

UCTEA - The Chamber of Marine Engineers



JEMS

JOURNAL OF ETA MARITIME SCIENCE



NAS S. (2017) The Engine Control Room of MCC Mandalay, Port of Tanjung Pelepas, Malaysia



ISSN:2147-2955

Volume : 6

Issue : 1

Year : 2018

JOURNAL INFO

Publisher	: Feramuz AŞKIN <i>The Chamber of Marine Engineers Chairman of the Board</i>
Engagement Manager	: Alper KILIÇ
Typesetting	: Remzi FIŞKIN Emin Deniz ÖZKAN Burak KUNDAKÇI Ömer ARSLAN
Layout	: Remzi FIŞKIN
Cover Design	: Selçuk NAS Remzi FIŞKIN
Cover Photo	: Selçuk NAS
Publication Place and Date	:

The Chamber of Marine Engineers

Address	: Caferağa Mah. Damga Sk. İffet Gülhan İş Merkezi No: 9/7 Kadıköy/İstanbul - Türkiye
Tel	: +90 216 348 81 44
Fax	: +90 216 348 81 06

Online Publication : www.jemsjournal.org / 27.03.2018

ISSN : 2147-2955
e-ISSN : 2148-9386

Type of Publication: JEMS is a peer-reviewed journal and is published quarterly (March/June/September/December) period.

Responsibility in terms of language and content of articles published in the journal belongs to the authors.

EDITORIAL BOARD

EXECUTIVE BOARD:

Editor in Chief

Prof. Dr. Selçuk NAS

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Layout Editors

Res. Asst. Remzi FİŞKİN

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Res. Asst. Emin Deniz ÖZKAN

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Res. Asst. Burak KUNDAKÇI

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Res. Asst. Ömer ARSLAN

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Foreign Language Editors

Dr. Berna GÜRYAY

Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education

Res. Asst. Gökçay BALCI

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Ceyhan Can YILDIZ

Yücel YILDIZ

BOARD OF SECTION EDITORS:

Maritime Transportation Eng. Section Editors

Assoc. Prof. Dr. Momoko KITADA

World Maritime University, Sweden

Assoc. Prof. Dr. Özkan UĞURLU

Karadeniz Tech. Uni, Sürmene Fac. of Mar. Sciences

Assoc. Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ

Yıldız Technical Uni., Fac. of Mechanical Engineering

Assoc. Prof. Dr. Serdar KUM

İstanbul Technical University, Maritime Faculty

Res. Asst. Remzi FİŞKİN

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Naval Architecture Section Editors

Prof. Dr. Dimitrios KONOVESSIS

Singapore Institute of Technology

Dr. Rafet Emek KURT

University of Strathclyde, Ocean and Marine Engineering

Sefer Anıl GÜNBEYAZ (Asst. Sec. Ed.)

University of Strathclyde, Ocean and Marine Engineering

Marine Engineering Section Editors

Asst. Prof. Dr. Alper KILIÇ

Bandırma Onyedli Eylül University, Maritime Faculty

Asst. Prof. Dr. Görkem KÖKKÜLÜNK

Yıldız Technical Uni., Fac. of Nav. Arch. and Maritime

Dr. José A. OROSA

University of A Coruña

Maritime Business Admin. Section Editor

Prof. Dr. Soner ESMER

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Asst. Prof. Dr. Çimen KARATAŞ ÇETİN

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Coastal and Port Engineering Section Editor

Assoc. Prof. Dr. Kubilay CİHAN

Kırıkkale University, Engineering Faculty

Logistic and Supply Chain Man. Section Editor

Assoc. Prof. Dr. Ceren ALTUNTAŞ VURAL

*Dokuz Eylül University, Seferihisar Fevziye Hepkon
School of Applied Sciences*

EDITORIAL BOARD

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

Prof. Dr. Selçuk NAS

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Ender ASYALI

Maine Maritime Academy, USA

Prof. Dr. Masao FURUSHO

Kobe University, Faculty, Graduate School of Maritime Sciences, JAPAN

Prof. Dr. Nikitas NIKITAKOS

University of the Aegean, Dept. of Shipping Trade and Transport, GREECE

Assoc. Prof. Dr. Ghiorghe BATRINCA

Constanta Maritime University, ROMANIA

Prof. Dr. Cengiz DENİZ

Istanbul Technical University, Maritime Faculty, TURKEY

Prof. Dr. Ersan BAŞAR

Karadeniz Technical University, Sürmene Faculty of Marine Sciences, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Feiza MEMET

Constanta Maritime University, ROMANIA

Dr. Angelica M. BAYLON

Maritime Academy of Asia and the Pacific, PHILIPPINES

Dr. Iraklis LAZAKIS

University of Strathclyde, Naval Arch. Ocean and Marine Engineering, UNITED KINGDOM

Assoc. Prof. Dr. Marcel·la Castells i SANABRA

Polytechnic University of Catalonia, Nautical Science and Engineering Department, SPAIN

Heikki KOIVISTO

Satakunta University of Applied Sciences, FINLAND

JEMS JOURNAL

MEMBERS OF ADVISORY BOARD:

Prof. Dr. Durmuş Ali DEVECİ

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, TURKEY

Prof. Dr. Mustafa ALTUNÇ

Girne University, Maritime Faculty, TRNC

Prof. Dr. Oğuz Salim SÖĞÜT

İstanbul Technical University, Maritime Faculty, TURKEY

Prof. Dr. Mehmet BİLGİN

İstanbul University, Faculty of Engineering, TURKEY

Prof. Dr. Muhammet BORAN

Karadeniz Technical University, Sürmene Faculty of Marine Sciences, TURKEY

Prof. Dr. Bahar TOKUR

Ordu University, Fatsa Faculty of Marine Sciences, TURKEY

Prof. Dr. Oral ERDOĞAN (President)

Piri Reis University, TURKEY

Prof. Dr. Temel ŞAHİN

Recep Tayyip Erdoğan University, Turgut Kıran Maritime School, TURKEY

Prof. Dr. Bahri ŞAHİN (President)

Yıldız Technical University, TURKEY

Prof. Dr. Irakli SHARABIDZE (President)

Batumi State Maritime Academy, GEORGIA

Prof. Dr. Güler BİLEN ALKAN (President)

Yalova University, TURKEY

JEMS SUBMISSION POLICY:

1. Submission of an article implies that the manuscript described has not been published previously in any journals or as a conference paper with DOI number.
2. Submissions should be original research papers about any maritime applications.
3. It will not be published elsewhere including electronic in the same form, in English, in Turkish or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.
4. Articles must be written in proper English language or Turkish language.
5. It is important that the submission file to be saved in the native format of the template of word processor used.
6. References of information must be provided.
7. Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text.
8. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.
9. JEMS operates the article evaluation process with "double blind" peer review policy. This means that the reviewers of the paper will not get to know the identity of the author(s), and the author(s) will not get to know the identity of the reviewer.
10. According to reviewers' reports, editor(s) will decide whether the submissions are eligible for publication.
11. Authors are liable for obeying the JEMS Submission Policy.
12. JEMS is published quarterly period (March, June, September, December).
13. JEMS does not charge any article submission or processing charges.

JEMS JOURNAL

CONTENTS

(ED)	Editorial	1
	<i>Selçuk NAS</i>	
(AR)	Fault Tree Analysis of Tanker Accidents during Loading and Unloading Operations at the Tanker Terminals.	3
	<i>Ömer ARSLAN, Yusuf ZORBA, Jelenko SVETAK</i>	
(AR)	Experimental Investigation of Friction Coefficient Between Piston Ring-Cylinder Liner of Internal Combustion Engines with Taguchi Method.	17
	<i>Ömer SAVAŞ, Hüseyin ELÇİÇEK, Zafer AYDIN</i>	
(AR)	Cost Efficiency and Emission Analysis of a Bulk Carrier Cranes Operation.	27
	<i>Veysi BAŞHAN, Mehmet ÇAKIR, Halil İbrahim SÖNMEZ</i>	
(AR)	Evaluation of Investment Impact on Port Efficiency: Berthing Time Difference as a Performance Indicator.	37
	<i>Bayram Bilge SAĞLAM, Abdullah AÇIK, Egemen ERTÜRK</i>	
(AR)	A Production Planning and Control Methodology Proposal for Shipyards.	47
	<i>Mustafa KAFALI, Yalçın ÜNSAN, Murat ÖZKÖK</i>	
(AR)	Social Media Usage Patterns in Port Industry: Implications for Port Promotion and Public Relations.	61
	<i>Aylin ÇALIŞKAN, Soner ESMER</i>	
(AR)	Roll Motion Stabilizing System Selection Criteria for Ships and Hybrid Fuzzy Ahp-Topsis Application.	75
	<i>Hakan DEMİREL</i>	
	Guide for Authors	I
	JEMS Ethics Statement	V
	Reviewer List of Volume 6 Issue 1 (2018)	IX
	Indexing	X

JEMS JOURNAL

İÇİNDEKİLER

(ED)	Editörden	2
	<i>Selçuk NAS</i>	
(AR)	Tanker Terminallerinde Yükleme ve Tahliye Operasyonları Sırasında Gemilerde Meydana Gelen Kazaların Hata Ağacı Yöntemi ile Analizi.	3
	<i>Ömer ARSLAN, Yusuf ZORBA, Jelenko SVETAK</i>	
(AR)	Taguchi Yaklaşımı ile İçten Yanmalı Motorlarda Segman-Silindir Gömleği Arasındaki Sürtünme Katsayısının Deneysel Olarak İncelenmesi.	17
	<i>Ömer SAVAŞ, Hüseyin ELÇİÇEK, Zafer AYDIN</i>	
(AR)	Bir Dökme Yük Gemisi Kreyn Operasyonunun Maliyet Etkinliği ve Emisyon Analizi.	27
	<i>Veysi BAŞHAN, Mehmet ÇAKIR, Halil İbrahim SÖNMEZ</i>	
(AR)	Yatırımların Liman Verimliliği Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi: Bir Performans Göstergesi Olarak Yanaşma Zaman Farkı.	37
	<i>Bayram Bilge SAĞLAM, Abdullah AÇIK, Egemen ERTÜRK</i>	
(AR)	Tersaneler için Bir Üretim Planlama ve Kontrol Metodoloji Önerisi.	47
	<i>Mustafa KAFALI, Yalçın ÜNSAN, Murat ÖZKÖK</i>	
(AR)	Limancılık Endüstrisinde Sosyal Medya Kullanım Modelleri: Liman Tanıtımı ve Halkla İlişkiler için Çıkarımlar.	61
	<i>Aylin ÇALIŞKAN, Soner ESMER</i>	
(AR)	Gemiler için Yalpa Dengeleyici Sistem Seçim Kriterleri ve Hibrit Bulanık Ahp-Topsis Uygulaması.	75
	<i>Hakan DEMİREL</i>	
	Yazarlara Açıklama	III
	JEMS Etik Beyanı	VII
	Cilt 6 Sayı 1 (2018) Hakem Listesi	IX
	Dizinleme Bilgisi	X



Journal of ETA Maritime Science

JEMS
JOURNAL

Editorial (ED)

We are pleased to introduce JEMS 6(1) to our valuable followers. There are valuable and endeavored studies in this issue of the journal. We hope that these studies will contribute to the maritime industry. I would like to express my gratitude to authors who sent their valuable studies for this issue, to our reviewers, to our editorial board, to our section editors, to our foreign language editors who provide quality publications by following our publication policies diligently and also to layout editors who spent great efforts in the preparation of this issue.

Editor
Prof. Dr. Selçuk NAS



Editörden (ED)

JEMS 6(1)'i değerli takipçilerimizin ilgisine sunmaktan mutluluk duyuyoruz. Dergimizin bu sayısında birbirinden değerli çalışmalar yer almaktadır. Dergimizde yer alan bu çalışmaların denizcilik endüstrisine katkı sağlamasını ümit ediyoruz. Bu sayı için değerli çalışmalarını gönderen yazarlarımıza, yayın politikalarımızı titiz bir şekilde takip ederek kaliteli yayınlar çıkmasına katkıda bulunan başta hakemlerimiz olmak üzere, bölüm editörlerimize, yabancı dil editörlerimize ve yayın kurulumuza, sayımızın yayına hazırlanmasında büyük emekleri olan mizanpaj editörlerimize teşekkürlerimi sunuyorum.

Editör
Prof. Dr. Selçuk NAS



Fault Tree Analysis of Tanker Accidents during Loading and Unloading Operations at the Tanker Terminals

Ömer ARSLAN¹, Yusuf ZORBA¹, Jelenko SVETAK²

¹Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, Turkey

²Van Ameyde Adriatik Ltd., Slovenia

omer.arslan@deu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-0623-6714

yusuf.zorba@deu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-5535-5971

jelenkosvetak@yahoo.com; ORCID ID: orcid.org/0000-0003-0140-6419

Abstract

One of the most important elements of maritime transportation which is a way of the world trade is the ships. Depending on their purpose, the vessels include many classifications, such as; commercial vessels, service vessels and war ships. Commercial vessels include tankers. Therefore, tankers that are an important point of trade have been developing together with technology. However, the measures taken by the developing technology and the regulations in the maritime sector made cannot reduce the sea accidents to zero. In this study, marine accidents occurred during loading and unloading operations at the tanker terminals were analyzed in terms of human factor and safety. Reports in between 2000 and 2014 of IMO (International Maritime Organization) GISIS (Global Integrated Shipping Information System), MAIB and Maritime Safety Authority of New Zealand and others were investigated. A total of 10 vessel accidents involving the appropriate data were analyzed and classified according to the results. Fault Tree Analysis (FTA) method was used to create the causes of accidents and the results have been tested with Monte Carlo Simulation. As a conclusion, failure to comply with operating procedures and lack of knowledge were found to be the most important factors.

Keywords: Tanker, Ship accident, Human Factor, Fault Tree Analysis.

Tanker Terminallerinde Yükleme ve Tahliye Operasyonları Sırasında Gemilerde Meydana Gelen Kazaların Hata Ağacı Yöntemi ile Analizi

Öz

Dünya ticaretinin karşılanmasında bir yol olan deniz yolu taşımacılığının en önemli unsurlarından biri de gemilerdir. Gemiler kullanım alanlarına göre ticaret gemileri, servis gemileri ve savaş gemileri gibi birçok sınıfa ayrılır. Tanker gemileri ticari gemiler kısmında yer almaktadır. Dolayısıyla ticaretin önemli bir noktası olan tanker gemileri teknolojiyle birlikte daha da gelişmektedir. Ancak gelişen teknoloji ve yapılan düzenlemelerle alınan önlemler deniz kazalarını sıfıra indirememektedir. Bu çalışmada tanker terminallerinde yükleme ve boşaltma operasyonları sırasında gemilerde meydana gelen kazalar insan faktörü ve emniyet bakımından incelenmiştir. Çalışma kapsamında Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) Küresel Bütünleşik Deniz Taşımacılığı Bilgi Sistemi (GISIS), MAIB ve Maritime Safety Authority of New Zealand gibi kuruluşlar tarafından 2000-2014 yılları arasında yayınlanmış raporlar incelenmiştir. Uygun veriler içeren toplam 10 gemi kazası, sonuçlarına göre sınıflandırılmış ve irdelenmiştir. Kaza nedenlerinin oluşturulmasında

To cite this article: Arslan, Ö., Zorba, Y. and Svetak, J. (2018). Fault tree analysis of tanker accidents during loading and unloading operations at the tanker terminals. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(1), 3-16.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.29981>

Hata Ağacı Analizi (FTA - Fault Tree Analysis) yöntemi kullanılmış ve sonuçlar Monte Carlo Simülasyonu ile sınanmıştır. Sonuç olarak prosedüre uymama ve bilgi eksikliği en önemli etmenler olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tanker Gemileri, Deniz Kazası, İnsan Hatası, Hata Ağacı Analizi.

1. Introduction

The transportation is defined as the appropriate and economical displacement of persons and goods to benefit [1, 2]. These motions are provided by rail transport, road transport, sea and inland water transport, air transport, pipeline transport and wired transport systems (Özer, 2010 as cited from Kişi) [2]. One of the items of maritime transport is the ships. There are many classifications for ships and these classifications include merchant vessels. Tanker ships are one type of that class. SOLAS Chapter I Reg 2 defines a tanker as “a cargo ship constructed or adapted for the carriage in bulk of liquid cargoes of an inflammable nature” [3].

Based on The Review of Maritime Transport 2016 published by UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) covers data and events from January 2015 until June 2016, falling short of expectations and below the pre-financial crisis levels, growth in world GDP expanded by 2.5 per cent in 2015, the same rate as in 2014. Global merchandise trade by volume (that is, trade in value terms, adjusted to account for inflation and exchange rate movements) increased by 1.4 per cent in 2015, down from 2.3 per cent in 2014. The volume of maritime transport that the backbone of globalization and lies at the heart of cross-border transport networks that support supply chains and enable international trade has exceeded 10 billion tons. About 3 billion tons of this total belongs to oil and gas products. On the other hand, the world fleet grew by 3.5 per cent in the 12 months to 1 January 2016. This is the lowest growth rate since 2003, yet still higher than the 2.1 per cent growth in demand [4]. There are many reasons for this growth in trade volume. These can be

technological, economic and sociocultural causes. While the gross tonnage of the maritime trade fleet was around 80 million tons in 1950, it reached 883 million tons in 2009[5] and this figure reached about 1,8 billion tons in 2016 [4]. The increase in the ship's fleet between 1950 and 1978 also led to an increase in the number of marine accidents. After IMO (International Maritime Organization) put into force regulations such as SOLAS (International Convention for The Safety of Life at Sea) and MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships), the number of marine accidents decreased. The sum of sea accidents shows a decrease in the long-term, nevertheless it also increases visibly at certain times [5].

