2017). The milk collection problem with blending and collection points. *Computers and Electronics in Agriculture*, *134*, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.015>
- Paredes-Belmar, G., Marianov, V., Bronfman, A., Obreque, C., & Lüer-Villagra, A. (2016). A milk collection problem with blending. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *94*, 26–43. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.07.006>
- Paredes-Belmar, G., Montero, E., & Leonardini, O. (2021). A milk transportation problem with milk collection centers and vehicle routing. *ISA Transactions*. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2021.04.020>
- Privé, J., Renaud, J., Boctor, F., & Laporte, G. (2006). Solving a vehicle-routing problem arising in soft-drink distribution. *Journal of the Operational Research Society*, *57*(9), 1045–1052. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602087>
- Rossi, F., Van Beek, P., & Walsh, T. (2006). *Handbook of Constraint Programming (Foundations of Artificial Intelligence)*. USA: Elsevier Science Inc.
- Sethanan, K., & Pitakaso, R. (2016). Differential evolution algorithms for scheduling raw milk transportation. *Computers and Electronics in Agriculture*, *121*, 245–259. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.12.021>
- Sitek, P., Wikarek, J., Rutczyńska-Wdowiak, K., Bocewicz, G., & Banaszak, Z. (2021). Optimization of capacitated vehicle routing problem with alternative delivery, pick-up and time windows: A modified hybrid approach. *Neurocomputing*, *423*, 670–678. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.02.126>
- Sitek, Pawel, & Wikarek, J. (2019). Capacitated vehicle routing problem with pick-up and alternative delivery (CVRPPAD): model and implementation using hybrid approach. *Annals of Operations Research*, *273*(1–2), 257–277. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2722-x>
- Solomon, M. M. (1987). Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints. *Operations Research*, *35*(2), 254–265. <https://doi.org/10.1287/opre.35.2.254>
- Tarantilis, C. D., & Kiranoudis, C. T. (2001). A meta-heuristic algorithm for the efficient distribution of perishable foods. *Journal of Food Engineering*, *50*(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00187-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00187-4)
- Tebaldi, L., Murino, T., & Bottani, E. (2020). An adapted version of the water wave optimization algorithm for the capacitated vehicle routing problem with time windows with application to a real case using probe data. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(9), 3666. <https://doi.org/10.3390/su12093666>

AMAÇ VE KAPSAM

Ulaştırma ve Lojistik Dergisi (JTL), İstanbul Üniversitesi Ulaştırma ve Lojistik Fakültesi'nin çok disiplinli ve altı aylık resmi bir dergisidir. Derginin amacı, taşımacılık ve lojistik endüstrisinin küresel ekonomi için geri döndürülemez hale gelen sorunları hakkında yeni fikirleri yayınlamaktır. JTL, akademisyenlere ve saha uygulayıcılarına ulaştırma ve lojistik için yeni konuları tartışmak ve analiz etmek için dinamik bir platform sunmaktadır. JTL Dünya çapında iş yöneticileri ve araştırmacılar arasında lojistik ve tedarik zinciri yönetimi ile ilgili bilgi alışverişinin yanı sıra, lojistik ve tedarik zinciri yönetim sorunları ve teknikleri hakkında yeni bir düşünce platformunda bağımsız, özgün ve özenli bir analiz olanağı sunar. Dergimize akademisyenler ve saha uygulayıcıları tarafından yapılan ulaştırma, lojistik ve tedarik zinciri yönetimi ve uygulamalarını geliştiren makaleler, araştırma çalışmaları, örnek olay analizleri ve inceleme makaleleri davet edilmektedir. Ulaştırma, lojistik veya tedarik zinciri yönetiminin herhangi bir alanındaki makaleler dergimize kabul edilmektedir. Dergimiz editörleri gelen çalışmalar ile ilgili eserlerin teorik ve yönetsel süreçlerin uygulamalar ile ne derecede örtüştüğünü test etmektedirler. Yayılanmak üzere gönderilen makalelerin tedarik zincirinde ulaştırma ve lojistik süreci perspektifinden uygulamalarının yapılması ve yorumlanması kabul için öncelikli tercih nedeni olmaktadır. Bu nedenle, dergimize işletmecilik, girişimcilik, yönetim, muhasebe, kurumsal yönetim müşteri ilişkileri yönetimi (CRM), pazarlama, insan kaynakları yönetimi, ekonomi, finans, işletme, imalat sanayi, lojistik, tedarik zinciri yönetimi, ulaşım endüstrileri, yeşil lojistik, ters lojistik, insani lojistik, sürdürülebilirlik, şehir lojistiği sektörleri ile ilgili çalışmalar kabul edilmektedir. Tüm makaleler, hakemler tarafından yayınlanmak üzere olarak incelenmektedir.

POLİTİKALAR

Yayın Politikası

Dergi yayın etiğinde en yüksek standartlara bağlıdır ve Committee on Publication Ethics (COPE), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA) ve World Association of Medical Editors (WAME) tarafından yayınlanan etik yayıncılık ilkelerini benimser; Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing başlığı altında ifade edilen ilkeler için: <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

Gönderilen makaleler derginin amaç ve kapsamına uygun olmalıdır. Orijinal, yayınlanmamış ve başka bir dergide değerlendirme sürecinde olmayan, her bir yazar tarafından içeriği ve gönderimi onaylanmış yazılar değerlendirilmeye kabul edilir.

Makale yayınlanmak üzere Dergiye gönderildikten sonra yazarlardan hiçbirinin ismi, tüm yazarların yazılı izni olmadan yazar listesinden silinemez ve yeni bir isim yazar olarak eklenemez ve yazar sırası değiştirilemez.

İntihal, duplikasyon, sahte yazarlık/inkar edilen yazarlık, araştırma/veri fabrikasyonu, makale dilimleme, dilimleyerek yayın, telif hakları ihlali ve çıkar çatışmasının gizlenmesi, etik dışı davranışlar olarak kabul edilir. Kabul edilen etik standartlara uygun olmayan tüm makaleler yayından çıkarılır. Buna yayından sonra tespit edilen olası kuraldışı, uygunsuzluklar içeren makaleler de dahildir.

İntihal

Ön kontrolden geçirilen makaleler, iThenticate yazılımı kullanılarak intihal için taranır. İntihal/kendi kendine intihal tespit edilirse yazarlar bilgilendirilir. Editörler, gerekli olması halinde makaleyi değerlendirme ya da üretim sürecinin çeşitli aşamalarında intihal kontrolüne tabi tutabilirler. Yüksek benzerlik oranları, bir makalenin kabul edilmeden önce ve hatta kabul edildikten sonra reddedilmesine neden olabilir. Makalenin türüne bağlı olarak, bunun oranın %15 veya %20'den az olması beklenir.

Çift Kör Hakemlik

İntihal kontrolünden sonra, uygun olan makaleler baş editör tarafından orijinallik, metodoloji, işlenen konunun önemi ve dergi kapsamı ile uyumluluğu açısından değerlendirilir. Editör, makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakemlikten geçmesini sağlar ve makale biçimsel esaslara uygun ise, gelen yazıyı yurtiçinden ve /veya yurtdışından en az iki hakemin değerlendirmesine sunar, hakemler gerek gördüğü takdirde yazıda istenen değişiklikler yazarlar tarafından yapıldıktan sonra yayınlanmasına onay verir..

Açık Erişim İlkesi

Dergi açık erişimlidir ve derginin tüm içeriği okura ya da okurun dahil olduğu kuruma ücretsiz olarak sunulur. Okurlar, ticari amaç haricinde, yayıncı ya da yazardan izin almadan dergi makalelerinin tam metnini okuyabilir, indirebilir, kopyalayabilir, arayabilir ve link sağlayabilir. Bu HYPERLINK "<https://www.budapestopenaccessinitiative.org/translations/turkish-translation>" BOAI açık erişim tanımıyla uyumludur.