There are many reasons for sea accidents. However, the most common cause is the human. The terms of human factor, human element and human error are used for this expression. In the literature, these three terms are used without any difference. But they have different meanings in different uses [6]. Considering the difficulties encountered in the field of human factors in maritime industry, problems such as fatigue, inadequate communication, inadequate general knowledge of own ship systems, poor design automation, decisions based on inadequate information, faulty standards/policies or practices, poor maintenance and dangerous natural environment draw attention (Pazara et al., 2008 as cited in Huey, D., 1993) [7].

The second one, Human element is defined as a structure formed by people factor, organization on board, working and living conditions, ship factors, shore-side management, external influences and environmental influences. Human error which is the last one, is described

as; departure from acceptable or desirable practice on part of an individual or group of individuals that can result in unacceptable or undesirable results [8].

2. Method and Literature

Tankers transport annually more than 200 million tons of chemicals. The number of ships carrying hazardous noxious substance cargoes is growing steadily, therefore the risk of tanker accidents is increasing [4] [19]. To identify increasing tanker accident risks and their consequences, a systematic approach must be undertaken. By this way, tanker accident risks can be minimized by appropriate safety measures [20]. There are many techniques for risk analysis. One of them is Fault Tree Analysis.

The Fault Tree is a technique that can be used both for a qualitative and a quantitative analysis. Qualitatively it is used to identify the individual scenarios that lead to the top event, while quantitatively it is used to estimate the frequency of that event. The basic elements of a Fault Tree may be classed as the top event, primary events, intermediate events and logic gates [10]. A simple fault tree is shown in Figure 1. In this figure, "D output" is illustrated as a top event. "A" is illustrated as a primary event. "B or C Fails" is illustrated as an intermediate event. If all of the input faults happen, "And gate" is used between inputs and output. If least one of the input faults happens, "Or Gate" is used between inputs and output [14, 15].

The aim of fault tree analysis is to determine the possible combinations of reasons that may give rise to some undesired events called top events. A fault tree consists of various levels of event connected in such a way that each event, at a given level, is a results of events at the level just below, through several logical gates. Events may be equipment failures, human errors, software errors, etc. that are likely to cause an undesired outcome [9].

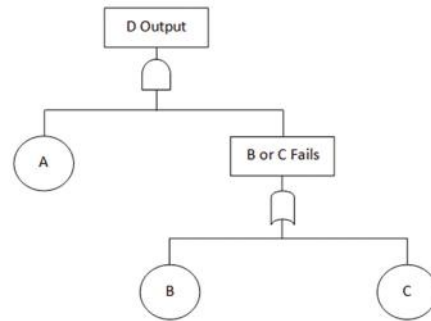


Figure 1. Simple Fault Tree [14, 15]

Fault tree analysis, which has been used many times since 1960s when it was developed, proceeds from known effects to investigate unknown causes. In this period, a quantitative assessment could not available at any time. At that time, it has need for probabilities bound up with primary event and it is not possible to associate probabilities with some failure modes in fault trees program [9].

To calculate probabilities with failure mode, Computer-aided Open FTA can be used. This program includes Monte Carlo Simulation. Monte Carlo Simulation is a modeling technique that enables to monitor under different conditions' real system behaviors on a computer model by carrying the cause and effect relationships to the computer [20].

The advantages and disadvantages of Monte Carlo Simulation are described below [21, 22, 23]:

a) Advantages

- It can be applied to all kind of distributions.
- The simulation model can include any complex portfolios.
- The model is fit to data only once. This can be a great advantage when using models that take long time to converge.
- It can be used in situations where bootstrapping is not feasible

b) Disadvantages

- This simulation is very complex and highly depending on abilities of large amount of computations.

- Some situations are not included in the distribution.

Some studies using this method for maritime transportation are given below. One of these is "Fault Tree Models of Accident Scenarios of RoPax" which was written by Antao and Soares in 2006 [10]. The accidents of RoPax vessels are evaluated using the Fault Tree Analysis method and the importance of root causes are revealed. In this study, fault trees belonging to the collision accidents are shown.

Another study is a paper entitled "Fault Tree Analysis as a Tool for Modeling the Marine Main Engine Reliability Structure" which was written by Laskowski [12] in 2015. In the study, Fault Tree Analysis allows detailed study of the working principles of the system during design, operation and accident investigations, and is indicated that this analysis method is useful for marine engineering applications. It is presented in the form of creating the system model with the Fault Tree Analysis application. The reliability structure of the tested machine is modeled using Reliability Block Diagrams as well as Fault Tree Analysis.

Another study is a paper entitled "Marine Accident Analysis for Collision and Grounding in Oil Tanker Using FTA method" which was written by Uğurlu et al. [18] in 2015. The collision and grounding accidents of oil tanker are evaluated using Fault Tree Analysis method. According to the study's results, the main reason for the accidents originating from human error is as follows: for collision accidents, Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG) violation and the lack of communication between vessels; and for grounding accidents, the interpretation failure of the officer on watch and lack of communication in the bridge resource management.

Another study is a paper entitled "Assessment of Navigational Safety in Vessel Traffic in an Open Area" which was written

by Pietrzykowski [13] in 2017. In the study, an algorithm has been demonstrated for the ascertain of vessel collision probability in an open area by fault tree analysis and event tree analysis. It is stated that the ships which encounter will collide if the mistakes happen on both ships. Namely, if both ships make mistake of deviating from collision course, ship collision will happen. For error of collision course deviation, there are two possibilities. First situation happens when error of collision situation identification and no error detected are occurred together. Second situation happens when error of preventive maneuver performance and no error detected when occur together. Both situations are shown by fault tree in the study.

The purpose of this paper is to investigate the accidents occurred during loading and unloading operations on the tankers in terms of human factor and safety. The reports of accidents were collected from the database of MAIB (Marine Accident Investigation Branch), Isle of Man Marine Administration Oaseirys Lhuingys, The Government of Hong Kong Special Administrative Region Marine Department, Marine Safety Investigation Unit Malta Transport Centre, Brazilian Navy Directorate of Ports and Coasts, Maritime Safety Authority of New Zealand and GISIS (Global Integrated Shipping Information System).

In this study, accidents occurred in the vessels located at the tanker terminals were taken into account between 2000 and 2014. A total of 19 accident reports were reached. These accidents were also examined in terms of the results, the location of the accident and the occurrence of the accident and the sufficient data during loading and unloading periods. As a result of that, 10 of 19 ship accidents were evaluated and analyzed within the sample. Nine other ship accidents were excluded.

The following Figure 2 that is a flow chart was followed in the study.

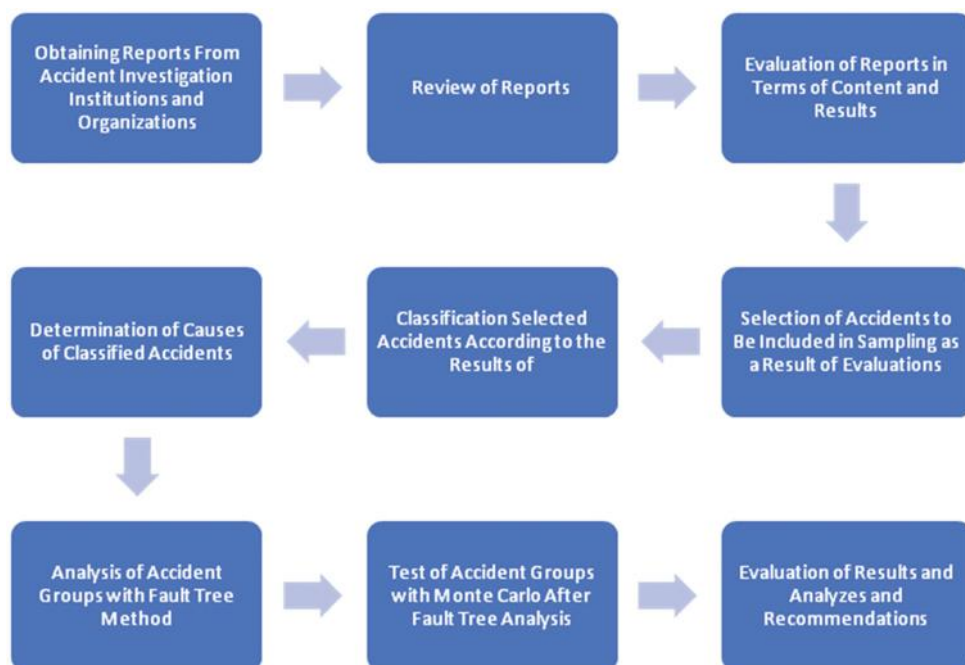


Figure 2. Flow Chart of the Study

3. Findings and Analysis

In this study which is about human factor and safety of the accidents occurred during loading and unloading operations on the ships, there are 4 type of accident results. There are 5 fire/explosion accidents, 2 marine pollution accidents, 2 gas poisoning/asphyxia accidents and 1 personal injury accident due to sudden fluid

flow. The root causes and repetitions of root causes for these accidents are numbered. The sum of the root causes obtained for these events is found as 43 items and the sum of frequencies of these root causes is found as 58.

The total contribution and probability values for these root causes were calculated by using the following formulas [16, 17]:

$$\text{Total Contribution of Accident Cause} = 1/(\text{Root cause number}) (\text{ship accident 1}) + 1/(\text{Root cause number}) (\text{ship accident 2}) + \dots + 1/(\text{Root cause number}) (\text{ship accident n})$$

For example:

Disobey to Warning Procedure

$$= 1/5 \text{ Ship accident x} + 1/5 \text{ Ship accident y} + 1/6 \text{ ship accident z} = 0.566666667$$

$$\text{Probability Value of Accident Cause} = \frac{(\text{Total Contribution of Accident Cause})}{(\text{Ship number} * \text{Total year})}$$

For example:

$$\begin{aligned} \text{Probability Value of Disobey to Warning Procedure} \\ &= 0.566666667 / (10 * 13,71) \\ &= 0.004133236 \end{aligned}$$

All the obtained data concerning root causes are shown in Table 1.

Table 1. Accident Causes and Frequency of Their Occurrence

No	Accident Causes	Frequency	Total Contribution	Probability
1	Bad Weather and Sea Conditions	2	0.366666667	0.002674447
2	Cargo Vapor / Poisonous Gas / Toxic Substance	4	0.692857143	0.005053663
3	Technical Equipment Malfunction	3	0.533333333	0.003890105
4	Oxygen Deficiency	1	0.25	0.001823487
5	Miscommunication	1	0.166666667	0.001215658
6	Risk Assessment Deficiency	4	0.733333333	0.005348894
7	Lack of Knowledge About Equipment Usage	1	0.1	0.000729395
8	Crew's Lack of Knowledge About Cargo	3	0.55	0.00401167
9	Company Staff's Lack of Knowledge About Cargo	1	0.2	0.001458789
10	Terminal Staff's Lack of Knowledge About Cargo	1	0.1	0.000729395
11	Surveyor's Lack of Knowledge About Cargo	1	0.142857143	0.001041992
12	Surveyor's Lack of Knowledge of Foreign Language	1	0.142857143	0.001041992
13	Crew's Lack of Information About Own Ship	1	0.1	0.000729395
14	Crew's Lack of Experience About Cargo	1	0.1	0.000729395
15	Lack of Experience About Used Material	1	0.166666667	0.001215658
16	Lack of Experience About Equipment Usage	1	0.1	0.000729395
17	Deficiency of Alarm System About Accident Cause	1	0.166666667	0.001215658
18	Disobey to Terminal Emergency Procedure	1	0.1	0.000729395
19	Disobey to ISPS Procedure	1	0.142857143	0.001041992
20	Disobey to Enclosed Space Entry Procedure	1	0.25	0.001823487
21	Disobey to Loading/Discharging Plan Procedure	1	0.166666667	0.001215658
22	Disobey to Sampling Procedure	2	0.392857143	0.002865479
23	Not Taking Required Safety Precautions for the Environment	1	0.2	0.001458789
24	Disobey to Warning Procedure	3	0.566666667	0.004133236
25	Disobey to Standing Orders Procedure	1	0.166666667	0.001215658
26	Disobey to Tank Cleaning Procedure	1	0.1	0.000729395
27	Disobey to Working Hours Procedure	1	0.166666667	0.001215658
28	Not Wearing Proper Personal Protective Equipment	1	0.2	0.001458789
29	Not Controlling Material Used in Port Operations	1	0.166666667	0.001215658
30	Sloppy Approach to Stowage Plan	1	0.1	0.000729395
31	Deficiency of Procedure About Accident Cause	1	0.2	0.001458789
32	Fatigue	2	0.366666667	0.002674447
33	Absence of Work Plan	1	0.2	0.001458789
34	Wrong Material Usage	1	0.142857143	0.001041992
35	Material Usage In Wrong Time	1	0.142857143	0.001041992
36	Corrosion in Cargo Pump	1	0.25	0.001823487

./..

Table 1. Accident Causes and Frequency of Their Occurrence (Cont')

No	Accident Causes	Frequency	Total Contribution	Probability
37	Foreign Objects in the Load Pump	1	0.25	0.001823487
38	Damage or Temporary Solutions of Load Pump	1	0.25	0.001823487
39	Reluctance to Work	1	0.166666667	0.001215658
40	Relation between Inferior and Superior	1	0.166666667	0.001215658
41	Usage of Non-Ex-Proof Material	1	0.166666667	0.001215658
42	Deficiency of Concentration	1	0.2	0.001458789
43	Deficiency of Situational Awareness	1	0.166666667	0.001215658
	Total	58	10	0.072939468

All causes and values of accidents are shown in Table 1. Three major accident results were examined and FTA of fire/explosion is shown in Figure 3; FTA of marine pollution is shown in Figure 4 and FTA of gas poisoning/asphyxia is shown in Figure 5.

Each accident analysis is evaluated within itself according to the results. After that all of them were tested with the Monte Carlo Simulation in the OpenFTA program. According to this, 23 root causes for explosion/fire accidents occurred, 10 root causes for sea pollution accidents occurred, and 13 root causes for gas poisoning or asphyxia occurred.

A variety of cut sets and probability values are obtained for the fault trees generated from the 3 accident types evaluated. Probability values and 22 minimum cut sets from 23 initial events were obtained for explosion/fire accidents. The most probable value of this minimum cut set is for Cargo Vapor/Poisonous Gas/Toxic Substance and Risk Assessment Deficiency. Probability values and 10 minimum cut sets from 16 initial events were obtained for marine pollution. The most probable value of this minimum cut set is for Disobey to Warning Procedure and Technical Equipment Malfunction. Probability values and 13 minimum cut sets from 22 initial events were obtained for gas

poisoning/asphyxia. The most probable value of this minimum cut set is for Cargo Vapor/Poisonous Gas/Toxic Substance and Crew's Lack of Experience about Cargo.

All of three types of accidents were tested with Monte Carlo Simulation using Open FTA program. Contribution ratios and importance levels for each root cause were obtained.

17 failure modes from 23 initial events were found for explosion / fire accidents. Sum of failure number for these failure modes is 40. The values for these data are given in Table 2. KS-2 which is named as Cargo Vapor/Poisonous Gas/Toxic Substance has the most important and the biggest contribution.

10 failure modes from 16 initial events were found for marine pollution. Sum of failure number for these failure modes is 43. The values for these data are given in Table 3. KS-3 which is named as Technical Equipment Malfunction has the most important and the biggest contribution.

13 failure modes from 13 initial events were found for gas poisoning/asphyxia. Sum of failure number for these failure modes is 40. The values for these data are given in Table 4. KS-2 which is named as Cargo Vapor/Poisonous Gas/Toxic Substance has the most important and the biggest contribution.