Derginin açık erişimli makaleleri Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (HYPERLINK "<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr>" CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr>) olarak lisanslıdır.

İşleme Ücreti

Derginin tüm giderleri İstanbul Üniversitesi tarafından karşılanmaktadır. Dergide makale yayını ve makale süreçlerinin yürütülmesi ücrete tabi değildir. Dergiye gönderilen ya da yayın için kabul edilen makaleler için işleme ücreti ya da gönderim ücreti alınmaz.

Telif Hakkında

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (HYPERLINK "<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr>" CC BY-NC 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr> olarak lisanslıdır. CC BY-NC 4.0 lisansı, eserin ticari kullanım dışında her boyut ve formatta paylaşılmasına, kopyalanmasına, çoğaltılmasına ve orijinal esere uygun şekilde atıfta bulunmak kaydıyla yeniden düzenleme, dönüştürme ve eserin üzerine inşa etme dâhil adapte edilmesine izin verir.

ETİK

Yayın Etiği Beyanı

Journal of Transportation and Logistics, yayın etiğinde en yüksek standartlara bağlıdır ve Committee on Publication Ethics (COPE), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA) ve World Association of Medical Editors (WAME) tarafından yayınlanan etik yayıncılık ilkelerini benimser; Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing başlığı altında ifade edilen ilkeler için: <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

Gönderilen tüm makaleler orijinal, yayınlanmamış ve başka bir dergide değerlendirme sürecinde olmamalıdır. Her bir makale editörlerden biri ve en az iki hakem tarafından çift kör değerlendirmeden geçirilir. İntihal, duplikasyon, sahte yazarlık/inkar edilen yazarlık, araştırma/veri fabrikasyonu, makale dilimleme, dilimleyerek yayın, telif hakları ihlali ve çıkar çatışmasının gizlenmesi, etik dışı davranışlar olarak kabul edilir.

Kabul edilen etik standartlara uygun olmayan tüm makaleler yayından çıkarılır. Buna yayından sonra tespit edilen olası kuraldışı, uygunsuzluklar içeren makaleler de dahildir.

Araştırma Etiği

Journal of Transportation and Logistics araştırma etiğinde en yüksek standartları gözetir ve aşağıda tanımlanan uluslararası araştırma etiği ilkelerini benimser. Makalelerin etik kurallara uygunluğu yazarların sorumluluğundadır

- Araştırmanın tasarlanması, tasarımın gözden geçirilmesi ve araştırmanın yürütülmesinde, bütünlük, kalite ve şeffaflık ilkeleri sağlanmalıdır.
- Araştırma ekibi ve katılımcılar, araştırmanın amacı, yöntemleri ve öngörülen olası kullanımları; araştırmaya katılımın gerektirdikleri ve varsa riskleri hakkında tam olarak bilgilendirilmelidir.
- Araştırma katılımcılarının sağladığı bilgilerin gizliliği ve yanıt verenlerin gizliliği sağlanmalıdır. Araştırma katılımcıların özerkliğini ve saygınlığını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Araştırma katılımcıları gönüllü olarak araştırmada yer almalı, herhangi bir zorlama altında olmamalıdır.
- Katılımcıların zarar görmesinden kaçınılmalıdır. Araştırma, katılımcıları riske sokmayacak şekilde planlanmalıdır.
- Araştırma bağımsızlığıyla ilgili açık ve net olunmalı; çıkar çatışması varsa belirtilmelidir.

- Deneysel çalışmalarda, araştırmaya katılmaya karar veren katılımcıların yazılı bilgilendirilmiş onayı alınmalıdır. Çocukların ve vesayet altındakilerin veya tasdiklenmiş akıl hastalığı bulunanların yasal vasisinin onayı alınmalıdır.
- Çalışma herhangi bir kurum ya da kuruluşta gerçekleştirilecekse bu kurum ya da kuruluştan çalışma yapılacağına dair onay alınmalıdır.
- İnsan ögesi bulunan çalışmalarda, “yöntem” bölümünde katılımcılardan “bilgilendirilmiş onam” alındığının ve çalışmanın yapıldığı kurumdan etik kurul onayı alındığı belirtilmesi gerekir.

Yazarların Sorumluluğu

Makalelerin bilimsel ve etik kurallara uygunluğu yazarların sorumluluğundadır. Yazar makalenin orijinal olduğu, daha önce başka bir yerde yayınlanmadığı ve başka bir yerde, başka bir dilde yayınlanmak üzere değerlendirilmediği konusunda teminat sağlamalıdır. Uygulamadaki telif kanunları ve anlaşmaları gözetilmelidir. Telifle bağlı materyaller (örneğin tablolar, şekiller veya büyük alıntılar) gerekli izin ve teşekkürle kullanılmalıdır. Başka yazarların, katkıda bulunanların çalışmaları ya da yararlanılan kaynaklar uygun biçimde kullanılmalı ve referanslarda belirtilmelidir.

Gönderilen makalede tüm yazarların akademik ve bilimsel olarak doğrudan katkısı olmalıdır, bu bağlamda “yazar” yayınlanan bir araştırmanın kavramsallaştırılmasına ve dizaynına, verilerin elde edilmesine, analizine ya da yorumlanmasına belirgin katkı yapan, yazının yazılması ya da bunun içerik açısından eleştirel biçimde gözden geçirilmesinde görev yapan birisi olarak görülür. Yazar olabilmenin diğer koşulları ise, makaledeki çalışmayı planlamak veya icra etmek ve / veya revize etmektir. Fon sağlanması, veri toplanması ya da araştırma grubunun genel süpervizyonu tek başına yazarlık hakkı kazandırmaz. Yazar olarak gösterilen tüm bireyler sayılan tüm ölçütleri karşılamalıdır ve yukarıdaki ölçütleri karşılayan her birey yazar olarak gösterilebilir. Yazarların isim sıralaması ortak verilen bir karar olmalıdır. Tüm yazarlar yazar sıralamasını Telif Hakkı Formunda imzalı olarak belirtmek zorundadırlar.

Yazarlık için yeterli ölçütleri karşılamayan ancak çalışmaya katkısı olan tüm bireyler “teşekkür / bilgiler” kısmında sıralanmalıdır. Bunlara örnek olarak ise sadece teknik destek sağlayan, yazıma yardımcı olan ya da sadece genel bir destek sağlayan, finansal ve materyal desteği sunan kişiler verilebilir.

Bütün yazarlar, araştırmanın sonuçlarını ya da bilimsel değerlendirmeyi etkileyebilme potansiyeli olan finansal ilişkiler, çıkar çatışması ve çıkar rekabetini beyan etmelidirler. Bir yazar kendi yayınlanmış yazısında belirgin bir hata ya da yanlışlık tespit ederse, bu yanlışlıklara ilişkin düzeltme ya da geri çekme için editör ile hemen temasa geçme ve işbirliği yapma sorumluluğunu taşır.

Editör, Hakem Sorumlulukları ve Değerlendirme Süreci

Baş editör, makaleleri, yazarların etnik kökeninden, cinsiyetinden, uyruğundan, dini inancından ve siyasi felsefesinden bağımsız olarak değerlendirir. Yayına gönderilen makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesinden geçmelerini sağlar. Gönderilen makalelere ilişkin tüm bilginin, makale yayınlanana kadar gizli kalacağını garanti eder. Baş editör içerik ve yayının toplam kalitesinden sorumludur. Gereğinde hata sayfası yayınlanmalı ya da düzeltme yapılmalıdır.

Baş editör; yazarlar, editörler ve hakemler arasında çıkar çatışmasına izin vermez. Hakem atama konusunda tam yetkiye sahiptir ve dergide yayınlanacak makalelerle ilgili nihai kararı vermekle yükümlüdür.

Hakemlerin araştırmayla ilgili, yazarlarla ve/veya araştırmanın finansal destekçileriyle çıkar çatışmaları olmamalıdır. Değerlendirmelerinin sonucunda tarafsız bir yargıya varmalıdırlar. Gönderilmiş yazılara ilişkin tüm bilginin gizli tutulmasını sağlamalı ve yazar tarafında herhangi bir telif hakkı ihlali ve intihal fark ederlerse editöre raporlamalıdırlar.

Hakem, makale konusu hakkında kendini vasıflı hissetmiyor ya da zamanında geri dönüş sağlaması mümkün görünmüyorsa, editöre bu durumu bildirmeli ve hakem sürecine kendisini dahil etmemesini istemelidir.

Değerlendirme sürecinde editör hakemlere gözden geçirme için gönderilen makalelerin, yazarların özel mülkü olduğunu ve bunun imtiyazlı bir iletişim olduğunu açıkça belirtir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri başka kişilerle makaleleri tartışamazlar. Hakemlerin kimliğinin gizli kalmasına özen gösterilmelidir. Bazı durumlarda editörün kararıyla, ilgili hakemlerin makaleye ait yorumları aynı makaleyi yorumlayan diğer hakemlere gönderilerek hakemlerin bu süreçte aydınlatılması sağlanabilir.

Hakem Süreci

Daha önce yayınlanmamış ya da yayınlanmak üzere başka bir dergide halen değerlendirilmediği halde ve her bir yazar tarafından onaylanan makaleler değerlendirilmek üzere kabul edilir. Gönderilen ve ön kontrolü geçen makaleler iThenticate yazılımı kullanılarak intihal için taranır. İntihal kontrolünden sonra, uygun olan makaleler baş editör tarafından orijinallik, metodoloji, işlenen konunun önemi ve dergi kapsamı ile uyumluluğu açısından değerlendirilir. Baş editör, makaleleri, yazarların etnik kökeninden, cinsiyetinden, uyruğundan, dini inancından ve siyasi felsefesinden bağımsız olarak değerlendirir. Yayına gönderilen makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesinden geçmelerini sağlar.

Seçilen makaleler en az iki ulusal/uluslararası hakeme değerlendirmeye gönderilir; yayın kararı, hakemlerin talepleri doğrultusunda yazarların gerçekleştirdiği düzenlemelerin ve hakem sürecinin sonrasında baş editör tarafından verilir.

Hakemlerin değerlendirmeleri objektif olmalıdır. Hakem süreci sırasında hakemlerin aşağıdaki hususları dikkate alarak değerlendirmelerini yapmaları beklenir.

- Makale yeni ve önemli bir bilgi içeriyor mu?
- Öz, makalenin içeriğini net ve düzgün bir şekilde tanımlıyor mu?
- Yöntem bütünlüklü ve anlaşılır şekilde tanımlanmış mı?
- Yapılan yorum ve varılan sonuçlar bulgularla kanıtlanıyor mu?
- Alandaki diğer çalışmalara yeterli referans verilmiş mi?
- Dil kalitesi yeterli mi?

Hakemler, gönderilen makalelere ilişkin tüm bilginin, makale yayınlanana kadar gizli kalmasını sağlamalı ve yazar tarafında herhangi bir telif hakkı ihlali ve intihal fark ederlerse editöre raporlamalıdır. Hakem, makale konusu hakkında kendini vasıflı hissetmiyor ya da zamanında geri dönüş sağlaması mümkün görünmüyorsa, editöre bu durumu bildirmeli ve hakem sürecine kendisini dahil etmemesini istemelidir.

Değerlendirme sürecinde editör hakemlere gözden geçirme için gönderilen makalelerin, yazarların özel mülkü olduğunu ve bunun imtiyazlı bir iletişim olduğunu açıkça belirtir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri başka kişilerle makaleleri tartışamazlar. Hakemlerin kimliğinin gizli kalmasına özen gösterilmelidir.

YAZILARIN HAZIRLANMASI

Dil

Dergide Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır. Gönderilen makalelerde makale dilinde öz, İngilizce öz ve İngilizce geniş özet olmalıdır. Ancak makale İngilizce ise, İngilizce geniş özet istenmez.

Yazıların Hazırlanması ve Yazım Kuralları

Aksi belirtilmedikçe gönderilen yazılarla ilgili tüm yazışmalar ilk yazarla yapılacaktır. Makale gönderimi online olarak https://jtl.istanbul.edu.tr/en/_ sayfasından erişilen <https://mc04.manuscriptcentral.com/jtl> üzerinden yapılmalıdır. Gönderilen yazılar, makale türünü belirten ve makaleyle ilgili detayları içeren (bkz: Son Kontrol Listesi) Kapak Sayfası; yazının elektronik formunu içeren Microsoft Word 2003 ve üzerindeki versiyonları ile yazılmış elektronik dosya ve tüm yazarların imzaladığı Telif Hakkı Anlaşması Formu eklenerek gönderilmelidir.

1. Yazılar Makale Şablonu kullanılarak hazırlanmalıdır. Makale ana metninde, çift taraflı kör hakemlik süreci gereği, yazarın / yazarların kimlik bilgileri yer almamalıdır.
2. Yayınlanmak üzere gönderilen makale ile birlikte yazar bilgilerini içeren Kapak Sayfası gönderilmelidir. Kapak Sayfasında, makalenin başlığı, yazar veya yazarların bağlı oldukları kurum ve unvanları, kendilerine ulaşılabilecek adresler, cep, iş ve faks numaraları, ORCID ve e-posta adresleri yer almalıdır (bkz. Son Kontrol Listesi).
3. Giriş bölümünden önce 180-200 kelimelik çalışmanın kapsamını, amacını, ulaşılan sonuçları ve kullanılan yöntemi kaydeden makale dilinde öz ve İngilizce öz ile 600-800 kelimelik İngilizce genişletilmiş özet yer almalıdır. Makale İngilizce ise İngilizce geniş özet istenmez. Özlerin altında çalışmanın içeriğini temsil eden, 3'er adet anahtar kelime yer almalıdır.
4. Çalışmaların başlıca şu unsurları içermesi gerekmektedir: Makale dilinde başlık, öz ve anahtar kelimeler; İngilizce başlık, öz ve anahtar kelimeler; geniş özet, ana metin bölümleri, kaynaklar, tablolar ve şekiller.

5. Makale Türleri:

Araştırma Makaleleri: Orijinal araştırma makaleleri derginin kapsamına uygun konularda önemli, özgün bilimsel sonuçlar sunan araştırmaları raporlayan yazılardır. Orijinal araştırma makaleleri, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Geniş Özet, Giriş, Yöntem, Bulgular, Tartışma, Sonuçlar, Kaynaklar bölümlerinden ve Tablo, Grafik ve Şekillerden oluşur.

Öz: Makale dilinde başlık ve İngilizce başlık öz'lerin üzerinde yer almalıdır. Araştırma yazılarında Türkçe ve İngilizce özetler 180-200 kelime arasında olmalı ve çalışmanın amacı, yöntemi, ana bulguları ve sonuçlarını ifade etmelidir. Ayrıca Türkçe, Almanca, Fransızca ya da İtalyanca makaleler için özetlerden sonra 600-800 kelimelik İngilizce geniş özet de yer almalıdır.

Giriş: Giriş bölümünde konunun önemi, tarihçe ve bugüne kadar yapılmış çalışmalar, hipotez ve çalışmanın amacından söz edilmelidir. Hem ana hem de ikincil amaçlar açıkça belirtilmelidir. Sadece gerçekten ilişkili kaynaklar gösterilmeli ve çalışmaya ait veri ya da sonuçlardan söz edilmemelidir. Giriş bölümünün sonunda çalışmanın amacı, araştırma soruları veya hipotezler yazılmalıdır.