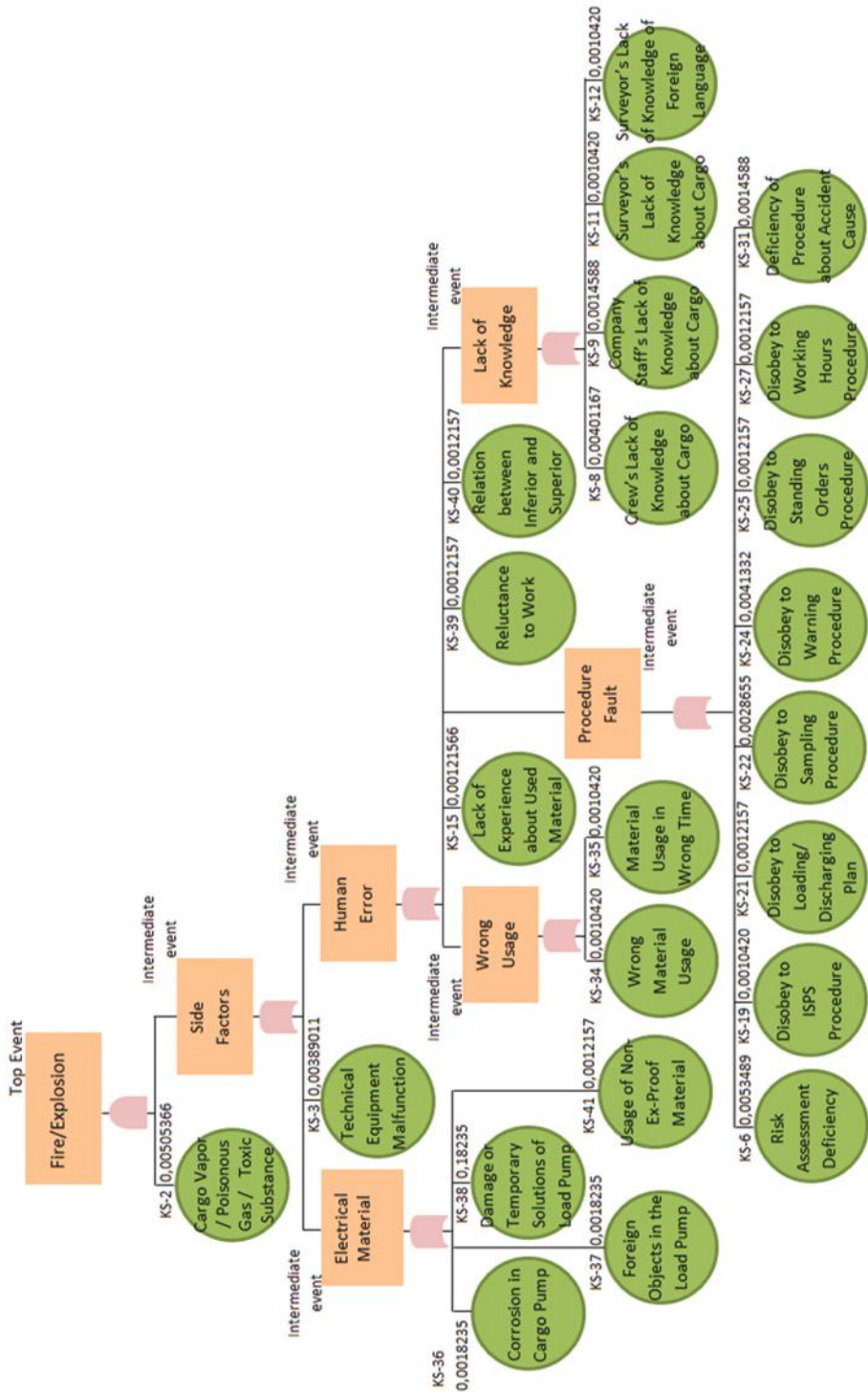


Figure 3. Fault Tree for Fire/Explosion

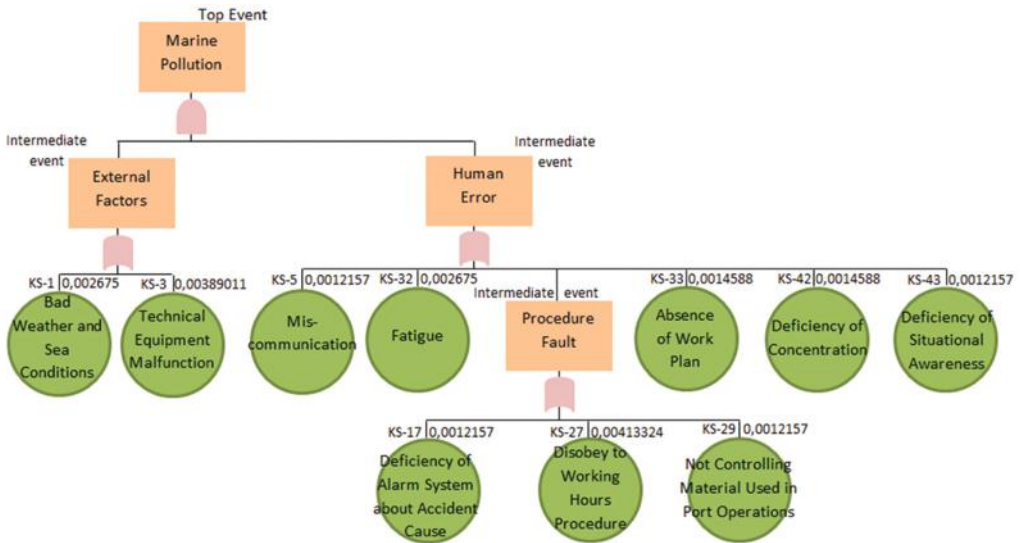


Figure 4. Fault Tree for Marine Pollution

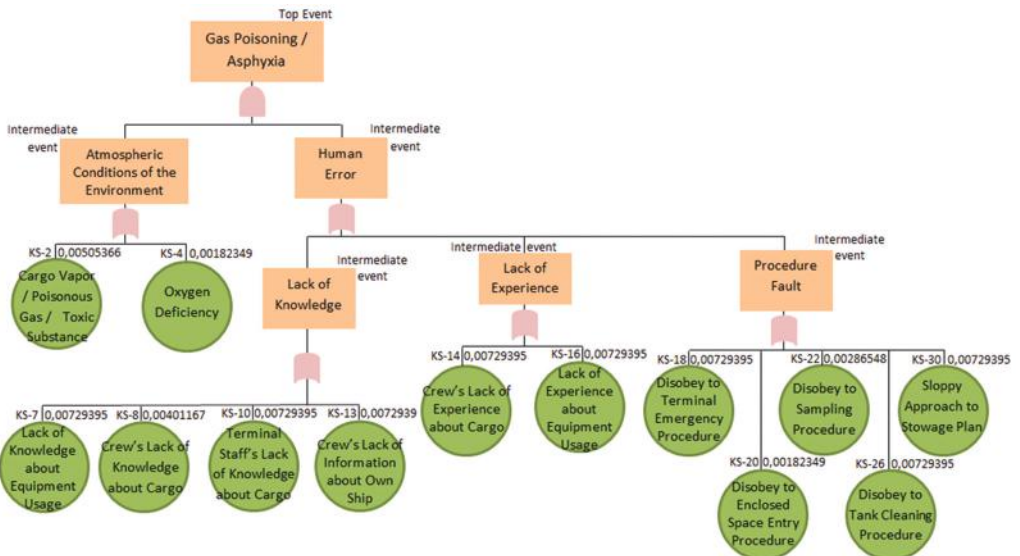


Figure 5. Fault Tree for Gas Poisoning/Asphyxia

Table 2. Monte Carlo Simulation Initial Event Contribution Rates for Explosion / Fire Accidents

No	Initial Event	Failure Contribution	Importance Level	Percentage Rate
1	KS-2	0.0001854863	100.0	50.00
2	KS-24	0.0000231858	12.5	6.25
3	KS-19	0.0000185486	10.0	5.00
4	KS-3	0.0000185486	10.0	5.00
5	KS-8	0.0000185486	10.0	5.00
6	KS-38	0.0000139115	7.5	3.75
7	KS-6	0.0000139115	7.5	3.75
8	KS-12	0.0000092743	5.0	2.50
9	KS-15	0.0000092743	5.0	2.50
10	KS-22	0.0000092743	5.0	2.50
11	KS-27	0.0000092743	5.0	2.50
12	KS-31	0.0000092743	5.0	2.50
13	KS-37	0.0000092743	5.0	2.50
14	KS-21	0.0000046372	2.5	1.25
15	KS-34	0.0000046372	2.5	1.25
16	KS-39	0.0000046372	2.5	1.25
17	KS-41	0.0000046372	2.5	1.25
18	KS-9	0.0000046372	2.5	1.25
19	KS-11	0.0000000000	0.0	0.00
20	KS-25	0.0000000000	0.0	0.00
21	KS-35	0.0000000000	0.0	0.00
22	KS-36	0.0000000000	0.0	0.00
23	KS-40	0.0000000000	0.0	0.00

Table 3. Monte Carlo Simulation Initial Event Contribution Rates for Marine Pollution

No	Initial Event	Failure Contribution	Importance Level	Percentage Rate
1	KS-3	0.0000607785	67.44	32.27
2	KS-24	0.0000398204	44.19	21.14
3	KS-1	0.0000335298	37.21	17.8
4	KS-32	0.0000125749	13.95	6.67
5	KS-33	0.0000104791	11.63	5.56
6	KS-42	0.0000083832	9.3	4.45
7	KS-43	0.0000083832	9.3	4.45
8	KS-17	0.0000062874	6.98	3.34
9	KS-5	0.0000062874	6.98	3.34
10	KS-29	0.0000020958	2.33	1.11

Table 4. Monte Carlo Simulation Initial Event Contribution Rates for Gas Poisoning/Asphyxia

No	Initial Event	Failure Contribution	Importance Level	Percentage Rate
1	KS-2	0.0000763745	90.0	43.902
2	KS-8	0.0000339442	40.0	19.512
3	KS-22	0.0000190936	22.5	10.976
4	KS-20	0.0000127291	15.0	7.317
5	KS-4	0.0000106076	12.5	6.098
6	KS-14	0.0000042430	5.0	2.439
7	KS-16	0.0000042430	5.0	2.439
8	KS-26	0.0000042430	5.0	2.439
9	KS-7	0.0000042430	5.0	2.439
10	KS-18	0.0000021215	2.5	1.220
11	KS-30	0.0000021215	2.5	1.220
12	KS-10	0.0000000000	0.0	0.000
13	KS-13	0.0000000000	0.0	0.000

4. Discussion and Limitations

In this study, reports in between 2000 and 2014 of IMO (International Maritime Organization) GISIS (Global Integrated Shipping Information System), MAIB and Maritime Safety Authority of New Zealand and others were investigated. But the study was limited due to the insufficient and incomplete data in the reports published by these organizations and other reviewed organizations. Therefore, this is the main limitation of this research work. In addition, collecting data from legal sources and filtering the issues with comprehensive precision results in a small number of comprehensive analyses of accident events. This is another limitation because study requires a larger sampling.

In this research, a total of 10 vessel accidents involving the appropriate data were analyzed and classified according to the results. There are 4 type of accident results. There are 5 fire/explosion accidents, 2 marine pollution accidents, 2 gas poisoning/asphyxia accidents and 1 personal injury accident due to sudden fluid flow. The most important and the biggest contribution to occurrence of human error

in these types of accidents are negligence of rules, lack of information, poor training and fatigue. These results in the study are similar to the previous studies. In the study about of human error in marine incidents conducted by Mokhtari and Khodadadi Didani in 2013 [11], 1816 accidents were investigated and 17 factors are known to be effective in occurrence of human error in these accidents. The four most important factors of them are listed as follows negligence, poor training, inadequate tools, and lack of skill and experience. Another similar study of human error was written by Antao and Soares in 2006 [10]. This study about collision of ro-ro vessels for cargo and passengers shows that human factor is the dominant factors towards the accidental event. This contribution is a change of almost 90% in the probability of the occurrence of these terminal events for groundings and collisions. Another study about human error was written by Uğurlu et al. [18] in 2015. According to the results of study on collision and grounding in oil tanker, the main reason for the accidents originating from human error is as follows: for collision accidents, Convention on the

International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG) violation and the lack of communication between vessels; and for grounding accidents, the interpretation failure of the officer on watch and lack of communication in the bridge resource management.

5. Conclusion

Some of examinations of the reports of the accidents that occurred during the loading and unloading operations at the tanker terminals are listed below:

- 10 ship accident reports were examined in detailed. 4 of Malta, 2 of Norway, 1 of Hong Kong, Chile and Man Island are flagged. 1 flag of ship is not specified.
- When the root causes of the accidents were handled one by one, the root causes with the greatest number which had the same number of repetitions are Risk Assessment Deficiency and Cargo Vapor / Poisonous Gas / Toxic Substance.

It is seen that causes of the accidents occurred in the vessels at the tanker terminals are human errors which is the most important factor and other factors. At the end of this work, some suggestions for reducing the number of similar incidents on ships at tanker terminals are listed below:

- To increase awareness of human factor on ship accidents, scientific studies should be increased and supported by the elements in the industry such as companies and institutions. At this stage, the idea that the accidents will create a bad image for the companies should be torn down and it should be reminded that each accident is a preventive element in future accidents.
- Standardization should be established on the reporting of accidents so that sea accidents can be assessed correctly and their re-occurrence can be avoided.

Under these standards, information about ships and accident should be provided; accidents should be analyzed by appropriate analysis methods; possible root causes of the accidents and their preventive activities should be defined.

- In the case of work intensity, a correct work plan should be made. This should be done considering the level of importance of the work, the size of the job and other circumstances.
- To provide and enhance the knowledge and experience of the seafarers about the system, the necessary formations should be provided. For this, the units in the sector should work together. Education departments or schools should establish training programs on these topics and increasing experience of the seafarers by necessary simulations must be aimed.

References

- [1] Kaya, E. (2012). Ulaştırma Kavramı ve Önemi. Ulaştırma Sistemleri (e-Kitap) (ss.2-23). Anadolu Üniversitesi. Eskişehir. <http://www.nevoku.com/ulastirma-sistemleri-e-kitap--ulastirma-sistemleri/viewdeck/0e109d66-dc34-43a2-905b-66f04acdfb25>, (Accessed 11.06.2016).
- [2] Özer, D. (2010). Türkiye’de Deniz Ulaştırma Politikaları Oluşturma Süreci ve Stratejik Analizler. (Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [3] IMO (International Maritime Organization). (2002). SOLAS (International Convention for The Safety of Life at Sea), pp. 25
- [4] UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). (2016). Review of Maritime Transport 2016. United Nations Publications.
- [5] Bulut, E. and Yoshida, S. (2015). Are

- Marine Accident Really Accident? Fallacy of Random Marine Accidents in Dry Cargo Fleet. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 31(2): 217-229.
- [6] Zhengjiang, L. (2001). Identifying and Reducing The Involvement of Human Element in Collisions At Sea. (Master of Science). Malmo: World Maritime University.
- [7] Hanzu-Pazara, H., Barsan, E., Arsenie, P., Chitoroiu, L. ve Raicu, G. (2008). Reducing of Maritime Accidents Caused by Human Factors Using Simulators in Training Process. *Journal of Maritime Research*. 5(1): 3-18.
- [8] IMO (International Maritime Organization). (2000). Resolution A.884(21) Amendments to The Code for The Investigation of Marine Casualties and Incidents (Resolution A.849(20)).
- [9] Mauri, G. (2000). Integrating Safety Analysis Techniques, Supporting Identification of Common Cause Failures. İngiltere: The University of York Department of Computer Science.
- [10] Antao, P. and Soares C.G. (2006). Fault-tree Models of Accident Scenarios of RoPax Vessels. *International Journal of Automation and Computing* 2. 107-116.
- [11] Mokhtari, A. H. and Khodadadi Didani, H. R. (2013). An Empirical Survey on the Role of Human Error in Marine Incidents. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 7(3): 363-367.
- [12] Laskowski, R. (2015). Fault Tree Analysis As A Tool For Modelling The Marine MainEngine Reliability Structure. *Scientific Journal of the Maritime University of Szczecin*.
- [13] Pietrzykowski, Z. (2017). Assessment of Navigational Safety in Vessel Traffic in an Open Area. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*.
- [14] Vesely, W. E and Roberts, N. H. (1981). *Fault Tree Handbook*. United States Nuclear Regulatory Commission.
- [15] Stamatelaos, M., Vesely, W., Dugan, J., Fragola, J., Minarick, J. and Railsback, J. (2002). *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. NASA (National Aeronautics and Space Administration).
- [16] Uğurlu, Ö. (2011). Petrol Tankerlerinde Meydana Gelen Deniz Kazalarının Risk Analizi. (Doktora Tezi). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [17] Yıldırım, U. (2012). Konteyner Gemilerinin Karaya Oturma Kazalarında İnsan Faktörü Analizi. (Yüksek Lisans Tezi). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [18] Uğurlu, Ö., Köse E., Yıldırım, U. and Yüksek yıldız E. (2015). Marine Accident Analysis for Collision and Grounding in Oil Tanker Using FTA Method. *Maritime Policy and Management*. 42(2): 163-185.
- [19] IMO (International Maritime Organization). (2016). Address of the Secretary-General at the Opening of the 103rd Session of the Legal Committee. 8 June. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/SecretaryGeneral/SecretaryGeneralsSpeechesToMeetings/Pages/LEG-103-opening.aspx>. (Accessed 29 November 2017).
- [20] Murphy, C. A. and Perera T. D. (2001). The Definition and Potential of Simulation Within an Aerospace Company, Winter Simulation Conference. 829-837.
- [21] Zhao, Y. (2013). High Performance Monte Carlo Computation for Finance Risk Data Analysis (A thesis

- submitted for Degree of Doctor of Philosophy). Brunel University School of Engineering and Design.
- [22] Liu, J. S. (2001). Monte Carlo Strategies in Scientific Computing. New York. Springer-Verlag.
- [23] Preacher, K. J. and Selig, J. S. (2012). Advantages of Monte Carlo Confidence Intervals for Indirect Effects. *Communication Methods and Measures*. 6: 77-98.



Taguchi Yaklaşımı ile İçten Yanmalı Motorlarda Segman-Silindir Gömleği Arasındaki Sürtünme Katsayısının Deneysel Olarak İncelenmesi

Ömer SAVAŞ¹, Hüseyin ELÇİÇEK², Zafer AYDIN¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Türkiye

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye

osavas@yildiz.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0001-7454-1457

helcicek@yildiz.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0003-1064-6668

zaydin@yildiz.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-0336-1560

Öz

Yapılan çalışmada, içten yanmalı motorlarda yağlayıcı tipi, kirleticisi, kirleticisi oranı, yük, devir ve sıcaklık parametrelerinin segman-silindir gömleği çifti arasındaki sürtünme katsayısı üzerine etkileri incelenmiştir. Silindir gömleği yüzey durumu iki seviyeli olarak, diğer parametreler ise üç seviyeli olarak seçilmiştir. Deneylerde içten yanmalı dizel motor segman-silindir gömleği mekanizmasına benzer deney düzeneği kullanılmıştır. Sürtünme katsayısı ölçümleri üç eksenli bir kuvvet sensörü yardımıyla yapılmıştır.

Çalışmada L_{18} ortogonal Taguchi istatistiksel yöntemi kullanılmıştır. Tüm varyasyonlar dikkate alındığında 8748 deney yapılması gerekirken, deney sayısı Taguchi yöntemi ile 18'e düşürülmüştür. Taguchi yönteminin yanı sıra parametrelerin etkinliklerini belirleyebilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda segman-silindir gömleği arasında yağlayıcıya yakıt karışımının sürtünme katsayısı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İçten Yanmalı Motorlar, Deniz Yağları, Segman-Gömlek Çifti, Taguchi Metodu.