Yöntem: Yöntem bölümünde, veri kaynakları, çalışmaya katılanlar, ölççekler, görüşme/değerlendirmeler ve temel ölçümler, yapılan işlemler ve istatistiksel yöntemler yer almalıdır. Yöntem bölümü, sadece çalışmanın planı ya da protokolü yazılırken bilinen bilgileri içermelidir; çalışma sırasında elde edilen tüm bilgiler bulgular kısmında verilmelidir.

Bulgular: Ana bulgular istatistiksel verilerle desteklenmiş olarak eksiksiz verilmeli ve bu bulgular uygun tablo, grafik ve şekillerle görsel olarak da belirtilmelidir. Bulgular yazıda, tablolarda ve şekillerde mantıklı bir sırayla önce en önemli sonuçlar olacak şekilde verilmelidir. Tablo ve şekillerdeki tüm veriyi yazıda vermemeli, sadece önemli noktaları vurgulanmalıdır.

Tartışma: Tartışma bölümünde o çalışmadan elde edilen veriler, kurulan hipotez doğrultusunda hipotezi destekleyen ve desteklemeyen bulgular ve sonuçlar irdelenmeli ve bu bulgu ve sonuçlar literatürde bulunan benzeri çalışmalarla kıyaslanmalı, farklılıklar varsa açıklanmalıdır. Çalışmanın yeni ve önemli yanları ve bunlardan çıkan sonuçları vurgulanmalıdır. Giriş ya da sonuçlar kısmında verilen bilgi ve veriler tekrarlanmamalıdır.

Sonuçlar: Çalışmadan elde edilen sonuçlar belirtilmelidir. Sonuçlar, çalışmanın amaçları ile bağlantılı olmalıdır, ancak veriler tarafından yeterince desteklenmeyen nitelsiz ifadeler ve sonuçlardan kaçınılmalıdır. Yeni hipotezler gerektiğinde belirtilmeli, ancak açıkça tanımlanmalıdır.

Şekil, Resim, Tablo ve Grafikler: Metin içinde kullanılan fotoğraf, plân, harita vb. materyallerin ".jpg / .tiff" uzantılı kayıtları gönderilecek dokümanlara eklenmelidir. Bu tür belgelerin baskı tekniğine uygun çözünürlükte (en az 300 piksel) ve sayfa alanını aşmayacak büyüklükte olmasına dikkat edilmelidir. Fotoğraf ve levhaların 10 sayfayı aşmamasına dikkat edilmeli ve metin içinde parantezle atıfta bulunulan resim, harita veya diğer ekler makalenin sonuna eklenmelidir.

Derleme: Yazının konusunda birikimi olan ve bu birikimleri uluslararası literatüre yayın ve atıf sayısı olarak yansımış uzmanlar tarafından hazırlanmış yazılar değerlendirmeye alınır. Yazarları dergi tarafından da davet edilebilir. Derleme yazısı, başlık, öz, anahtar kelimeler, İngilizce geniş özet (Türkçe, Almanca, Fransızca ve İtalyanca makaleler için), ana metin bölümleri ve kaynaklardan oluşmalıdır.

- Referanslar derginin benimsediği American Psychological Association (APA) 6 stiline uygun olarak hazırlanmalıdır.
- Kurallar dâhilinde dergimize yayınlanmak üzere gönderilen çalışmaların her türlü sorumluluğu yazar/ yazarlarına aittir.

KAYNAKLAR

Referans Stili ve Formatı

Journal of Transportation and Logistics, metin içi alıntılama ve kaynak gösterme için APA (American Psychological Association) kaynak sitilinin 6. edisyonunu benimser. APA 6. Edisyon hakkında bilgi için:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6th ed.). Washington, DC: APA.
- <http://www.apastyle.org/>

Kaynakların doğruluğundan yazar(lar) sorumludur. Tüm kaynaklar metinde belirtilmelidir. Kaynaklar aşağıdaki örneklerdeki gibi gösterilmelidir.

Metin İçinde Kaynak Gösterme

Kaynaklar metinde parantez içinde yazarların soyadı ve yayın tarihi yazılarak belirtilmelidir.

Birden fazla kaynak gösterilecekse kaynaklar arasında (;) işareti kullanılmalıdır. Kaynaklar alfabetik olarak sıralanmalıdır.

Örnekler:

Birden fazla kaynak;

(Esin ve ark., 2002; Karasar 1995)

Tek yazarlı kaynak;

(Akyolcu, 2007)

İki yazarlı kaynak;

(Sayiner ve Demirci, 2007, s. 72)

Üç, dört ve beş yazarlı kaynak;

Metin içinde ilk kullanımda: (Ailen, Ciambriune ve Welch, 2000, s. 12–13) Metin içinde tekrarlayan kullanımlarda: (Ailen ve ark., 2000)

Altı ve daha çok yazarlı kaynak;

(Çavdar ve ark., 2003)

Kaynaklar Bölümünde Kaynak Gösterme

Kullanılan tüm kaynaklar metnin sonunda ayrı bir bölüm halinde yazar soyadlarına göre alfabetik olarak numaralandırılmadan verilmelidir.

Kaynak yazımı ile ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.

Kitap

a) Türkçe Kitap

Karasar, N. (1995). *Araştırmalarda rapor hazırlama* (8.bs). Ankara: 3A Eğitim Danışmanlık Ltd.

b) Türkçeye Çevrilmiş Kitap

Mucchielli, A. (1991). *Zihniyetler* (A. Kotil, Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.

c) Editörlü Kitap

Ören, T., Üney, T. ve Çölkesen, R. (Ed.). (2006). *Türkiye bilişim ansiklopedisi*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.

d) Çok Yazarlı Türkçe Kitap

Tonta, Y., Bitirim, Y. ve Sever, H. (2002). *Türkçe arama motorlarında performans değerlendirme*. Ankara: Total Bilişim.

e) İngilizce Kitap

Kamien R., & Kamien A. (2014). *Music: An appreciation*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

f) İngilizce Kitap İçerisinde Bölüm

Bassett, C. (2006). Cultural studies and new media. In G. Hall & C. Birchall (Eds.), *New cultural studies: Adventures in theory* (pp. 220–237). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

g) Türkçe Kitap İçerisinde Bölüm

Erkmen, T. (2012). Örgüt kültürü: Fonksiyonları, öğeleri, işletme yönetimi ve liderlikteki önemi. M. Zencirkıran (Ed.), *Örgüt sosyolojisi kitabı* içinde (s. 233–263). Bursa: Dora Basım Yayın.

h) Yayımcının ve Yazarın Kurum Olduğu Yayın

Türk Standartları Enstitüsü. (1974). *Adlandırma ilkeleri*. Ankara: Yazar.

Makale

a) Türkçe Makale

Mutlu, B. ve Savaşer, S. (2007). Çocuğu ameliyat sonrası yoğun bakımda olan ebeveynlerde stres nedenleri ve azaltma girişimleri. *İstanbul Üniversitesi Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 15(60), 179–182.

b) İngilizce Makale

de Cillia, R., Reisigl, M., & Wodak, R. (1999). The discursive construction of national identity. *Discourse and Society*, 10(2), 149–173. <http://dx.doi.org/10.1177/0957926599010002002>

c) Yediden Fazla Yazarlı Makale

Lal, H., Cunningham, A. L., Godeaux, O., Chlibek, R., Diez-Domingo, J., Hwang, S.-J. ... Heineman, T. C. (2015). Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *New England Journal of Medicine*, 372, 2087–2096. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1501184>

d) DOI'si Olmayan Online Edinilmiş Makale

Al, U. ve Doğan, G. (2012). Hacettepe Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü tezlerinin atıf analizi. *Türk Kütüphaneciliği*, 26, 349–369. Erişim adresi: <http://www.tk.org.tr/>

e) DOI'si Olan Makale

Turner, S. J. (2010). Website statistics 2.0: Using Google Analytics to measure library website effectiveness. *Technical Services Quarterly*, 27, 261–278. <http://dx.doi.org/10.1080/07317131003765910>

f) Advance Online Olarak Yayımlanmış Makale

Smith, J. A. (2010). Citing advance online publication: A review. *Journal of Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/a45d7867>

g) Popüler Dergi Makalesi

Semerciöglü, C. (2015, Haziran). Sıradanlığın rayihası. *Sabit Fikir*, 52, 38–39.