Experimental Investigation of Friction Coefficient Between Piston Ring-Cylinder Liner of Internal Combustion Engines with Taguchi Method

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of various parameter on friction coefficient between piston ring and cylinder liners in an internal combustion engine. Fuel contamination type, fuel contamination ratio, load, cycle speed and temperature parameters are chosen as three levels; cylinder shell surface condition parameter is two levels. A tribotester device is manufactured for purpose of examining friction coefficient between piston ring and cylinder liner. Friction coefficients were measured by a three-axis force sensor.

Taguchi (L_{18}) orthogonal array was used to obtain the best combination of working parameters for the most efficient reduction of friction coefficient. Numbers of experiments were reduced from 8748 to 18 by using the Taguchi method. In addition, the analysis of variance was performed to determine the effect of each parameter. Experimental results showed that mixed fuel oil into the lubricating system have been found as a significant effect on friction behavior.

Keywords: Internal Combustion Engine, Friction Coefficient, Marine Lubricant, Piston Ring-Cylinder Liner Pair, Taguchi Method.

To cite this article: Savaş, Ö., Elçiçek, H. ve Aydın, Z. (2018). Taguchi yaklaşımı ile içten yanmalı motorlarda segman-silindir gömleği arasındaki sürtünme katsayısının deneysel olarak incelenmesi. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(1), 17-25.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.98852>

1. Giriş

İçten yanmalı motorlarda sürtünme kayıpları, toplam kayıpların yaklaşık olarak % 20'sini oluşturmaktadır. Segman-silindir gömleği arasında oluşan sürtünme kayıpları ise bu kayıpların önemli bir oranını içerir [1, 2]. Piston grubu üzerinde yapılan çalışmalarda segman-gömlek arasında gelişen sürtünme kayıplarını minimize etmek motorlarda maksimum performans, maksimum yakıt tasarrufu ve minimum egzoz gazı salınımı sağladığını göstermektedir. Segman-gömlek arasında oluşan sürtünmeyi en aza indirmek uygun yağlayıcı seçimi ve çalışma şartlarında yağlama özelliklerini korumasıyla mümkündür [3].

Malzemelerin birbiri ile teması sonucunda genel olarak; kuru, sıvı ve sınır sürtünmesi olmak üzere üç farklı sürtünme şekli görülmektedir. Kuru sürtünme iki kuru yüzeyin teması sonucunda oluşmaktadır. Temas eden yüzeylerin bir sıvı tarafından ayrılması sonucu oluşan sürtünme, sıvı (hidrodinamik) sürtünme olarak tanımlanır. Bu sürtünme mekanizmasında iki yüzey arasında bir kaygan yağ filmi oluşur ve parçalar birbirine temas etmeden bu yağ filmi üzerinde hareket eder. Sıvı sürtünmenin yetersiz kaldığı veya yağ filminin bozulduğu durum ise sınır sürtünme olarak isimlendirilir. Çalışma şartlarına bağlı olarak kullanılan yağın özelliklerini kaybetmesi, yük, devir ve sıcaklıktaki istenmeyen koşullardan dolayı yağ filmi kalınlığı azalır. Yağ filminin incilmesi sonucunda, yağ filmi bazı noktalardan parçalanarak kuru sürtünmeye sebep olur ve aşınmayı hızlandırır. Yapılan birçok çalışmada hidrodinamik yağlamanın, kuru yağlamaya göre aşınma ve sürtünme kuvvetleri bakımından daha iyi olduğunu göstermiştir [4, 5].

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Kapsız ve ark. L16ortogonal Taguchi deneysel tasarım yöntemi ile devir, yük ve yağlayıcı tipinin

sürtünme karakteristiği üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda sürtünme karakteristiği üzerine en önemli parametrenin devir olduğu belirlenmiştir [6]. Chaudhari ve Sutaria tarafından yapılan çalışmada devir, yağ viskozitesi ve yükün değişimi ile sürtünme kayıpları incelenmiştir. Çalışmalar 60 N sabit yük altında ve 300-1500 d/dak aralığında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel çalışmalar sonucunda, devir sayısının artması ile sürtünme katsayısının azaldığı gözlemlenmiştir [7]. Grabonve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise honlama açılarının değişiminin tribolojik özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, honlama açısının artması ile birlikte sürtünme direncinin arttığı görülmüştür [8].

Yapılan bu çalışmada gemi dizel motorlarında segman-silindir gömleği arasında sürtünme katsayısına etki eden faktörlerin araştırılması amaçlanmıştır. Deneysel içten yanmalı motor düzeneğine benzer bir aşınma test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Deneysel gemi dizel motorlarında kullanılan yağlama yağları ve yağ-yakıt karışımının sürtünme katsayısına etkisi farklı yük, devir ve sıcaklık faktörleri göz önünde bulundurularak Taguchi deneysel yaklaşımı ile araştırılmıştır.

2. Deneysel Çalışmalar

Deneysel içten yanmalı dizel motorları segman-silindir gömleği sistemine benzer, lineer gelgit hareketi yapan aşınma cihazı üzerinde yapılmıştır. Sistemde lineer hareket krank mekanizması ile 0,75 kW gücüne sahip elektrik motoru yardımıyla sağlanmıştır. Deney düzeneği üzerinde devir sayısı, sıcaklık ve uygulanan yük miktarı aynı anda kontrol edilebilmektedir. Sistem üzerinden sürtünme katsayıları Kistler 9027C marka üç eksenli bir kuvvet sensörü yardımıyla alınmıştır [9, 10]. Deney numuneleri, Şekil 1a'da görüldüğü gibi 120x15 mm ebatlarında

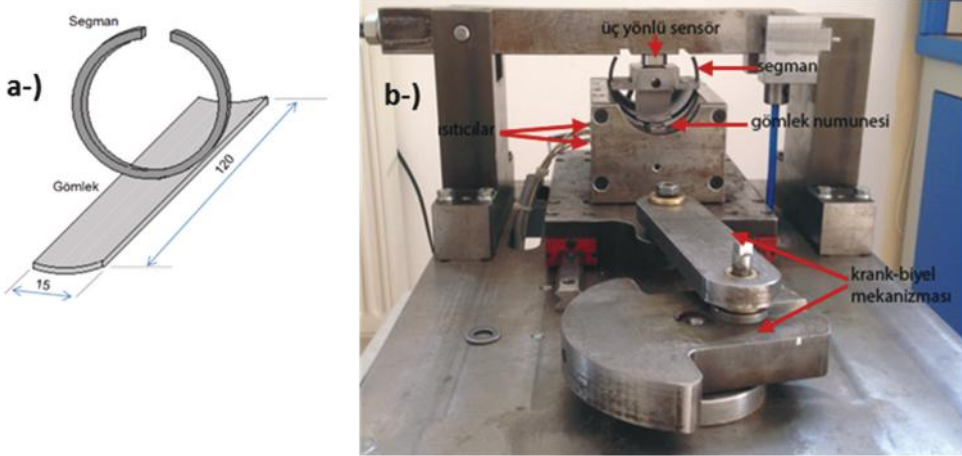
honlu ve honsuz gömleklerden kesilerek hazırlanmıştır. Deneyler, Şekil 1b’de detaylı olarak tanımlanan deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir.

Yağlayıcı olarak gemi dizel motorlarında yaygın olarak kullanılan ticari marka Mobilgard 570, Mobilgard 430 ve Mobilgard 300 yağlama yağı kullanılmıştır. Tablo 1’de seçilen yağlar ve özellikleri verilmiştir.

Deneylerin yapımında yağa yakıt karışımının etkisini belirlemek amacı ile yağlara %1, %5 ve %10 oranlarında Intermediate Fuel Oil (IFO380) ve Marine Diesel Oil (MDO) yakıtları karıştırılmış ve bu şekilde deney öncesi 6 farklı yağ-

yakıt karışımı hazırlanmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan yakıtların viskozite değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Yapılan çalışmada segman-silindir gömleği arasındaki sürtünme katsayılarına etki eden parametrelerin etkilerini ve optimum deney parametrelerinin tespiti amacı ile; silindir gömleğinin yüzey durumu, yağlayıcı tipi, kirletici oranı, kirletici cinsi, yük, devir ve sıcaklık parametreleri belirlenmiştir. Deneylerde, yağlayıcı tipi, kirletici oranı, kirletici cinsi, yük, devir ve sıcaklık faktörleri 3 seviyeli olarak, silindir gömleğinin yüzey durumu ise 2 seviyeli olarak belirlenmiştir. Tablo 3’te deney



Şekil 1. a-) Segman-Gömlek Çifti Görüntüsü ve Ölçüleri b-) Deney Düzeneği

Tablo 1. Deneylerde Kullanılan Yağ ve Özellikleri [11-13]

Yağ Tipi	Viskozite cSt, 40 °C	Viskozite cSt, 100 °C	Viskozite indeks
Silindir Yağlama Yağı (Mobilgard 570)	229	21	104
Jenaratör Sistem Yağı (Mobilgard 430)	143	13,5-15,3	100
Ana Makine Sistem Yağı (Mobilgard 300)	111	12	97

Tablo 2. Kirletici Olarak Kullanılan Yakıt ve Viskozite Değerleri [14-15]

Kirletici Yakıtlar	Özellik	Değer
Intermediate Fuel Oil (IFO380)	Viskozite cSt, 50 °C	380
Marine Diesel Oil (MDO)	Viskozite cSt, 40 °C	6-11

parametreleri ve seviyeleri verilmiştir.

Deneylerin yapılmasında ve sonuçların yorumlanmasında Taguchi deneysel tasarım yöntemi kullanılmıştır [16]. Tablo 3'te yer alan faktör ve seviyeleri dikkate alındığında tüm varyasyonlar için toplamda 8748 adet deney yapılması gerekirken Taguchi metodu ile daha az sayıda deney

yapılması olanağı sağlanmıştır. Deneysel reçetelerin hazırlanmasında seçilen faktör ve seviyelerin ve en az deney sayısını öneren $L_{18} 2^1 3^7$ ortogonal serisi kullanılmıştır. Bu şekilde deney sayısı 8748'den 18'e düşürülmüştür. Tablo 4'te $L_{18} 2^1 3^7$ ortogonal serisi ve deney reçeteleri görülmektedir.

Tablo 3. Deneylerde Kullanılan Yağ ve Özellikleri

Sütun	Parametreler	Seviyeler		
		1	2	3
A	Silindir Gömleği yüzey durumu	Honsuz	Honlu	
B	Yağlayıcı Tipi	Mobilgard 570	Mobilgard 430	Mobilgard 300
C	Kirletici Oranı %	1	5	10
D	Yük, N	50	75	100
E	Devir, d/dak	40	60	80
F	Sıcaklık, °C	40	80	120
G	Kirletici Cinsi	IFO380	MDO	IFO380+MDO

Tablo 4. $L_{18} 2^1 3^7$ Ortogonal Serisi ve Deney Reçeteleri

Deney no	Yüzey durumu	Yağlayıcı tipi	Kirletici oranı, %	Yük, N	Devir, d/dak	Sıcaklık, °C	Kirletici cinsi	Sürtünme Katsayısı x 10^{-3}	S/N
1	Honsuz	Mobilgard 570	1	50	40	40	IFO380+MDO	12,80	-22,14
2	Honsuz	Mobilgard 430	5	75	80	70	IFO380	11,27	-21,04
3	Honsuz	Mobilgard 300	10	100	120	100	MDO	13,46	-22,58
4	Honsuz	Mobilgard 570	10	50	80	70	MDO	12,02	-21,60
5	Honsuz	Mobilgard 430	1	75	120	100	IFO380+MDO	11,62	-21,31
6	Honsuz	Mobilgard 300	5	100	40	40	IFO380	13,51	-22,61
7	Honsuz	Mobilgard 570	5	75	40	100	MDO	14,36	-23,14
8	Honsuz	Mobilgard 430	10	100	80	40	IFO380+MDO	12,58	-22,00
9	Honsuz	Mobilgard 300	1	50	120	70	IFO380	11,64	-21,32
10	Honlu	Mobilgard 570	5	100	120	70	IFO380+MDO	12,56	-21,98
11	Honlu	Mobilgard 430	10	50	40	100	IFO380	6,60	-16,39
12	Honlu	Mobilgard 300	1	75	80	40	MDO	16,38	-24,29
13	Honlu	Mobilgard 570	10	75	120	40	IFO380	8,12	-18,19
14	Honlu	Mobilgard 430	1	100	40	70	MDO	11,95	-21,55
15	Honlu	Mobilgard 300	5	50	80	100	IFO380+MDO	10,81	-20,67
16	Honlu	Mobilgard 570	1	100	80	100	IFO380	10,53	-20,45
17	Honlu	Mobilgard 430	5	50	120	40	MDO	10,76	-20,64
18	Honlu	Mobilgard 300	10	75	40	70	IFO380+MDO	13,50	-22,61

Segman-silindir gömleği arasında sürtünme için harcanan enerjinin azaltılması için sürtünme katsayılarının düşürülmesi gerekir. Yapılan çalışmada en düşük sürtünme katsayısı istendiği için sinyal-gürültü (S/N) oranlarını belirlenmesinde Denklem 1’de verilen “en düşük en iyidir” performans karakteristiği kullanılmıştır [16].

$$\frac{S}{N} = -\log\left(\frac{1}{n} \sum_i y_i^2\right) \quad (1)$$

Burada y_i performans karakteristiğinin i . gözlem değeri; n denemedeki test sayısı; y gözlem değerlerinin ortalamasıdır.

3. Sonuçlar

Tablo 4’te, $L_{18} 2^{137}$ ortogonal serisi deney reçetesi ve bu reçeteye göre alınan sürtünme katsayılarının ortalaması ve ölçülen sürtünme katsayılarının her bir deney reçetesi için hesaplanan Sinyal/Gürültü (S/N) oranları verilmiştir.

Tablo 4’te deneylerden elde edilen sürtünme katsayılarının $16,38 \times 10^{-3}$ ile $6,60 \times 10^{-3}$ değerleri arasında değişim gösterdiği görülmektedir. En yüksek sürtünme katsayısı gömlek yüzeyi honlu, %1 MDO ile kirletilmiş Mobilgard 300 sistem yağının kullanıldığı, 75 N, 80 d/dak ve 40 °C’de yapılan 12. deney numunesinde elde edilmiştir. Minimum sürtünme katsayısı ise gömlek yüzeyi honlu, %10 IFO380 yakıt ile kirletilmiş Mobilgard 430 yağlama yağının

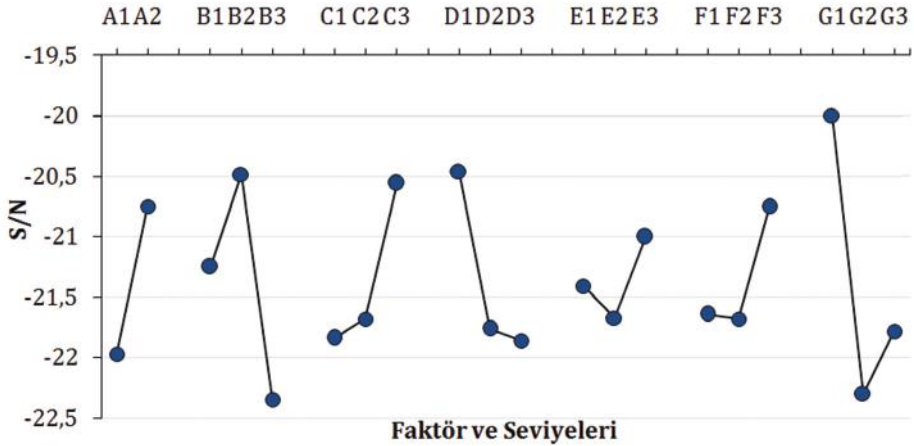
kullanıldığı, 50 N, 40 d/dak ve 100°C’de yapılan 11. deney numunesinde elde edilmiştir.

Tablo 5’te S/N oranları kullanılarak hazırlanmış olan varyans analizi (ANOVA) tablosu verilmiştir. Sürtünme katsayısı üzerinde faktörlerin etkinliği sırası ile % 0,05 güven düzeyi için kirletici cinsi, silindir yüzey durumu, yağlayıcı tipi, yük ve kirletici oranının olduğu görülmektedir. Sıcaklık ve devir sayısının önemsiz düzeyde sürtünme katsayısı üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Tabloda devir faktörünün etkisi düşük olduğu için “pooling” yapılarak hesaplara dahil edilmemiştir. Bunun yanında Tablo 5’te sürtünme katsayısı üzerinde kirletici cinsinin %34, silindir yüzey durumunun %13, yağlayıcı tipinin %21, kirletici oranının %11, yükün %14, sıcaklığın %6 ve devir sayısının %3 oranında etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 2’de S/N oranlarına bağlı olarak kontrol parametrelerinin değişimi verilmiştir. S/N oranının büyük olduğu seviyeler parametrelerin optimum noktalarını göstermektedir. Buna göre optimum parametreler; A2, B2, C3, D1, E3, F3, G1 şeklindedir. Tablo 6’da minimum sürtünme katsayısının elde edildiği seviyeler vurgulanmıştır. Herhangi bir parametre için optimum değer o parametrenin tüm seviyeleri içerisinde elde edilen en büyük S/N oranına göre belirlenmiştir.

Tablo 5. Varyans Analizi (ANOVA)

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı, S	Serbestlik Derecesi, f	Kareler Ortalaması	Teorik F, F(hesap)	İstatiksel F F(tablo)	%
A	Yüzey durumu	1	6,69	11,82	5,98	13
B	Yağlayıcı tipi	2	5,24	9,25	5,14	21
C	Kirletici oranı	2	2,92	5,16		11
D	Yük	2	3,66	6,47		14
E	Devir#	2	0,68	1,21		3
F	Sıcaklık	2	1,64	2,90		6
G	Kirletici cinsi	2	8,73	15,41		34
	Toplam	11,00	4,64			
	e	6	0,57			7



Şekil 2. Parametrelerin Grafiksel Gösterimi

Tablo 6. En Düşük Sürtünme Katsayısı için Önerilen Faktör Seviyeleri

Faktörler		Seviye		
		1	2	3
A	Malzeme	Honsuz	Honlu	-----
B	Yağlayıcı tipi	Mobilgard 570	Mobilgard 430	Mobilgard 300
C	Karışım oranı [%]	1	5	10
D	Yük [N]	50	75	100
E	Devir [rpm]	40	60	80
F	Sıcaklık [°C]	40	70	100
G	Kirlenici cinsi	IFO380	MDO	IFO380+MDO

Tablo 7. Doğrulama Deneyi Sonuçları ve Tahmini Güven Aralığı

Nicelik	S/N oranı	Sürtünme katsayısı
Optimum şartlar	$A_2B_2C_3D_1E_3F_3G_1$	$A_2B_2C_3D_1E_3F_3G_1$
Ortalama değer, μ	-16,21	$6,56 \times 10^{-3}$
$\alpha=0,05$ için güven aralığı	$-16,91 < \mu < -15,52$	$7,02 \times 10^{-3} < \mu < 6,10 \times 10^{-3}$
Doğrulama Deneyi	-16,39	$6,62 \times 10^{-3}$

Taguchi yaklaşımına göre deneylerin doğru yapıp yapılmadığını kontrol etmek amacı ile önerilen optimum şartlar dikkate alınarak doğrulama deneyi yapılmıştır. Doğrulama deneyi sonrasında alınan sonuç değerinin güven aralığı içerisinde olması, yapılan deneylerin doğru yapıldığını ve kontrol altına alınmayan faktörlerin etkisinin önemsiz olduğunu göstermektedir. Tablo 7'de optimum şartlar altında gerçekleştirilen doğrulama

deneyine ait %0,05 güven düzeyi için elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Tablo 7'de optimum deney şartlarına göre yapılacak doğrulama deneyinde alınan sürtünme katsayısı değerlerinin $6,10 \times 10^{-3}$ ile $7,02 \times 10^{-3}$ arasında olması gerekmektedir. Optimum şartlar altında yapılan deney sonucunda ortalama sürtünme katsayısı $6,56 \times 10^{-3}$ ve S/N oranı -16,21 değerinde olması gerektiğini göstermektedir. Tablo 7'de ayrıca

doğrulama deneyinin S/N oranının -16,39, ortalama sürtünme katsayısının $6,62 \times 10^{-3}$ olduğu görülmektedir. Doğrulama deneyi sonuçlarının önerilen tahmini güven aralığının içerisinde yer aldığı için yapılan deneylerin %0,05 güven düzeyi için doğru yapıldığını göstermektedir.

Yapılan deneyler sonucunda, silindir gömleğinin honlanması sürtünme katsayısında önemli bir düşüş göstermiştir. Aynı zamanda, sürtünme katsayısı uygulanan yükün artması ile birlikte arttığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar literatürde yapılan çalışmalarla uyum içerisindedir [17, 18]. Artan sıcaklık ile sürtünme katsayısı azaldığı tespit edilmiştir. Motor normal çalışma sıcaklığı 80-90 °C olarak düşünüldüğünde, düşük sıcaklıklarda (40-70 °C) yağlayıcı viskozitesini aşırı yükselttiği ve yapışkanlığa neden olduğu düşünülmektedir. Deneylerde kullanılan en yüksek sıcaklığın (100 °C) motor normal çalışma sıcaklıklarına yakın olması ile en iyi viskozite ve yağ filmi şartları ile minimum sürtünme katsayısını ortaya koymuştur.

Şekil 2'de en düşük sürtünme katsayısının Mobilgard 430, ardından Mobilgard 570 ve en yüksek sürtünme katsayısı ise Mobilgard 300 yağı ile elde edilmiştir. Hidrodinamik yağlama prensibine göre viskozitenin artmasına bağlı olarak sürtünme katsayısının artması gerekmektedir [19]. Ancak Şekil 2'de verilen grafikte viskozitesi en düşük olan Mobilgard 300 yağlama yağının daha fazla sürtünme katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Bunun muhtemel nedeni yağa karışan kirleticilerden dolayı yağ filmi incelterek sınır sürtünme mekanizması göstermesinden kaynaklandığı öngörülmektedir.

Yağlayıcıya IFO380 yakıtının karışması ile en düşük sürtünme katsayısı gözlemlenirken, yağlayıcıya MDO yakıtının karışması sonucunda ise en fazla sürtünme katsayısı gözlemlenmiştir. Yağlayıcı içerisine karışan IFO 380 kirletici

oranının artmasına bağlı olarak sürtünme katsayılarında azalma gözlenmiştir. Bunun muhtemel nedeni yağlayıcı içerisindeki IFO 380 ile sülfür oranının artması ve viskozitenin artışıdır. Yağlayıcı içerisine karışan MDO kirletici oranının artışı ise sürtünme katsayısının artışına sebep olmuştur. Bunun muhtemel nedeni yağa karışan MDO yakıtının yağın özelliklerini bozduğu ve viskozitesini düşürdüğü ve buna bağlı olarak yüzeyler arasında ince yağ filmi tabakası oluşmuştur. Ortaya çıkan bu olumsuz koşulların sürtünme kuvvetlerinin artışına sebep olabileceği düşünülmektedir.

4. Genel Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada içten yanmalı motorlarda segman-silindir gömleği arasında yağlama sistemlerine yakıt karışımının sürtünme katsayıları üzerine etkileri farklı gömlek yüzey durumu, yük, sıcaklık ve devir göz önünde bulundurularak araştırılmıştır. $L_{18} 2^3$ ortogonal serisine göre toplamda 18 adet deney yapılmıştır. Alınan sonuçlar Taguchi deney yöntemi kullanılarak yorumlanmıştır. Çalışmanın özeti maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır;

1. Seçilen kontrol faktörlerinden; malzemenin ikinci seviyesi (Honlu), yağlayıcı tipinin ikinci seviyesi (Mobilgard430) karışım oranının üçüncü seviyesi (%10) yükün birinci seviyesi (50 N) devirin üçüncü seviyesi (80 d/dak) sıcaklığın üçüncü seviyesi (100°C) ve kirletici cinsinin birinci seviyesi (IFO380) en düşük ortalama sürtünme katsayısı değerlerinin elde edilmesini sağlayan parametrelerinin optimum seviyeleri olarak belirlenmiştir.
2. Gemi dizel motorlarında segman-silindir gömleği çiftinin yağlanması kirletici cinsi ve yağlayıcı tipi en etkin parametreler olduğu gözlemlenmiştir. Kirletici cinsi ve yağlayıcı tipi ANOVA analizleri sonucunda sürtünme katsayısı üzerinde %34 ve %21 oranında etkiye

sahip olduğu belirlenmiştir.

3. Sürtünme katsayısı artan yük ile artmıştır ve yükün %14 oranında etkiye sahip olduğu görülmüştür.
4. Gömlek iç yüzey özelliklerinin değişmesi segman-silindir gömleği çifti arasındaki sürtünme katsayısı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.
5. ANOVA analizi sonrasında parametrelerin etkinlik sırası; kirletici cinsi, yağlayıcı tipi, yük, yüzey durumu ve kirletici oranı şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

Yazarlar; Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2013-10-02-KAP02 numaralı projesi ile desteklerinden ve Müh. Semih ÖZEL ve Müh. Aykut BURUP'a yardımlarından dolayı teşekkür eder.

Kaynaklar

- [1] Morris, N. Mohammadpour, M. Rahmani, R. ve Rahnejat, H. (2017). Optimisation of piston compression ring for improved energy efficiency of high performance race engines. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D, Journal of Automobile Engineering.
- [2] Richardson, D.E. (2000). Review of Power Cylinder Friction for Diesel Engines, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 122(4):506-519.
- [3] Livanos, G. A., Kyrtatos, N.P. (2007). Friction model of a marine diesel engine piston assembly, Tribology International, 40(10):1441-1453.
- [4] Heywood, J.B. (1988). Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Inc., New York.
- [5] Uras, H.M. (1984). A study of piston-ring assembly friction, Doctor of Philosophy Thesis, Mechanical Engineering in the University of Michigan, Michigan.
- [6] Kapsız, M. Durat, M. Ficici, F., (2011). Friction and wear studies between cylinder liner and piston ring pair using Taguchi design method, Advances in Engineering Software, 42(8):595-603.
- [7] Chaudhari, T. Sutaria, B., (2016). Investigation of friction characteristics in segmented piston ring liner assembly of IC engine, Perspectives in Science, 8:599-602.
- [8] Grabon, W. Pawlusa, P. Wosa, S. Koszelaa, W. Wiczorowski, M., (2017). Effects of honed cylinder liner surface texture on tribological properties of piston ring-liner assembly in short time tests, Tribology International, 113:137-148.
- [9] Akalin, O. and Newaz, G., (1998). A New Experimental Technique for Friction Simulation in Automotive Piston Ring and Cylinder Liners, SAE Technical Paper.
- [10] Savaş, Ö. (2017). İçten Yanmalı Motorlarda Segman-Silindir Gömleği Arasındaki Yağlama Yağına Yakıt Karışmasının Aşınmaya Etkilerinin İncelenmesi, Journal of ETA Maritime Science, 5(2):112-119.
- [11] http://www.steuaromana.ro/prod/COMBMARINTIPRMG380_en.pdf, 03.06.2017.
- [12] http://www.omnimpex.ro/texte/petroliere/engleza_07, 03.06.2017.
- [13] http://www.tropicoil.com/downloads/Mobilgard_570.pdf, 05.10.2017.
- [14] www.ulei-mobil.ro/pdf/MobilAutoDataSheet/Mobilgard%2030%20Series%20pds.pdf, 05.10.2017.
- [15] <http://www.peltamax.com.uy/pdfweb/Mobilgard%20300.pdf>, 05.10.2017.
- [16] Ross, P.J. (1988). Taguchi techniques for quality engineering, loss function,

orthogonal experiments, parameter and tolerance design. McGraw-Hill Inc. New York.

- [17] Grabon, W., Koszela, W., Pawlus, P. ve Ochwat, S. (2013). Improving tribological behaviour of piston ring-cylinder liner frictional pair by liner surface texturing, *Tribology International*, 61:102-108.
- [18] Johansson, S., Nilsson, P.H., Ohlsson R., Rosen, B. (2011). Experimental friction evaluation of cylinder liner/piston ring contact, *Wear*, 271:625-633.
- [19] Kim, M. (2005). Friction Force Measurement and Analysis of Rotating Liner Engine, Doctor of Philosophy Thesis, The Faculty of The Graduate School of The University of Texas, Austin.

This Page Intentionally Left Blank



Bir Dökme Yük Gemisi Kreyn Operasyonunun Maliyet Etkinliği ve Emisyon Analizi

Veysi BAŞHAN, Mehmet ÇAKIR, Halil İbrahim SÖNMEZ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Türkiye

vbashan@yildiz.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-1070-1754

mecakir@yildiz.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0001-5939-951X

hisonmez@yildiz.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-0196-8334

Öz

Bu çalışmada M/V İnce İnebolu gemisine ait kreynlerin ekonomik analizleri yapılmıştır. Analizler ECA (Emisyon Kontrol Bölgeleri) göz önüne alınarak farklı yakıtlar için tekrarlanmıştır. Yakıt fiyatlarının artabileceği ihtimaline karşın değişken yakıt fiyatları da hesaba katılmıştır. Bu analizler sonucunda kreyn çalıştırılmasının dizel jeneratörden çektiği güç hesaplanarak, harcanan yakıt miktarı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, kreyn için harcanan bu yakıtın ne kadar NO_x , SO_2 , CO_2 , PM ve HC emisyonu oluşturduğu hesaplanmıştır. %25 jeneratör yükünde kreyn çalıştırılması sebebiyle, 1 yılda, çalışmanın yapıldığı gemiyle benzer özellikte 10 gemisi olan bir şirket atmosfere yaklaşık 30-35 ton SO_2 , 38-42 ton NO_x , 1980-2090 ton CO_2 , 2.8-3 ton PM ve 4.2-4.5 ton HC emisyonları salmaktadır. Çalışma sonucunda, dizel jeneratörün %25 yükte iken kreynin çalıştırılmasıyla IFO 380 ve IFO 180 yakıtlarında 60.000-70.000 \$ arasında, MGO için 100.000-110.000 \$ arasında yıllık çalışma maliyeti olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışmada gemi yüklerinin kreynle yükleme-tahliye operasyonlarının ekonomik analizi yapılarak kreynlerin kullanım maliyeti hesaplanmış ve loader kullanılmasıyla karşılaştırma yapılabilmeye imkân sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dökme Yük Gemisi, Emisyon, Kreyn, Maliyet Analizi.

Cost Efficiency and Emission Analysis of a Bulk Carrier Cranes Operation

Abstract

This study carries out economic analyzes of the cranes belonging to the M/V İnce İnebolu. Analyzes were repeated for variable fuels considering ECA (Emission Control Areas), and variable fuel prices were included into analyzes given the fluctuating fuel prices. As a result of these analyzes, the amount of fuel consumed has been determined by calculating the power of the diesel generator from the operation of the crane. In addition, this study calculated how much NO_x , SO_2 , CO_2 , PM and HC emissions this fuel generates. Since a crane is operated at 25% of the generator load, in a year, a company, with 10 ships with similar characteristics to the vessel where the work was done, has released about 30-35 tons of SO_2 , 38-42 tons of NO_x , 1980-2090 tons of CO_2 , 2.8-3 tons of PM and 4.2-4.5 tons of HC emissions to the atmosphere. The results demonstrate that running the crane with the diesel generator at 25% load causes between 60.000USD - 70.000USD annual operating cost for IFO 380 and IFO 180 fuels, and between 100.000USD -110.000USD annual operating cost for MGO. As a result, this study calculates the cost of crane usage through the economic analysis of cargo

To cite this article: Başhan, V., Çakır, M. ve Sönmez, H. İ. (2018). Bir dökme yük gemisi kreyn operasyonunun maliyet etkinliği ve emisyon analizi. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(1), 27-36.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.73645>

loading and unloading operations of the ship by cranes, and thereby, enables a comparison with loader usage.

Keywords: Bulk Carrier Ship, Emission, Crane, Cost Analysis.

1. Giriş

Kuru yük gemileriyle kömür, çimento, demir cevheri, alçı taşı, kireç taşı, uçucu kül, çakıl ve tahıl ürünleri gibi daha pek çok kuru dökme ürün taşınmaktadır. Gemiden kıyıya veya kıyından gemiye, güvenilir ve çevre dostu dökme yük transferi için kuru yük gemileri genellikle kendi kreyinlerini kullanırlar. Geminin daha çok yük taşıyabilmesi için bu kreyinlerin kompakt tasarım ile gemi üzerinde az yer kaplaması gerekir. Tüm bunların yanında, kreyinlerde yüksek performans, emniyetli çok yük taşıyabilme kapasitesi, düşük bakım onarım masrafı, uzun servis ömrü, hafiflik ve düşük yakıt tüketimi gibi özellikler istenmektedir. Gemilerin seyir esnasında ya da limanda bulunduğu sırada bazı operasyonel faaliyetleri gerçekleştirebilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç gemi yardımcı makinelerinden olan dizel motorlardan sağlanmakta ve çalıştırılması sonucunda önemli miktarda zararlı egzoz gazı emisyonlarının oluşmasına neden olmaktadır. 1978 protokolü ile yenilenen MARPOL 73/78 (Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Sözleşmesi) EK VI kural 22 gereğince gemilerde enerji tüketen makinelerin verimliliğini arttırmak hedeflenmektedir[1]. Yakıt tüketiminin az olması, SO_x, NO_x, CO₂, CH₄ ve PM gibi deniz taşımacılığındaki gemi kaynaklı emisyonların azalmasını sağlamaktadır. Gemi ana makinesi veya gemi yardımcı makinelerindeki enerji verimliliğiyle elde edilen yakıt tasarrufu doğrudan emisyon salınımını azaltmakla birlikte ekonomik kazanç da sağlamaktadır. Literatürde gemi kaynaklı emisyonlar ve bu emisyonların azaltılmasına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır[2-6]. Geng vd. tarafından yapılan deneysel çalışmada %50-90 motor

devirlerinde ve %25-100 tork değerlerinde ultra düşük sülfürlü yakıtın motor emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiş ve NO_x emisyonlarının makine hızı ve yükünün artmasından kaynaklı yüksek sıcaklıklar sebebiyle arttığı, aynı şekilde CO₂ emisyonlarının da 70.000 ppm'e yaklaştığı ifade edilmiştir [7]. Agnolucci vd. Panamax türü kuru yük gemileri için enerji verimliliği ve emisyon azaltma uygulamaları için teşvikler olduğunu, bu nedenle gemi sahiplerinin daha verimli gemilere yatırım yapması gerektiğini vurgulamışlardır. 2007 yılındaki toplam CO₂ emisyonlarının %5'ini bu tür gemilerin oluşturduğunu belirtmişlerdir [8]. Seddiek ve Elgohary yaptıkları çalışmada gemi kaynaklı emisyonların azaltılabilmesi için farklı yakıt kullanılması, enerji verimliliği ile yakıt tasarrufu sağlanması ve seçici katalitik indirgenme yöntemlerinin mümkün olduğunu belirtmişlerdir [9]. Deniz vd. İzmir iline yakın olan Çandarlı körfezine ait 7520 gemi için yaptıkları çalışmada yıllık nakliye kaynaklı emisyonları NO_x için 631.2 ton/yıl, SO₂ için 333.6 ton/yıl, CO₂ için 33848.9 ton/yıl, HC için 32.3 ton/yıl ve PM için 57.4 ton/yıl olarak tahmin etmişlerdir [10]. Benzer şekilde Deniz ve Kılıç İstanbul ili Ambarlı limanına ait emisyon salınım miktarlarını belirlemişlerdir[11]. Talay vd. [12] yaptıkları çalışmayla gemilerde CO₂ emisyonlarının azaltılmasına yönelik uygulanabilecek enerji verimliliği yöntemlerine yer vermişlerdir. Genel olarak gemi kaynaklı emisyonların azaltılabilmesi için araştırmacılar biyodizel yakıt kullanılması [13-16] ve gemi enerji verimliliğinin artırılması [17-20] yöntemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Başhan ve Parlak [21] gemi yardımcı makinelerinden biri olan soğutma sistemleriyle ilgili enerji verimliliğinin

ekonomik analizini gerçekleştirerek, değişken devirli kompresör kullanılması durumunda elde edilecek tasarruf miktarlarını hesaplamışlardır. Kreyn kullanarak yükleme veya tahliye operasyonlarında geminin stabilitesinin tekrar sağlanabilmesi için balast suyu boşaltılmakta veya alınmaktadır. Balast pompaları da yüksek güç tüketen gemi yardımcı makineleri arasındadır. Başhan vd. [22] bir kuru yük gemisine ait balast pompasının ekonomik ve ekolojik analizini gerçekleştirmiştir. Denizcilik şirketleri genellikle ekonomik nedenlerle yükleme-tahliye operasyonlarında geminin kendi üzerindeki kreynleri kullanmaktadırlar. Kuru yük gemileri, çoğu limanda harici yükleyici bantların (loader) olmaması sebebiyle bunları kullanamamakta veya pahalı olduğu düşüncesi ile tercih etmemektedir. Gemilerde günlük raporlarda (noonreport) ana makine ve yardımcı dizelin günlük toplam yakıt tüketim miktarları bilinmektedir. Fakat yardımcı dizelin beslediği kreyn, balast pompası ve devredeki diğer ekipmanların her birinin enerji tüketim dağılımları bilinmemektedir. Bu durum, yardımcı makinelerin her birinin ne kadar yakıt tükettiğini ve emisyon salınımına ne kadar etki ettiğini belirlemeyi zorlaştırmaktadır.