Tez, Sunum, Bildiri**a) Türkçe Tezler**

Sarı, E. (2008). *Kültür kimlik ve politika: Mardin'de kültürlerarasılık*. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

b) Ticari Veritabanında Yer Alan Yüksek Lisans Ya da Doktora Tezi

Van Brunt, D. (1997). *Networked consumer health information systems* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses. (UMI No. 9943436)

c) Kurumsal Veritabanında Yer Alan İngilizce Yüksek Lisans/Doktora Tezi

Yaylalı-Yıldız, B. (2014). *University campuses as places of potential publicness: Exploring the political, social and cultural practices in Ege University* (Doctoral dissertation). Retrieved from: <http://library.iyte.edu.tr/hizli-erisim/iyte-tez-portali>

d) Web'de Yer Alan İngilizce Yüksek Lisans/Doktora Tezi

Tonta, Y. A. (1992). *An analysis of search failures in online library catalogs* (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley). Retrieved from <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/phd/ickapak.html>

e) Dissertations Abstracts International'da Yer Alan Yüksek Lisans/Doktora Tezi

Appelbaum, L. G. (2005). Three studies of human information processing: Texture amplification, motion representation, and figure-ground segregation. *Dissertation Abstracts International: Section B. Sciences and Engineering*, 65(10), 5428.

f) Sempozyum Katkısı

Krinsky-McHale, S. J., Zigman, W. B., & Silverman, W. (2012, August). Are neuropsychiatric symptoms markers of prodromal Alzheimer's disease in adults with Down syndrome? In W. B. Zigman (Chair), *Predictors of mild cognitive impairment, dementia, and mortality in adults with Down syndrome*. Symposium conducted at American Psychological Association meeting, Orlando, FL.

g) Online Olarak Erişilen Konferans Bildiri Özeti

Çınar, M., Doğan, D. ve Seferoğlu, S. S. (2015, Şubat). *Eğitimde dijital araçlar: Google sınıf uygulaması üzerine bir değerlendirme* [Öz]. Akademik Bilişim Konferansında sunulan bildiri, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir. Erişim adresi: <http://ab2015.anadolu.edu.tr/index.php?menu=5&submenu=27>

h) Düzenli Olarak Online Yayımlanan Bildiriler

Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 12593–12598. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805417105>

i) Kitap Şeklinde Yayımlanan Bildiriler

Schneider, R. (2013). Research data literacy. S. Kurbanoğlu ve ark. (Ed.), *Communications in Computer and Information Science: Vol. 397. Worldwide Communalities and Challenges in Information Literacy Research and Practice* içinde (s. 134–140). Cham, İsviçre: Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-03919-0>

j) Kongre Bildirisi

Çepni, S., Bacanak A. ve Özsevgeç T. (2001, Haziran). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen branşlarına karşı tutumları ile fen branşlarındaki başarılarının ilişkisi*. X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu

Diğer Kaynaklar**a) Gazete Yazısı**

Toker, Ç. (2015, 26 Haziran). 'Unutma' notları. *Cumhuriyet*, s. 13.

b) Online Gazete Yazısı

Tamer, M. (2015, 26 Haziran). E-ticaret hamle yapmak için tüketiciyi bekliyor. *Milliyet*. Erişim adresi: <http://www.milliyet>

c) Web Page/Blog Post

Bordwell, D. (2013, June 18). David Koepp: Making the world movie-sized [Web log post]. Retrieved from <http://www.davidbordwell.net/blog/page/27/>

d) Online Ansiklopedi/Sözlük

Bilgi mimarisi. (2014, 20 Aralık). Vikipedi içinde. Erişim adresi: http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgi_mimarisi
Marcoux, A. (2008). Business ethics. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-business/>

e) Podcast

Radyo ODTÜ (Yapımcı). (2015, 13 Nisan). *Modern sabahlar* [Podcast]. Erişim adresi: <http://www.radyoodtu.com.tr/>

f) Bir Televizyon Dizisinden Tek Bir Bölüm

Shore, D. (Senarist), Jackson, M. (Senarist) ve Bookstaver, S. (Yönetmen). (2012). Runaways [Televizyon dizisi bölümü]. D. Shore (Baş yapımcı), *House M.D.* içinde. New York, NY: Fox Broadcasting.

g) Müzik Kaydı

Say, F. (2009). Galata Kulesi. *İstanbul senfonisi* [CD] içinde. İstanbul: Ak Müzik.

SON KONTROL LİSTESİ

Aşağıdaki listede eksik olmadığından emin olun:

- Makalenin türünün belirtilmiş olduğu
- Başka bir dergiye gönderilmemiş olduğu
- Sponsor veya ticari bir firma ile ilişkisi varsa, bunun belirtildiği
- İngilizce yönünden kontrolünün yapıldığı
- Referansların derginin benimsediği APA 6 edisyonuna uygun olarak düzenlendiği
- Yazarlara Bilgide detaylı olarak anlatılan dergi politikalarının gözden geçirildiği
- Telif Hakkı Anlaşması Formu
- Daha önce basılmış materyal (yazı-resim-tablo) kullanılmış ise izin belgesi
- Kapak sayfası
 - ✓ Makalenin kategorisi
 - ✓ Makale dilinde ve İngilizce başlık
 - ✓ Yazarların ismi soyadı, unvanları ve bağlı oldukları kurumlar (üniversite ve fakülte bilgisinden sonra şehir ve ülke bilgisi), e-posta adresleri
 - ✓ Sorumlu yazarın e-posta adresi, açık yazışma adresi, iş telefonu, GSM, faks nosu
 - ✓ Tüm yazarların ORCID'leri
 - ✓ Finansal destek (varsa belirtiniz)
 - ✓ Çıkar çatışması (varsa belirtiniz)
 - ✓ Teşekkür (varsa belirtiniz)
- Makale ana metni
 - ✓ Önemli: Ana metinde yazarın / yazarların kimlik bilgilerinin yer almamış olması gerekir.
 - ✓ Makale dilinde ve İngilizce başlık
 - ✓ Öz: 180-200 kelime
 - ✓ Anahtar Kelimeler: 3 adet makale dilinde ve 3 adet İngilizce
 - ✓ İngilizce geniş özet: 600-800 kelime (İngilizce olmayan makaleler için)
 - ✓ Makale ana metin bölümleri
 - ✓ Kaynaklar
 - ✓ Tablolar-Resimler, Şekiller (başlık, tanım ve alt yazılarıyla)

AIM AND SCOPE

Journal of Transportation and Logistics (JTL) is a multidisciplinary and semi-annual published official journal of Istanbul University, The Faculty of Transportation and Logistics. The aim of the journal is to disseminate the new ideas on the issues and problems faced by transportation and logistics industry which becomes irrevocable for the global economy. JTL provides academicians and practitioners with a dynamic platform to discuss and analyze the new issues for transportation and logistics. It presents an independent, original and elaborated analysis to facilitate the interchange of information about logistics and supply chain management among business planners and researchers on a world-wide basis as well as a platform for new thinking on the problems and techniques of logistics and supply chain management. Academicians and practitioners are invited to submit articles, research papers, case studies and review articles that progress the science and practice of transportation, logistics and supply chain management. While articles in any area of transportation, logistics or supply chain management are welcomed, the editors are especially interested in those dealing with managerial applications of theory and technique. Articles which provide guidelines for framing, interpreting or implementing the transport and logistics process in the supply chain are of particular interest. Thus, subjects covered in this journal may include business; entrepreneurship; management and accounting; corporate governance; customer relationship management (CRM); marketing; human resources management; economics, finance, business & industry; industry & industrial studies; logistics; inbound and outbound logistics; supply chain management; transport industries; green logistics; reverse logistics; humanitarian logistics; sustainability; city logistics. All articles are anonymously reviewed for publication by referees who look for original ideas that are clearly presented.