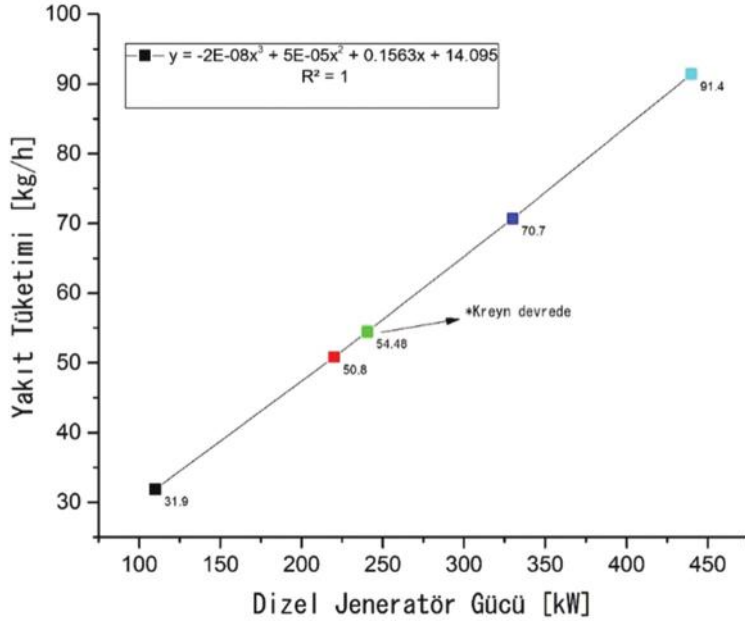
Bu çalışmada, yüksek güç tüketen yardımcı makinelerin başında gelen kreynlerin yakıt tüketim miktarları belirlenerek, kreyn kullanımının bant yükleyicilere göre avantajlı olup olmadığı araştırılmıştır. Aynı zamanda kreyn kullanımından kaynaklı salınan emisyon miktarları hesaplanmıştır.

2. Kreyn Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi

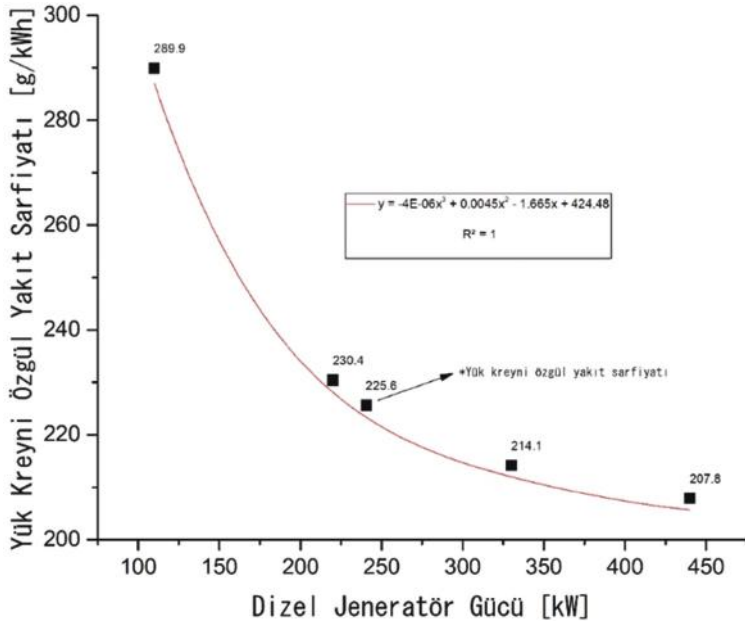
Gemide kreynlerin enerji ihtiyacı diğer tüm yardımcı makineler gibi jeneratörlerden sağlanmaktadır. Jeneratörleri tahrik eden dizel motorlarının yüke bağlı yakıt tüketiminin hesabında %25 %50 %75 ve %100 yükler için yakıt

tüketimi verilerinin yer aldığı fabrika test değerlerinden faydalanılmıştır. Ara değerlerdeki yüklerde yakıt tüketiminin hesaplanması için OriginPro'da Eğilim/ Regresyon türü 3. dereceden polinom seçilerek $R^2=1$ tam uyumlu denklem uydurulmuştur. M/V İnce İnebolu gemisine ait, makine modeli 5DK-20 x 440 kW olan Daihatsu marka bir jeneratöre ait yakıt sarfiyat değerleri kullanılmıştır. 110 kW için yakıt tüketimi 31.9 kg/h, 220 kW için 50.8 kg/h, 330 kW için 70.7 kg/h, 440 kW için ise 91.4 kg/h 'dir. Aşağıda ara değerlerdeki yakıt tüketimini hesaplayabilmek için jeneratör dizelin yüke bağlı yakıt sarfiyatlarından regresyon analizi ile bulunan denklem ve bu denkleme göre çizilen grafik bulunmaktadır (Şekil 1). Şekil 1 üzerinde 54.48 (kg/h) olarak gösterilen yer, jeneratörün %25 yükte çalışırken kreynin devreye girmesi ile oluşan yeni jeneratör yüküne karşılık kg/h cinsinden yakıt tüketimini göstermektedir. Aynı şekilde g/kWh cinsinden yakıt tüketimi de Şekil 2'de gösterilen grafik ve fonksiyonla bulunmuştur. Tablo 2'de M/V İnce İnebolu gemisine ait ambar kapasiteleri verilmiştir.

Ambar yükleme-boşaltma işlemleri yapılırken geminin emniyetli seyrinin sağlanabilmesi için genellikle 1. ve 5. ambarlardan yükleme-tahliyeye başlanmakta ve 3. ambara daha az yük alınmaktadır. Geminin stabilitesini sağlamak için gerekli olan bu durum Tablo 1'de gösterilen 3. ambarın yükleme kapasitesinin neden az olduğunu açıklamaktadır. Geminin denizde emniyetli seyri açısından yükleme ve tahliye operasyonlarında stabilitenin sağlanması gerekmektedir. Her ambarın KG'si (Ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği) ile MG'si (Ağırlık merkezi ile mastori arası uzaklık) farklı konumlarından ötürü değişiklik göstermektedir. Yükleme ve tahliye operasyonlarında Tablo 2'de ki bu değerlere dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Dizele Jeneratörün %25 ve %25 Yükte Çalışırken Kreynin Devreye Alınması, %50, %75 ve %100 Yük Durumlarında Yakıt Sarfıyatı



Şekil 2. Yük Kreyni Özgül Yakıt Sarfıyatı (DG @110 kW)

Tablo 1. Daihatsu 5dk-20Jeneratör Yakıt Sarfiyatı Fabrika Test Değerleri

Jeneratör Gücü (kW)	Yakıt Sarfiyatı (kg/h)	Özgül Yakıt Sarfiyatı (g/kWh)
110	31.9	289.9
220	50.8	230.4
330	70.7	214.1
440	91.4	207.8

Tablo 2. Gemi Ambar Kapasiteleri

Ambar	Posta No	Kapasite		Ağırlık Merkezi	
		(m ³)	mt	MG (m)	KG (m)
1. Ambar	174-208	12663.8	10819	-68.32	10.64
2. Ambar	137-174	14635.8	12503	-39.40	9.80
3. Ambar	103-137	13471.1	3187	-9.16	9.75
4. Ambar	66-103	14532.1	12415	21.04	9.74
5. Ambar	32-66	12453.5	10639	50.56	10.19
Toplam	-	67756.3	49563	-	-

2.1. Kreyn Çalıştırma Maliyetinin Hesaplanması

Kreyn çalıştırma maliyeti (C) hesaplanırken, bir yük gemisi için n=1 ve ayda 1 sefer kreynle yükleme-tahliye yaptığı düşünüldüğünde yıllık b=24 alınmıştır. Yakıt ortalama fiyatları ise Busan, Hong-Kong, İstanbul, New York, Panama, Singapur, Tokyo, St. Petersburg gibi dünyanın çeşitli yerlerinden 20 farklı şehirdeki fiyatların ortalaması alınarak belirlenmiştir [23]. Bu ortalamalara göre yakıt fiyatları 1 Eylül 2017 tarihinde IFO380 için 0.3445 \$/kg, IFO180 için 0.362 \$/kg ve MGO için 0.567 \$/kg olarak kabul edilmiştir. Kreyn çalıştırma maliyeti için aşağıdaki matematiksel model kurulmuştur.

Yük ambarları toplam : M (m³)
kapasitesi

Kreyn grab yük taşıma : \dot{M} (m³/h)
kapasitesi

Filodaki gemi sayısı : n

Kreyn motoru yakıt : m (kg/h)
tüketimi

Kreyn yük yükleme-tahliye : b
sayısı

Yakıt ortalama fiyatı : D (\$/kg)

Kreyn motoru yakıt : m
tüketimi

$$(P_{G+K} - P_G) [(-2 \times 10^{-8}) ((P_{G+K})^2 + (P_{G+K} \times P_G) + (P_G)^2) + (5 \times 10^{-5})(P_{G+K} + P_G) + 0.1563] \quad (1)$$

Kreynin çalıştırma maliyetinin hesaplanması (C)

$$C = \frac{M}{\dot{M}} \times n \times m \times b \times D \quad (2)$$

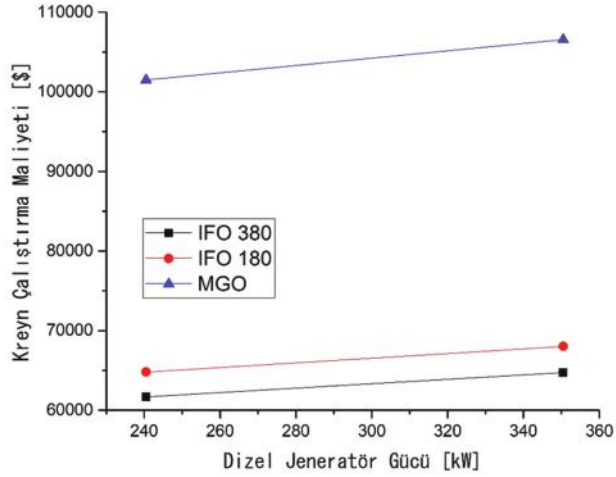
Denklem (1) Bölüm 2'de anlatıldığı gibi, mühendislerin ve bilim insanlarının, veri analizi, grafik çizimi, regresyon analizi gibi ihtiyaçlarının sağlandığı OriginPro programı yardımıyla elde edilmiştir. Jeneratörün %25, %50, %75 ve %100 yüklerdeki yakıt tüketiminin regresyon analiziyle ara değerler elde edilmiş olup doğrudan kreyn motorunun yakıt tüketiminin hesaplanabilmesi için, kreyn devrede iken ve jeneratör %25 yükte çalışırken ki yakıt tüketimlerinin farkı alınmıştır. Bu nedenle sabit ortadan kalkmıştır. Denklem derecesi, belirleme katsayısı olan R²'nin hassasiyeti bozulmadan gruplandırılarak bir derece azaltılmıştır. Denklem 2'de ise kreyn çalıştırma maliyeti; kreynin çalışma saati, yakıt tüketimi, yük yükleme-tahliye sayısı, yakıt ortalama fiyatı ve gemi sayısı çarpılarak elde edilmiştir.

Kreyn yük taşıma süresi belirlenirken IHI marka H300190-260B tipinde 125 kW elektrik motoru, 5.5 kW yağ soğutucu fan motoru gücüne sahip kreynin çekme (hoisting), indirme (lowering), eksen etrafında dönmesi (slewing) ve orsalaması (luffing) süreleri göz önüne alınarak ortalama bir değer olan 8 dk/

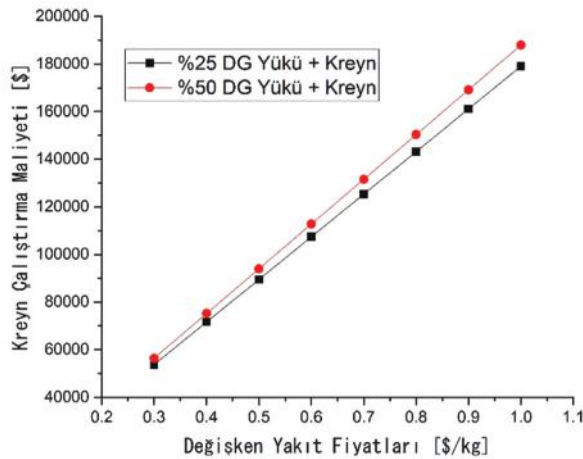
tur alınmıştır. Kreyn operatörüne, gemi stabilitesinin sağlanması için balast alma-boşaltma hızına göre bu süre değişkenlik gösterebilmektedir. Grabin emniyetli yük kaldırma miktarı 20 ton olarak kreyn üreticisinin teknik bilgi formundan alınmıştır.

Şekil 3'te dizel jeneratör %25 (110 kW) ve %50 (220 kW) yükte çalışırken kreynin (130.5 kW) devreye alınması durumunda değişik yakıtlar için çalıştırma maliyetleri hesaplanmıştır. Geminin

ECA'da [24] çalışabileceği ihtimali göz önüne alınarak MGO (Marine Gas Oil) yakıtı hesaplamalara dâhil edilmiştir. Bu maliyetlerin yanı sıra, bakım onarım, yedek parça, sarf malzeme v.s. masrafları da bulunmaktadır. Bu ek maliyetler hesaplamalara dâhil edilmemiştir. IFO380, IFO180 ve MGO yakıtları göz önüne alındığında kreynler ile yükün yüklenmesi veya tahliyesinin çalıştırma maliyetleri Şekil 3'te görülmektedir. Bant yükleyici kullanım fiyatı, IFO yakıt kullanılabilen



Şekil 3. Değişik Yakıtlarla Kreyn Çalıştırma Maliyeti



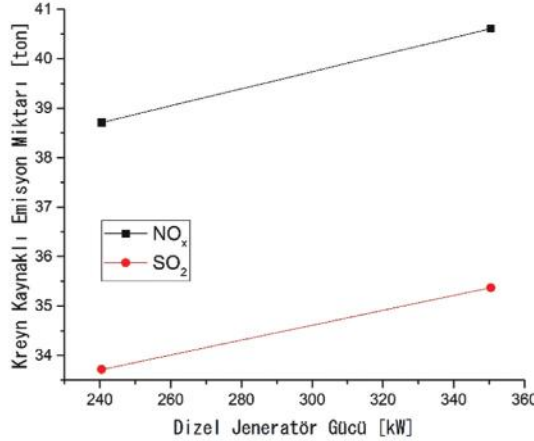
Şekil 4. Değişken Yakıt Fiyatlarına Göre Kreyn Çalıştırma Maliyeti

durumlarda 61.666 \$'dan, MGO kullanılmak zorunda olunan durumlarda 101.494 \$'dan daha düşükse ekonomik açıdan bant yükleyicilerin kullanımı daha avantajlı olacaktır.

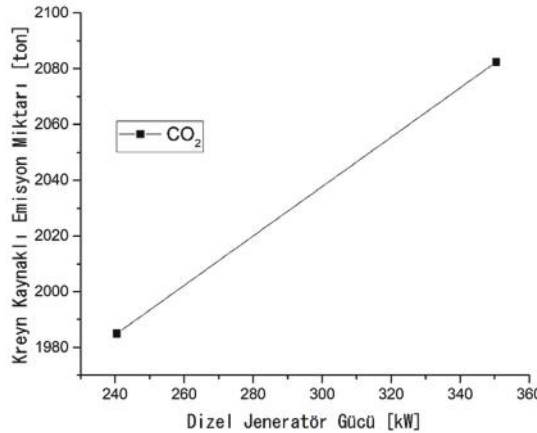
Şekil 4'te yakıt fiyatlarının zamanla değişkenlik gösterebileceği ihtimaline karşı değişik yakıt fiyatlarına göre kreyn çalıştırma maliyetleri, dizel jeneratör %25 (110 kW) ve %50 (220 kW) yükte çalışırken hesaplanmıştır. %50 jeneratör yükü ve kreyn çalıştırılması 2 kreynin %25 jeneratör yükünde çalıştırılması durumuna çok yakın olması sebebiyle jeneratörlerin paralel durumdaki yeni yakıt tüketimlerinin hesaplanmasına gerek duyulmamıştır. Şekil

4'te gösterilen değerler 1 yılda 24 kez (ayda bir yükleme-tahliye) yapıldığı kabul edilerek hesaplanmıştır.

Şekil 5'te dizel jeneratör %25 (110 kW) ve %50 (220 kW) yükte çalışırken kreynin (130.5 kW) devreye alınması durumunda kreyn'den kaynaklanan NO_x ve SO_2 , CO_2 , HC ve PM miktarları Entec'den alınan kuru yük gemilerinin limandaki operasyon durumlarına ait emisyon faktörü(EF) değerleri kullanılmıştır [25]. Bu emisyon faktörleri NO_x için 62 kg/tonyakıt, SO_2 için 54 kg/tonyakıt, CO_2 için 3179 kg/ton yakıt, HC için 4.5 kg/tonyakıt ve PM için de 6.8 kg/tonyakıt olarak alınmıştır. Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de kreyn kaynaklı emisyon



Şekil 5. Dizel Jeneratör %25 ve %50 Yüklerde Salınan NO_x ve SO_2 Miktarları



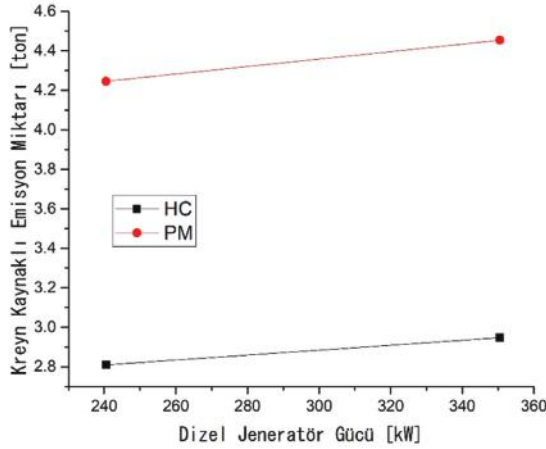
Şekil 6. Dizel Jeneratör %25 ve %50 Yüklerde Salınan CO_2 Miktarı

miktarları hesaplanırken kreynin %25 ve %50 yükteki yakıt tüketimi bulunarak kreynin çalışma saati ve emisyon faktörü değerleri ile çarpılmış ve ton'a çevrilmiştir (Denklem 3).

$$\frac{M}{M} \times m \times EF \quad (3)$$

Ortalama bir denizcilik şirketinin suster veya benzer 10 gemisinin olduğu varsayılırsa, yüksek güç çeken kreynlerin %25 jeneratör yükünde 1 yılda yaklaşık 30-35 ton arası SO₂ ve yaklaşık 38-39 ton NO_x salınımına sebep olduğu görülmüştür.

ana makinesinin ve dizel jeneratörünün günlük toplam yakıt tüketimi hakkında bilgi sahibidirler. Dizel jeneratörün beslediği herhangi başka bir yardımcı makinenin toplam yakıt tüketimine etkisi çoğu zaman bilinmemektedir. Bu durum hangi makinelerin ne kadar enerji tükettiği ve hangi makinelerde enerji verimliliğinin gözetilmesi gerektiğini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada M/V İnce İnebolu gemisine ait veriler kullanılarak kreyn kullanımının değişik yakıtlara ve değişken yakıt fiyatlarına göre maliyet analizi yapılmış olup bu durumlarda kreynin emisyon salınımına



Şekil 7. Dizel Jeneratör %25 ve %50 Yüklerde Salınan HC ve PM Miktarları

Şekil 6 ve Şekil 7 incelendiğinde, filonun (10 gemi) 1 yılda %25 ve %50 jeneratör yükleri arasında kreyn kullanarak yükleme/ tahliye yapması durumunda yaklaşık 1980-2090 ton CO₂, 2.8-3 ton PM ve 4.2-4.5 ton HC emisyon salınımına neden olduğu görülmektedir.

Şekil 5, 6 ve 7 incelendiğinde, kreyn kullanımından kaynaklanan emisyon miktarları görülmektedir. Bant yükleyici kullanımının ekonomik olarak uygun olduğu durumlarda, elektrik enerjisiyle çalışmalarından dolayı kreyn operasyonu kaynaklı emisyonlar salınmamış olacaktır.

3. Sonuç ve Değerlendirme

Gemi işletmecileri genellikle geminin

etkisinin ne miktarda olduğu gösterilmiştir. Çalışma sonucunda, dizel jeneratörün %25 yükte iken kreynle yükleme veya tahliye yapılmasının IFO 380 ve IFO 180 yakıtlarında 1 gemi için yaklaşık 60.000-70.000 \$ arasında, MGO için 100.000-110.000 \$ arasında yıllık çalıştırma maliyeti oluşturduğu görülmüştür. %25 jeneratör yükünde kreyn çalıştırılması sebebiyle 1 yılda çalışmanın yapıldığı gemiyle benzer özellikte 10 gemisi olan bir şirket atmosfere yaklaşık 30-35 ton SO₂, 38-42 ton NO_x, 1980-2090 ton CO₂, 2.8-3 ton PM ve 4.2-4.5 ton HC emisyonları salmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde hem ekonomik hem de ekolojik nedenlerden ötürü yüksek güç tüketen gemi yardımcı makinelerinin

kullanılmasının optimize edilmesi gerektiği görülmektedir.

Kısaltmalar

DG	Dizel jeneratör
EF	Emisyon Faktörü
HC	Hidrokarbon
IFO	Intermediate fuel oil
IMO	Uluslararası denizcilik örgütü
KG	Gemi ağırlık merkezi
MARPOL	Gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi uluslararası sözleşmesi
MG	Mastoriden uzaklık
MGO	Marine gas oil
PM	Partiküler madde

Semboller

M	Kreyn grab yük taşıma kapasitesi (m^3/h)
b	Kreyn yük yükleme-tahliye sayısı
D	Yakıt ortalama fiyatı ($\$/kg$)
G	Kreyn çalışmıyorken dizel jeneratör
G+K	Kreyn çalışırken dizel jeneratör
M	Yük ambarlarının toplam kapasitesi (m^3)
m	Kreyn motoru yakıt tüketimi (kg/h)
n	Filodaki gemi sayısı
P	Güç (kW)

Teşekkür

İnce Denizcilik A.Ş. ve DPA & Teknik Müdür, Sayın Ahmet Yaşar CANCA'ya ve Makine Enspektörü Sayın Fatih ŞEKERCİ'ye analiz için gerekli verilerin temininde gösterdikleri destek ve katkılar için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) [http://www.imo.org/en/about/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](http://www.imo.org/en/about/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx) (Erişim Tarihi: 5 Ağustos 2017).
- [2] Başhan V. and Parlak A. (2015). Effects of Using Variable Speed Compressors in HVAC Systems on Emissions from Marine Auxiliary Diesel Engines, İstanbul: International Conference on Energy Systems (ICES'15) p. 1037-41.
- [3] Sun X, Liang X, Shu G, Lin J, Wang Y, Wang Y. (2017). Numerical investigation of two-stroke marine diesel engine emissions using exhaust gas recirculation at different injection time. Ocean Engineering 144:90-7.
- [4] Puškár M, Kopas M, Puškár D, Lumnitzer J. (2017). Method for reduction of the NO X emissions in marine auxiliary diesel engine using the fuel mixtures containing biodiesel using HCCI combustion. Marine Pollution Bulletin.
- [5] Kılıç A. (2009). Marmara Denizi'nde Gemilerden Kaynaklanan Egzoz Emisyonları. BAÜ FBE Dergisi; 11:124-34.
- [6] Kökkülünk G, Gonca G, Ayhan V, Cesur İ, Parlak A. (2013). Theoretical and experimental investigation of diesel engine with steam injection system on performance and emission parameters. Applied Thermal Engineering 54:161-70.
- [7] Geng P, Tan Q, Zhang C, Wei L, He X, Cao E, et al. (2016). Experimental investigation on NOx and greenhouse gas emissions from a marine auxiliary diesel engine using ultra low sulfur light fuel. Science of The Total Environment 572:467-75.
- [8] Agnolucci P, Smith T, Rehmatulla N. (2014). Energy efficiency and time charter rates: Energy efficiency savings recovered by shipowners in the Panamax

- market. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 66:173–84.
- [9] Seddiek IS, Elgohary MM. (2014). Eco-friendly selection of ship emissions reduction strategies with emphasis on SO_x and NO_x emissions. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering* 6:737–48.
- [10] Deniz C, Kilic A, Civkaroglu G. (2010). Estimation of shipping emissions in Candarli Gulf, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 171:219–28.
- [11] Deniz C. and Kilic A. (2009). Estimation and assessment of shipping emissions in the region of Ambarlı Port, Turkey. *Environmental Progress & Sustainable Energy* 107-115.
- [12] Talay AA, Deniz C, Durmuşoğlu Y. (2014). Analysis of Effects of Methods Applied to Increase the Efficiency on Ships for Reducing CO₂ Emissions. *Journal of ETA Maritime Science* 2:61–74.
- [13] Liu H, Ma X, Li B, Chen L, Wang Z, Wang J. (2017). Combustion and emission characteristics of a direct injection diesel engine fueled with biodiesel and PODE/biodiesel fuel blends. *Fuel* 209:62–8.
- [14] Zheng Z, Wang X, Zhong X, Hu B, Liu H, Yao M. (2016). Experimental study on the combustion and emissions fueling biodiesel/n-butanol, biodiesel/ethanol and biodiesel/2,5-dimethylfuran on a diesel engine. *Energy* 115:539–49.
- [15] Cárdenas MD, Armas O, Mata C, Soto F. (2016). Performance and pollutant emissions from transient operation of a common rail diesel engine fueled with different biodiesel fuels. *Fuel* 185:743–62.
- [16] Parlak A, Ayhan V, Cesur İ, Kökkülünk G. (2013). Investigation of the effects of steam injection on performance and emissions of a diesel engine fuelled with tobacco seed oil methyl ester. *Fuel Processing Technology* 116:101–9.
- [17] Poulsen RT. and Sornn-Friese H. (2015). Achieving energy efficient ship operations under third party management: How do ship management models influence energy efficiency? *Research in Transportation Business & Management* 17:41–52.
- [18] Perera LP. and Mo B. (2016). Emission control based energy efficiency measures in ship operations. *Applied Ocean Research* 60:29–46.
- [19] Ekanem Attah E. and Bucknall R. (2015). An analysis of the energy efficiency of LNG ships powering options using the EEDI. *Ocean Engineering* 110:62–74.
- [20] Ančić I. and Šestan A. (2015). Influence of the required EEDI reduction factor on the CO₂ emission from bulk carriers. *Energy Policy* 84:107–16.
- [21] Başhan V. and Parlak A. (2015) Değişken Deniz Suyu Sıcaklıklarında Çalışan Bir Gemi Soğutma Sisteminin Ekonomik Analizi. *Journal of ETA Maritime Science* 3:67–74.
- [22] Başhan V, Sönmez Hİ, Gonca G. (2016). Bir Yük Gemisinin Balast Operasyonunun Ekonomik ve Ekolojik Analizi, İstanbul: 1st International Congress on Ship and Marine Technology (SHIPMAR). 659-670
- [23] Global 20 Ports Average Bunker Prices. Ship & Bunker: <https://shipandbunker.com/prices/av/global/av-g20-global-20-ports-average> (Erişim Tarihi: 1 Eylül 2017).
- [24] Emission Control Areas (ECAs) designated under regulation 13 of MARPOL Annex VI (NO_x emission control) [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Emission-Control-Areas-\(ECAs\)-designated-under-regulation-13-of-MARPOL-Annex-VI-\(NOx-emission-control\).aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Emission-Control-Areas-(ECAs)-designated-under-regulation-13-of-MARPOL-Annex-VI-(NOx-emission-control).aspx) (Erişim Tarihi: 9 Eylül 2017).
- [25] European Commission Directorate General Environment, Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/chapter2_ship_emissions.pdf (Erişim Tarihi: 1 Ekim 2015).



Evaluation of Investment Impact on Port Efficiency: Berthing Time Difference as a Performance Indicator

Bayram Bilge SAĞLAM, Abdullah AÇIK, Egemen ERTÜRK

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Türkiye
bayram.saglam@deu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0003-4977-1634
abdullah.acik@deu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0003-4542-9831
egemen.erturk@deu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-4442-6674

Abstract

Highly competitive nature of port business environment puts heavy pressure on port operators on performance related issues. In order to be competitive, after all the other strategic moves are exhausted, what is left is to improve the performance of a port by means of increasing the number of vessels calling the port. One way to achieve this goal is to minimize the time spent at port for each vessel. Using the data envelopment analysis (DEA) method to evaluate its efficiency, this paper analyzes a port which made investments in order to improve this issue with berthing time difference (BTD) as the output. The results show that DEA method can be a valuable tool for port operators in evaluating the efficiency of their investments.

Keywords: Port Efficiency, Port Investment, Port Time, Data Envelopment Analysis.

Yatırımların Liman Verimliliği Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi: Bir Performans Göstergesi Olarak Yanaşma Zaman Farkı

Öz

Liman işletme çevresinin rekabetçi doğası, liman işletmecilerine performans ile ilgili hususlarda bir baskı unsuru oluşturmaktadır. Rekabetçi avantajı elde etmek adına, stratejik olarak yapılabilecek hamleler tükendiğinde, geriye kalan tek seçenek limana uğrayan gemileri artırma yolu ile liman performansını yukarı çekmektir. Bu hedefe ulaşmanın bir yolu her bir geminin limanda kaldığı süreyi minimuma indirmektir. Bu çalışma, veri zarflama analizi (VZA) ile, bu hususu geliştirmek için yatırım yapmış bir limanı, çıktı olarak yanaşma zaman farkını (YZF) kullanarak analiz etmektedir. Sonuçlar VZA'nın liman işletmecileri tarafından yatırımlarının değerlendirilmesinde önemli bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Liman Etkinliği, Liman Yatırımı, Liman Süresi, Veri Zarflama Analizi.

The maritime trade has always mirrored the global economy and can almost be deemed an indicator of it. The lingering decrease in the world trade made the already cut-throat port industry even more competitive. The severity of the circumstances becomes clearer in the competition of ports in the same region or even the same country [1]. While other factors such as hinterland and proximity to industry/consumer is on the same level, and considering the port fees would be almost identical, all that is left to make a difference is the port efficiency. In order to gain a competitive edge, slightest it might be, port authorities plan, strategize and implement both infrastructural and superstructural investments, and as to compare with their competitors, majority use the cargo throughput figures. Port efficiency has been thoroughly researched in the literature, for multiple reasons including the above mentioned ones. However, while cargo throughput seemingly was the main focus in most of such researches, it is merely a fracture, when one considers the port functions as a whole. While the cargo throughput is an important performance indicator in port authorities' point of view, time the vessel spends at the port is one of the more important criteria when it comes to port selection for shipowners. The time spent at port not only means more costs for the shipowner, but also can create bottlenecks in the supply chain process [2, 3]. Thus the expectations of the port users regarding the port time results in a pressure that is put on the port authority. To overcome this pressure, port authorities are forced to implement infrastructural or superstructural developments besides carrying out effective operational planning.

In the light of this information, this study focuses on time spent at port as a performance indicator. As Data Envelopment Analysis (DEA) analyzes efficiency by comparison with the best

practice, it has been increasingly used as an efficiency measurement tool [4]. This paper aims to evaluate the effects of port investments and resource assignments on average time that a vessel spends in port between the actual berthing time and the requested berthing time.

The majority of researches regarding the port efficiency considers cargo throughput as the sole output, only a small number of researches considers different aspects of port efficiency eg. [5, 6, 7, 8, 9]. Even when it is considered as an output, port time related outputs include the whole time that a vessel spends in port without distinguishing the waiting caused by parties other than the port. This paper's originality comes from the fact that the authors chose to analyze the time that the port actually has control over, which can be seen as a true indicator of performance.

The structure of the paper is as follows: In the first section of this paper, the related literature is reviewed based on the different DEA methodologies and aims on port efficiency. In the second section, the applied methodology and the data used are explained and finally in the third section the results are discussed and some suggestions are made on the matter of reducing port time.

2. Literature Review

In today's competitive port industry conditions, the importance of port efficiency is becoming increasingly obvious. Whilst the usage of DEA method in port efficiency measurement is becoming widespread, researches are greatly varied not only by their aim, but also with their sample, methodological approaches and input/output selections.

In this body of literature, the study of Roll and Hayuth [10] appears to be the initial attempt that applies DEA to the port industry. However, as the data of the study were hypothetical, the authors aim

is only to point out the usefulness of DEA for measuring the port efficiency. This research can be considered as a kickstarter for the application of DEA method in port efficiency measurement researches with differing aims.

The main aim in the majority of the researches have been determining the sources of inefficiency in order to indicate possible improvements to be made regarding port efficiency. Although these studies approach the matter in the same aim, their samples and input/output selections for evaluating efficiency differs. Among these researches, some of them took it a step further and carried out benchmark analysis as well [11, 12, 13, 14, 15]. By doing so, the findings of these researches have provided valuable information for the inefficient ports by indicating the efficient ports which they should emulate.