POLICIES

Publication Policy

The journal is committed to upholding the highest standards of publication ethics and pays regard to Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing published by the Committee on Publication Ethics (COPE), the Directory of Open Access Journals (DOAJ), the Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), and the World Association of Medical Editors (WAME) on <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

The subjects covered in the manuscripts submitted to the Journal for publication must be in accordance with the aim and scope of the Journal. Only those manuscripts approved by every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation.

Changing the name of an author (omission, addition or order) in papers submitted to the Journal requires written permission of all declared authors.

Plagiarism, duplication, fraud authorship/denied authorship, research/data fabrication, salami slicing/salami publication, breaching of copyrights, prevailing conflict of interest are unethical behaviors. All manuscripts not in accordance with the accepted ethical standards will be removed from the publication. This also contains any possible malpractice discovered after the publication.

Plagiarism

Submitted manuscripts that pass preliminary control are scanned for plagiarism using iThenticate software. If plagiarism/self-plagiarism will be found authors will be informed. Editors may resubmit manuscript for similarity check at any peer-review or production stage if required. High similarity scores may lead to rejection of a manuscript before and even after acceptance. Depending on the type of article and the percentage of similarity score taken from each article, the overall similarity score is generally expected to be less than 15 or 20%.

Double Blind Peer-Review

After plagiarism check, the eligible ones are evaluated by the editors-in-chief for their originality, methodology, the importance of the subject covered and compliance with the journal scope. The editor provides a fair double-blind peer review of the submitted articles and hands over the papers matching

the formal rules to at least two national/international referees for evaluation and gives green light for publication upon modification by the authors in accordance with the referees' claims.

Open Access Statement

The journal is an open access journal and all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Except for commercial purposes, users are allowed to read, download, copy, print, search, or link to the full texts of the articles in this journal without asking prior permission from the publisher or the author. This is in accordance with the HYPERLINK "<https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read>" BOAI definition of open access.

The open access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (HYPERLINK "<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en>" CC BY-NC 4.0) license. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en>)

Article Processing Charge

All expenses of the journal are covered by the Istanbul University. Processing and publication are free of charge with the journal. There is no article processing charges or submission fees for any submitted or accepted articles.

Copyright Notice

Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) and grant the Publisher non-exclusive commercial right to publish the work. CC BY-NC 4.0 license permits unrestricted, non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ETHICS

Publication Ethics and Publication Malpractice Statement

The Journal of Transportation and Logistics is committed to upholding the highest standards of publication ethics and pays regard to Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing published by the Committee on Publication Ethics (COPE), the Directory of Open Access Journals (DOAJ), to access the Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), and the World Association of Medical Editors (WAME) on <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

All parties involved in the publishing process (Editors, Reviewers, Authors and Publisher) are expected to agree on the following ethical principles.

All submissions must be original, unpublished (including as full text in conference proceedings), and not under the review of any other publication synchronously. Each manuscript is reviewed by one of the editors and at least two referees under double-blind peer review process. Plagiarism, duplication, fraud authorship/denied authorship, research/data fabrication, salami slicing/salami publication, breaching of copyrights, prevailing conflict of interest are unethical behaviors.

All manuscripts not in accordance with the accepted ethical standards will be removed from the publication. This also contains any possible malpractice discovered after the publication. In accordance with the code of conduct we will report any cases of suspected plagiarism or duplicate publishing.

Research Ethics

The Journal of Transportation and Logistics adheres to the highest standards in research ethics and follows the principles of international research ethics as defined below. The authors are responsible for the compliance of the manuscripts with the ethical rules.

- Principles of integrity, quality and transparency should be sustained in designing the research, reviewing the design and conducting the research.
- The research team and participants should be fully informed about the aim, methods, possible uses and requirements of the research and risks of participation in research.

- The confidentiality of the information provided by the research participants and the confidentiality of the respondents should be ensured. The research should be designed to protect the autonomy and dignity of the participants.
- Research participants should participate in the research voluntarily, not under any coercion.
- Any possible harm to participants must be avoided. The research should be planned in such a way that the participants are not at risk.
- The independence of research must be clear; and any conflict of interest must be disclosed.
- In experimental studies with human subjects, written informed consent of the participants who decide to participate in the research must be obtained. In the case of children and those under wardship or with confirmed insanity, legal custodian's assent must be obtained.
- If the study is to be carried out in any institution or organization, approval must be obtained from this institution or organization.
- In studies with human subject, it must be noted in the method's section of the manuscript that the informed consent of the participants and ethics committee approval from the institution where the study has been conducted have been obtained.

Author Responsibilities

It is authors' responsibility to ensure that the article is in accordance with scientific and ethical standards and rules. And authors must ensure that submitted work is original. They must certify that the manuscript has not previously been published elsewhere or is not currently being considered for publication elsewhere, in any language. Applicable copyright laws and conventions must be followed. Copyright material (e.g. tables, figures or extensive quotations) must be reproduced only with appropriate permission and acknowledgement. Any work or words of other authors, contributors, or sources must be appropriately credited and referenced.

All the authors of a submitted manuscript must have direct scientific and academic contribution to the manuscript. The author(s) of the original research articles is defined as a person who is significantly involved in "conceptualization and design of the study", "collecting the data", "analyzing the data", "writing the manuscript", "reviewing the manuscript with a critical perspective" and "planning/conducting the study of the manuscript and/or revising it". Fund raising, data collection or supervision of the research group are not sufficient roles to be accepted as an author. The author(s) must meet all these criteria described above. The order of names in the author list of an article must be a co-decision and it must be indicated in the Copyright Agreement Form. The individuals who do not meet the authorship criteria but contributed to the study must take place in the acknowledgement section. Individuals providing technical support, assisting writing, providing a general support, providing material or financial support are examples to be indicated in acknowledgement section.

All authors must disclose all issues concerning financial relationship, conflict of interest, and competing interest that may potentially influence the results of the research or scientific judgment.

When an author discovers a significant error or inaccuracy in his/her own published paper, it is the author's obligation to promptly cooperate with the Editor to provide retractions or corrections of mistakes.

Responsibility for the Editor and Reviewers and Evaluation Process

Editor-in-Chief evaluates manuscripts for their scientific content without regard to ethnic origin, gender, citizenship, religious belief or political philosophy of the authors. He/She provides a fair double-blind peer review of the submitted articles for publication and ensures that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential before publishing.

Editor-in-Chief is responsible for the contents and overall quality of the publication. He/She must publish errata pages or make corrections when needed.

Editor-in-Chief does not allow any conflicts of interest between the authors, editors and reviewers. Only he has the full authority to assign a reviewer and is responsible for final decision for publication of the manuscripts in the journal.

Reviewers must have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders. Their judgments must be objective.

Reviewers must ensure that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential and must report to the editor if they are aware of copyright infringement and plagiarism on the author's side.

A reviewer who feels unqualified to review the topic of a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

The editor informs the reviewers that the manuscripts are confidential information and that this is a privileged interaction. The reviewers and editorial board cannot discuss the manuscripts with other persons. The anonymity of the referees must be ensured. In particular situations, the editor may share the review of one reviewer with other reviewers to clarify a particular point.

Peer Review Process

Only those manuscripts approved by its every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation.

Submitted manuscripts that pass preliminary control are scanned for plagiarism using iThenticate software. After plagiarism check, the eligible ones are evaluated by Editor-in-Chief for their originality, methodology, the importance of the subject covered and compliance with the journal scope. Editor-in-Chief evaluates manuscripts for their scientific content without regard to ethnic origin, gender, citizenship, religious belief or political philosophy of the authors and ensures a fair double-blind peer review of the selected manuscripts.

The selected manuscripts are sent to at least two national/international referees for evaluation and publication decision is given by Editor-in-Chief upon modification by the authors in accordance with the referees' claims.

Editor-in-Chief does not allow any conflicts of interest between the authors, editors and reviewers and is responsible for final decision for publication of the manuscripts in the journal.

Reviewers' judgments must be objective. Reviewers' comments on the following aspects are expected while conducting the review.

- Does the manuscript contain new and significant information?
- Does the abstract clearly and accurately describe the content of the manuscript?
- Is the problem significant and concisely stated?
- Are the methods described comprehensively?
- Are the interpretations and conclusions justified by the results?
- Is adequate references made to other Works in the field?
- Is the language acceptable?

Reviewers must ensure that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential and must report to the editor if they are aware of copyright infringement and plagiarism on the author's side.

A reviewer who feels unqualified to review the topic of a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

The editor informs the reviewers that the manuscripts are confidential information and that this is a privileged interaction. The reviewers and editorial board cannot discuss the manuscripts with other persons. The anonymity of the referees is important.

MANUSCRIPT ORGANIZATION

Language

Articles in Turkish and English are published. Submitted manuscript must include an abstract both in the article language and in English, and an extended abstract in English as well. However extended abstract in English is not required for articles in English.

Manuscript Organization and Submission

All correspondence will be sent to the first-named author unless otherwise specified. Manuscript is to be submitted online via <https://jtl.istanbul.edu.tr/en/> that can be accessed at <https://mc04.manuscriptcentral.com/jtl> and it must be accompanied by a Title Page specifying the article category

(i.e. research article, review etc.) and including information about the manuscript (see the Submission Checklist). Manuscripts should be prepared in Microsoft Word 2003 and upper versions. In addition, Copyright Agreement Form that has to be signed by all authors must be submitted.

1. Manuscripts should be prepared using the Article Template. Due to double blind peer review, manuscript file must not include any information about the author.
2. A title page including author information must be submitted together with the manuscript. The title page is to include fully descriptive title of the manuscript and, affiliation, title, e-mail address, ORCID, postal address, phone, mobile phone and fax number of the author(s) (see The Submission Checklist).
3. Before the introduction part, there should be an abstract of 180-200 words both in the language of the article and in English. An extended abstract in English between 600-800 words, summarizing the scope, the purpose, the results of the study and the methodology used is to be included following the abstracts. If the manuscript is in English, extended abstract is not required. Underneath the abstracts, 3 keywords that inform the reader about the content of the study should be specified in the language of the article and in English.
4. The manuscripts should contain mainly these components: title, abstract and keywords; extended abstract, sections, references, tables and figures.
5. **Article Types**

Research Article: Original research articles report substantial and original scientific results within the journal scope. Original research articles are comprised of Abstract, Key Words, Introduction, Methods, Results, Discussion, Conclusion, References and Figures, Tables and Graphics.

Abstract: The abstracts in the language of the article and in English must be between 180-200 words and state aim, method, result and conclusions of the study. If the article is in Turkish, German, French or Italian, an extended abstract of 600-800 words in English must be written as well following the abstracts.

Introduction: This section must contain a clear statement of the general and specific objectives as well as the hypotheses which the work is designed to test. It should also give a brief account of the reported literature. It should clearly state the primary and secondary purposes of the article. Only, the actual references related with the issues have to be indicated and data or findings related with the current study must not be included in this section.

Methods: This section must contain explicit, concise descriptions of all procedures, materials and methods (i.e. data sources, participants, scales, interviews/reviews, basic measurements, applications, statistical methods) used in the investigation to enable the reader to judge their accuracy, reproducibility, etc. This section should include the known findings at the beginning of the study and the findings during the study must be reported in results section.

Results: The results should be presented in logical sequence in the text, tables, and figures, giving the main or most important findings first. The all the data in the tables or figures should not be repeated in the text; only the most important observations must be emphasized or summarized.

Discussion: The findings of the study, the findings and results which support or do not support the hypothesis of the study should be discussed, results should be compared and contrasted with findings of other studies in the literature and the different findings from other studies should be explained. The new and important aspects of the study and the conclusions that follow from them should be emphasized. The data or other information given in the Introduction or the Results section should not be repeated in detail.

Conclusions: Conclusions derived from the study should be stated. The conclusions should be linked with the goals of the study but unqualified statements and conclusions not adequately supported by the data should be avoided. New hypotheses should be stated when warranted, but should be labeled clearly as such.

Figures, Tables and Graphics: Figures, tables and graphics materials should be “.jpg, .tiff or .jpeg” format and they should be submitted with the article. These materials should be min. 300 pixels and they must not be bigger than page size. The illustrations should not exceed 10 pages. All illustrations should be labelled and a list of figures with captions, legends, and credits should be provided on a separate page.

Review Article: Reviews prepared by authors who have extensive knowledge on a particular field and whose scientific background has been translated into a high volume of publications with a high citation potential are welcomed. These authors may even be invited by the journal. Review article should contain title, abstract and keywords; body text with sections, and references.

6. References should be in accordance with American Psychological Association (APA) style 6th Edition.
7. Authors are responsible for all statements made in their work submitted to the journal for publication.

REFERENCES

Reference Style and Format

The Journal of Transportation and Logistics complies with APA (American Psychological Association) style 6th Edition for referencing and quoting. For more information:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6th ed.). Washington, DC: APA.

- <http://www.apastyle.org>

Accuracy of citation is the author's responsibility. All references should be cited in text. Reference list must be in alphabetical order. Type references in the style shown below.

Citations in the Text

Citations must be indicated with the author surname and publication year within the parenthesis.

If more than one citation is made within the same parenthesis, separate them with (;).

Samples:

More than one citation;

(Esin, et al., 2002; Karasar, 1995)

Citation with one author;

(Akyolcu, 2007)

Citation with two authors;

(Sayiner & Demirci, 2007)

Citation with three, four, five authors;

First citation in the text: (Ailen, Ciambune, & Welch, 2000) Subsequent citations in the text: (Ailen, et al., 2000)

Citations with more than six authors;

(Çavdar, et al., 2003)

Citations in the Reference

All the citations done in the text should be listed in the References section in alphabetical order of author surname without numbering. Below given examples should be considered in citing the references.

Basic Reference Types

Book

a) Turkish Book

Karasar, N. (1995). *Araştırmalarda rapor hazırlama* (8th ed.) [Preparing research reports]. Ankara, Turkey: 3A Eğitim Danışmanlık Ltd.

b) Book Translated into Turkish

Mucchielli, A. (1991). *Zihniyetler* [Mindsets] (A. Kotil, Trans.). İstanbul, Turkey: İletişim Yayınları.

c) Edited Book

Ören, T., Üney, T., & Çölkesen, R. (Eds.). (2006). *Türkiye bilişim ansiklopedisi* [Turkish Encyclopedia of Informatics]. İstanbul, Turkey: Papatya Yayıncılık.

d) Turkish Book with Multiple Authors

Tonta, Y., Bitirim, Y., & Sever, H. (2002). *Türkçe arama motorlarında performans değerlendirme* [Performance evaluation in Turkish search engines]. Ankara, Turkey: Total Bilişim.

e) Book in English

Kamien R., & Kamien A. (2014). *Music: An appreciation*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

f) Chapter in an Edited Book

Bassett, C. (2006). Cultural studies and new media. In G. Hall & C. Birchall (Eds.), *New cultural studies: Adventures in theory* (pp. 220–237). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

g) Chapter in an Edited Book in Turkish

Erkmen, T. (2012). Örgüt kültürü: Fonksiyonları, öğeleri, işletme yönetimi ve liderlikteki önemi [Organization culture: Its functions, elements and importance in leadership and business management]. In M. Zencirkiran (Ed.), *Örgüt sosyolojisi* [Organization sociology] (pp. 233–263). Bursa, Turkey: Dora Basım Yayın.

h) Book with the same organization as author and publisher

American Psychological Association. (2009). *Publication manual of the American psychological association* (6th ed.). Washington, DC: Author.

Article**a) Turkish Article**

Mutlu, B., & Savaşer, S. (2007). Çocuğu ameliyat sonrası yoğun bakımda olan ebeveynlerde stres nedenleri ve azaltma girişimleri [Source and intervention reduction of stress for parents whose children are in intensive care unit after surgery]. *Istanbul University Florence Nightingale Journal of Nursing*, 15(60), 179–182.

b) English Article

de Cillia, R., Reisigl, M., & Wodak, R. (1999). The discursive construction of national identity. *Discourse and Society*, 10(2), 149–173. <http://dx.doi.org/10.1177/0957926599010002002>

c) Journal Article with DOI and More Than Seven Authors

Lal, H., Cunningham, A. L., Godeaux, O., Chlibek, R., Diez-Domingo, J., Hwang, S.-J. ... Heineman, T. C. (2015). Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *New England Journal of Medicine*, 372, 2087–2096. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1501184>

d) Journal Article from Web, without DOI

Sidani, S. (2003). Enhancing the evaluation of nursing care effectiveness. *Canadian Journal of Nursing Research*, 35(3), 26–38. Retrieved from <http://cjr.mcgill.ca>

e) Journal Article with DOI

Turner, S. J. (2010). Website statistics 2.0: Using Google Analytics to measure library website effectiveness. *Technical Services Quarterly*, 27, 261–278. <http://dx.doi.org/10.1080/07317131003765910>

f) Advance Online Publication

Smith, J. A. (2010). Citing advance online publication: A review. *Journal of Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/a45d7867>

g) Article in a Magazine

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28–31.

Doctoral Dissertation, Master's Thesis, Presentation, Proceeding**a) Dissertation/Thesis from a Commercial Database**

Van Brunt, D. (1997). *Networked consumer health information systems* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9943436)

b) Dissertation/Thesis from an Institutional Database

Yaylılı-Yıldız, B. (2014). *University campuses as places of potential publicness: Exploring the political, social and cultural practices in Ege University* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://library.iyte.edu.tr/tr/hizli-erisim/iyte-tez-portali>

c) Dissertation/Thesis from Web

Tonta, Y. A. (1992). *An analysis of search failures in online library catalogs* (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley). Retrieved from <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/phd/ickapak.html>

d) Dissertation/Thesis abstracted in Dissertations Abstracts International

Appelbaum, L. G. (2005). Three studies of human information processing: Texture amplification, motion representation, and figure-ground segregation. *Dissertation Abstracts International: Section B. Sciences and Engineering*, 65(10), 5428.

e) Symposium Contribution

Krinsky-McHale, S. J., Zigman, W. B., & Silverman, W. (2012, August). Are neuropsychiatric symptoms markers of prodromal Alzheimer's disease in adults with Down syndrome? In W. B. Zigman (Chair),

Predictors of mild cognitive impairment, dementia, and mortality in adults with Down syndrome. Symposium conducted at the meeting of the American Psychological Association, Orlando, FL.

f) Conference Paper Abstract Retrieved Online

Liu, S. (2005, May). *Defending against business crises with the help of intelligent agent based early warning solutions.* Paper presented at the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems, Miami, FL. Abstract retrieved from http://www.iceis.org/iceis2005/abstracts_2005.htm

g) Conference Paper - In Regularly Published Proceedings and Retrieved Online

Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*, 12593–12598. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805417105>

h) Proceeding in Book Form

Parsons, O. A., Pryzwansky, W. B., Weinstein, D. J., & Wiens, A. N. (1995). Taxonomy for psychology. In J. N. Reich, H. Sands, & A. N. Wiens (Eds.), *Education and training beyond the doctoral degree: Proceedings of the American Psychological Association National Conference on Postdoctoral Education and Training in Psychology* (pp. 45–50). Washington, DC: American Psychological Association.

i) Paper Presentation

Nguyen, C. A. (2012, August). *Humor and deception in advertising: When laughter may not be the best medicine.* Paper presented at the meeting of the American Psychological Association, Orlando, FL.

Other Sources

a) Newspaper Article

Browne, R. (2010, March 21). This brainless patient is no dummy. *Sydney Morning Herald, 45.*

b) Newspaper Article with no Author

New drug appears to sharply cut risk of death from heart failure. (1993, July 15). *The Washington Post*, p. A12.

c) Web Page/Blog Post

Bordwell, D. (2013, June 18). David Koepp: Making the world movie-sized [Web log post]. Retrieved from <http://www.davidbordwell.net/blog/page/27/>

d) Online Encyclopedia/Dictionary

Ignition. (1989). In *Oxford English online dictionary* (2nd ed.). Retrieved from <http://dictionary.oed.com>
Marcoux, A. (2008). Business ethics. In E. N. Zalta (Ed.). *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-business/>

e) Podcast

Dunning, B. (Producer). (2011, January 12). *in Fact: Conspiracy theories* [Video podcast]. Retrieved from <http://itunes.apple.com/>

f) Single Episode in a Television Series

Egan, D. (Writer), & Alexander, J. (Director). (2005). Failure to communicate. [Television series episode]. In D. Shore (Executive producer), *House*; New York, NY: Fox Broadcasting.

g) Music

Fuchs, G. (2004). Light the menorah. On *Eight nights of Hanukkah* [CD]. Brick, NJ: Kid Kosher.

SUBMISSION CHECKLIST

Ensure that the following items are present:

- Confirm that the category of the manuscript is specified.
- Confirm that “the paper is not under consideration for publication in another journal”.
- Confirm that disclosure of any commercial or financial involvement is provided.
- Confirm that last control for fluent English was done.
- Confirm that journal policies detailed in Information for Authors have been reviewed.
- Confirm that the references cited in the text and listed in the references section are in line with APA 6th.
- Copyright Agreement Form
- Permission of previous published material if used in the present manuscript
- Title page
 - ✓ The category of the manuscript
 - ✓ The title of the manuscript both in the language of the article and in English
 - ✓ All authors’ names and affiliations (institution, faculty/department, city, country), e-mail addresses
 - ✓ Corresponding author’s email address, full postal address, telephone and fax number
 - ✓ ORCIDs of all authors.
 - ✓ Grant support (if exists)
 - ✓ Conflict of interest (if exists)
 - ✓ Acknowledgement (if exists)
- Main Manuscript Document
 - ✓ Important: Please avoid mentioning the author (s) names in the manuscript
 - ✓ The title of the manuscript both in the language of the article and in English
 - ✓ Abstract (180-200 words)
 - ✓ Key words: 3 words
 - ✓ Extended abstract in English: 600-800 words (for non-english articles)
 - ✓ Body text sections
 - ✓ References
 - ✓ All tables, illustrations (figures) (including title, explanation, captions)