Apart from that, the relation between the efficiency and the size of the terminal have been important research question in the literature. However, the related studies revealed that the size is not a determining factor for port efficiency aimed to explore whether there is a relation between port ownership and efficiency but it is found that no relationship exists between them [15, 16, 17].

The differences between the aims of the port efficiency studies resulted in various methodological approaches as well. In his study, Itoh [18] focused on 8 major container ports in Japan and applied window analysis in order to determine the efficiency changes in 9 years period. Similar to Itoh [18], Al-Eraqi et al. [19] performed both standard DEA models namely CCR, BCC and window analysis together in their research and gained larger details on performance analysis of main seaports in the Middle Eastern and African countries.

So et al. [20] aimed to measure the relative efficiency of major container ports in the Northern Asia and identified the

sources and degrees of inefficiency. This study distinguishes itself from the others by applying super-efficiency model apart from standard DEA models. By doing so, the study makes a further investigation on the efficient DMUs and measures how much the inputs can be increased while not become inefficient. In resemblance, Ablanedo-Rosas and Ruiz-Torres [13] used super-efficiency model and examined 29 Mexican ports by providing the ranking of the efficient decision making units (DMUs).

Beside the above mentioned researches, there have been some interesting studies with their unique and/or pioneering methodological approaches. Lin and Tseng [6] applied slack variable analysis to reveal the potential areas that needs to be improved for altering the inefficiencies. Following this, a sensitivity analysis is conducted to identify the weights of the inputs and outputs in terms of their effect on the efficiency. Ng and Lee [7] evaluated the efficiency of major Malaysian container ports both with cross-sectional and panel data analysis. Different from others, this paper added a port (Port of Singapore) which is not originally involved in the sample in order to gain an advantage of providing a reference point. To identify the potential sources of inefficiencies, Min and Park [8] proposed a hybrid DEA/simulation model and measured capacity utilization and throughput efficiency of selected container ports.

When studies similar to this one that focus on Turkish container terminals are analyzed, it's seen that they vary in sample selections; methods applied and input/output selections. Ateş and Esmer [21] linked DEA with Malmquist Total Factor Productivity Index in order to analyze the effects of 2009 global financial crisis on 13 Turkish container terminals. With a broader sample including 16 Turkish container terminals, Ateş and Esmer [22] applied various DEA models, namely; CCR,

BCC and super efficiency along with Free Disposal Hull method, which is another relative efficiency measurement tool. While these two studies analyze TEU throughput as the sole output, in the researches of Güner [23, 24], the scope of the efficiency analysis was widened as the outputs also include additional performance indicators such as number of ships and total revenue.

The common ground of the reviewed literature is that each of the studies compares different ports as DMU's and rarely use other model outputs than TEU throughput. This research differs in both of the above mentioned matters by i) applying the longitudinal data of a single port as DMU's, ii) analyzing BTD as an output measure considering its importance as a key performance indicator.

3. Methodology

DEA is one of the most commonly used non-parametric mathematical programming technique which is developed by Charnes et al. [25]. It is based on an efficiency concept which was originally introduced by Farrel [26]. In this concept, efficiency frontiers are constructed and homogenous DMUs are used to estimate relative efficiencies. Any unit on the frontier is considered efficient and the units positioned below the frontiers are considered inefficient.

The most popular DEA models are the CCR and BCC models. The original model of DEA is CCR which is mathematically modeled by Charnes et al. [25]. It assumes constant return to scale relationship between inputs and outputs. The BCC model which is introduced by Banker et al. [22] assumes variable returns to scale.

The initial CCR output - oriented model (in envelopment form), can be stated as follows:

$$Max \theta_0 + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = x_{i0}; \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + S_r^+ = \theta_0 y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s;$$

$$\lambda_j, S_i^+, S_r^- \geq 0, \forall j, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad 0 < \varepsilon \ll 1$$

where: m is the number of inputs, s is the number of outputs and n is the number of years (DMUs) used in the evaluation; θ_0 is the radial efficiency factor showing the proportional increase in output levels of the year 0; λ_j is the intensity factor showing the contribution of year j in the derivation of the efficiency of year 0; x_{ij} is the amount of the *i*th input used by the *j*th year; y_{rj} is the amount of the *r* output produced by the *j*th year; ε is a small positive number to ensure that the inputs and the output have at least some weighting in the efficiency measure; and S_i^-, S_r^+ are input and output slack variables.

The efficiency rating of the "0" year is given by the index $z_0^* = 1/\theta_0^*$, where θ_0^* is the optimal value of the θ_0 . Years which $z_0^* = 1$ are characterized as relative efficient or benchmark years, while years for which $z_0^* < 1$ are lie inside the frontier and characterized as inefficient.

Note that the above original model (CCR) uses constant return to scale, as pointed out previously. Banker et al. [27] extended the above original model to account for the existence of variable return to scale. The variable return to scale model (known as BCC model) can be obtained through the addition of a convexity constraint to model requiring that the multipliers λ_j add up to 1 ($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$).

DEA models should be developed in consistency with the research aim. It can be either input reduction or output augmentation. If the main aim is to identify elements that are over-using resources, then input reduction should be the main focus of the application. That means, the

input oriented model is the appropriate tool for the application. If the aim is output augmentation, then the appropriate analysis tool is an output oriented model [28].

In light of this information, this paper, incorporating data from Mersin International Port (MIP) covering a 6 year period, applies both output-oriented CCR and BCC models. MIP has undergone considerable infrastructural and superstructural investments throughout this 6 year period. This fact makes MIP a fitting selection for the analysis of investments' effect on efficiency. On top of this, MIP is located in a competitor heavy region with other ports which share the common hinterland such as Limak and Assan Port. In this competitive environment, ports' efficiency on reducing "time spent on port" is considered as an important indicator that shapes the port users satisfaction and ship owners' decision making on port selection.

4. Specification of Input and Output Measures

One of the more important points when conducting a DEA analysis is determining the input/output variables in accordance with the aim of the research. The specification of variables to be used in the model is critical. Identifying misleading or unfit input or output could lead to biased results and thus inappropriate conclusions [29]. This study, applying an output-oriented model, handles "Berthing Time Difference (BTD)" as the output. BTD is the difference between the actual berthing time and the requested berthing time by the vessel. The purpose behind choosing BTD as an output is the fact that BTD provides more realistic port time measurement as it only includes the time lost caused

by the port. In this context, the following can be classified as inputs that may have an effect on BTD as an output: number of berths, berth length, draft (m), number of tugs, number of quay cranes, storage area (m²) and labour. However, the interviews conducted with the operational managers of MIP resulted in the exclusion of number of berths, storage area and labour inputs for container terminal operations and storage area and labour inputs for dry bulk terminal operations as the port had never encountered any shortage or congestion regarding these inputs. In light of this information, the following table presents input and output variables for both models.

Table 1. Input and Output Measures

	Dry bulk terminal	Container terminal
Output	$y_1 - 1/\text{BTD}$	$y_1 - 1/\text{BTD}$
Input	x_1 - number of tugs	x_1 - number of tugs
	x_2 - number of quay cranes	x_2 - number of quay cranes
	x_3 - maximum draft	x_3 - maximum draft
	x_4 - berth length	x_4 - berth length
	x_5 - number of berths	

DEA method is an efficiency measurement tool which postulates that the efficiency would increase as the value of output increases. As the model will assume the lower the BTD is the higher the performance would be, this data is included in the model as 1/BTD. In addition to this, operations with a greater BTD value than 20 days are considered as an indicator of shipowner related delays. For this reason such cases have been removed from the data set. The BTD is calculated as an annual average based on the below equation where n represents the total number of vessel calls.

$$\text{Average BTD} = \frac{\sum_1^n (\text{Actual Berthing Time} - \text{Requested Berthing Time})}{n}$$

Tug service is one of the more important port service that would effect the berthing performance of a terminal. Any shortage or drawback in this service can result in delays and decreasing efficiency. Between the years 2011-2014, the number of tugs in MIP were 4, whereas in the next year it increased to 5.

Number of quay cranes is another important matter in berthing performance. As quay cranes' responsibility is of the highest order when it comes to handling operation, the number of cranes directly effects berth occupancy. Number of quay cranes in MIP dry bulk terminal were 4 throughout the time period covered by this study, while in container terminal the number of quay cranes have increased from 12 to 16 with the equipment investments made in May of 2015. In order to reflect this change into the annual data number of quay cranes have been weighted as number of quay cranes multiplied by months.

Draft of a berth is a deciding factor in limiting the size of the vessels that can be berthed in that specific terminal. In MIP, the maximum draft for dry bulk terminal is 14 meters, while the container terminal was treated to an upgrade from 14 meters to 15.5 meters as a part of the new quay building investment in 2014.

Berth length of a terminal is determinant

in the size of the vessels that can call a terminal. Berth length, along with number of berths, are measures that decides berth availability. In this model the number of berth was not included in container terminal analysis for two reasons: (i) this input had not changed over the time period that is covered by this study, (ii) port representatives noted that there had never been performance deficiencies caused by number of berth number. However in the dry bulk terminal, berth number decreased from 14 to 12, as the previously shared 3 berths were assigned exclusively for container handling in 2014. This change of assignment affected the berth length as well. The port's total berth length was 2160 meters through the years of 2011 to 2013. In 2014, the construction for expansion of the container terminal berths left the port with 1885 meters of berth length, which was followed by the completion of expansion, resulting in a total of 2385 meters in the year of 2015. Whereas in the dry bulk terminal, the total berth length was 2045 meters through the years 2011 to 2013, up until the assignment of 3 berths to container terminals, reduced this number to 1615 meters. Raw data for the above mentioned inputs can be summarized in the following table:

Table 2. Raw Data of Inputs and Outputs

Years	1/BTD		NUMBER OF TUGS		NUMBER OF CRANES		NUMBER OF BERTHS		BERTH LENGTH		DRAFT	
	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
2011	0,1914	0,3780	4	4	144	4	NI	14	2160	2045	13	14
2012	0,1279	0,2375	4	4	144	4	NI	14	2160	2045	13	14
2013	0,1678	0,1581	4	4	144	4	NI	14	2160	2045	13	14
2014	0,1781	0,0409	4	4	144	4	NI	12	1885	1615	15,5	14
2015	0,1675	0,0675	5	5	164	4	NI	12	2385	1615	15,5	14
2016	0,2138	0,0760	5	5	192	4	NI	12	2385	1615	15,5	14

*NI=Not Included, C=Container Terminal, B=Dry Bulk Terminal

5. Results

In this section, related data from the year 2011 to 2016 is evaluated by using DEA-CCR and DEA BCC models. Table 3 shows statistics of container and dry bulk terminals separately. DEA-CCR model reflects the results with the assumption of constant return to scale whilst DEA-BCC model represents the results with variable return to scale. In this study, as DMUs consist of years of a single port, CCR model, with its function on constant return to scale, is essential for the overall performance evaluation of the port and proves to be more useful for this study than BCC. Therewithal, with comparing the results acquired through BCC and CCR models would help identify overuse of port resources (inputs).

Table 3. Statistics Summary of DEA Analysis

Years	Container Terminal		Dry Bulk Terminal	
	CCR	BCC	CCR	BCC
2011	1,00	1,00	1,00	1,00
2012	0,67	0,67	0,63	0,63
2013	0,88	0,88	0,42	0,42
2014	1,00	1,00	0,14	1,00
2015	0,78	0,83	0,23	0,89
2016	1,00	1,00	0,25	1,00

Analyzing the results presented in Table 3 shows that the implemented investments of MIP, along with the shift in assignments of two of berths have significant effect on the efficiency. In container terminal, the most efficient DMUs are the years 2011, 2014 and 2016 both according to CCR and BCC models.

Between the years of 2011 to 2013, there seems to be a varying degree of decrease in the efficiency, due to do increase in BTD levels, with no change in inputs. The following year of 2014, is one of three most efficient DMUs. However, the main reason for its efficiency score stems from

the decrease in berth length input. The implemented investments mentioned in the previous section started to reveal itself as increase in inputs in 2015. Albeit, when analyzed in mere efficiency perspective, the efficiency score decreased as the BTD levels increased along with those increasing inputs. In 2016, the increase in the quay crane number provided positive outcomes, achieving perfect efficiency and the lowest level of BTD among the compared years.

When the findings regarding the dry bulk terminal are analyzed, it is seen that the most efficient DMU in the CCR model is the year 2011. Whereas, according to BCC model, along with 2011, years 2014 and 2016 also have perfect efficiency scores. The year 2011, when compared with the rest has the lowest BTD level and highest level of inputs (except tug number). In the following two years, even though the input levels remained constant, BTD levels increased gradually. These results, along with the number of ship calls shown in Table 4 proves that there is indeed a decrease of efficiency in each input performance. Although this decrease of efficiency in the dry bulk terminal should be considered as an indicator of investment requirement in said terminal, as the container terminal was the main focus of investment, the number of berths assigned to dry bulk terminal was decreased to 12 from 14 as a result of assignment of the said berths to the container terminal in 2014. Consequently, according to the CCR model, the year 2014 stands out as the least efficient DMU. On the other hand, according to the BCC model, in context with the decrease in inputs, a higher score of efficiency was achieved. In the years 2015 and 2016, the small increase in the number of tugs, resulted in a similar small increase in efficiency scores. The fact that CCR efficiency scores are low while the BCC efficiency scores are high is an indicator that there is an overuse of resources in these years, similar to the year 2014.

Table 4. Annual Number of Ship Calls for Terminals

Years	Container	Dry Bulk
2011	1361	1315
2012	1463	1280
2013	1538	1007
2014	1543	1083
2015	1437	765
2016	1479	767

As it can be seen from Table 4, the shift of inputs from dry bulk to container terminal resulted in longer BTD and consequently lesser ships calling the dry bulk terminal of the port. On the other hand, said inputs served the needs of the container terminal and helped keeping a steady number of vessel calls with minor fluctuations.

6. Conclusion and Discussion

DEA is a commonly used method in port performance measurement studies. Majority of the studies uses cargo throughput as output while analyzing port performance. However, aside from the cargo throughput, another significant yet understudied performance aspect which has an important effect on port selection is ship waiting time. In this study, BTD is selected as the output, since it covers the waiting time period that is fully related with the performance of the port. Application of this DEA to MIP allowed the authors to investigate the effects of investments on BTD, as MIP implemented various improvements on related inputs through the years.

Results show that, the container terminal which had a high level of efficiency in 2011, fell below this level throughout the process. Following the investments that include the increase of berth length, number of quay cranes, number of tugs and draft level, the needs arising from the increasing volume of cargo flow were met and high efficiency

level was once again achieved.

However, in the dry bulk terminal, the high level of efficiency that was present in 2011 could not be maintained and suffered a significant decrease in terms of constant return to scale in the last three years, after the shift of assignments regarding length and number of berths to the container terminal. A crucial point that needs to be emphasized is that, even though the resources were used efficiently with the limited means at hand through these years, when compared with the year 2011 they still fall short. This situation also indicates an overuse of resources and has the potential of causing maintenance and depreciation costs. In order to cope with this problem, two strategies could be recommended; (i) investing on the inputs of the dry bulk terminal in parallel with investments made in container terminal, (ii) increasing the already present inputs' efficiency levels by optimizing their usage.

As a result, BTD efficiency has a significant role in service quality and directly affects the future selection decisions of port users. Especially in regions with heavy inter-port competition, this aspect of port efficiency comes out as a mean to gain competitive edge, because in the shipowners perspective, a port that handles their vessel faster, is a better port. In this regard, measuring port performance in BTD aspect proves to be a guide light for decision makers, helping with both evaluating their current position and future planning.

The main limitation of this research is the number of DMU's (years) which is caused by the availability of the recorded data. Another limitation is that, in similarity with the other studies in the literature, this study analyzed equipment based inputs solely on quantity, disregarding their specifications related with their performance.

For further researches, it is possible to carry out thorough investigations by using

differing methodologies. For instance, super efficiency analysis, with providing the possibility to compare efficient DMUs against each other, offers a more detailed analysis. Another research suggestion might be the inclusion of more ports, enabling the usage of panel data for the efficiency comparison and benchmarking analysis among them.

References

- [1] Notteboom, T. and Winkelmanns, W. (2001). Structural changes in logistics: How will port authorities face the challenge?. *Maritime Management and Policy*, 28 (1): 71-89.
- [2] Akbayirli, K., Devenci, D. A., Balci, G. and Kurtuluş, E. (2016). Container port selection in contestable hinterlands. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(3): 249-265
- [3] Saeed, N. and Aaby, B. C. (2013). An analysis of factors contributing as selection criteria for users of European container terminals. *TRB 2013 Annual Meeting*.
- [4] Cullinane, K. and Wang, T. F. (2006). Data envelopment analysis (DEA) and improving container port efficiency. *Research in Transportation Economics*, 17: 517-566.
- [5] Barros, C. P. (2003). The measurement of efficiency of Portuguese sea port authorities with DEA. *International Journal of Transport Economics*, 30 (3): 335-354.
- [6] Lin, L. C. and Tseng, C. C. (2007). Operational performance evaluation of major container ports in the Asia-Pacific region. *Journal of Maritime Policy & Management*, 34 (6): 535-551.
- [7] Ng, A. S. F. and Lee, C. X. (2007). Productivity analysis of container ports in Malaysia: A DEA approach. *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 7: 2940-2952.
- [8] Min, H. and Park, B. I. (2008). A hybrid data envelopment analysis and simulation methodology for measuring capacity utilization and throughput efficiency of container terminals. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 4 (6): 650-672.
- [9] Kamble, S. S., Raoot, A. D. and Khanapuri, V. B. (2010). Improving port efficiency: A comparative study of selected ports in India. *International Journal of Shipping and Logistics*, 2 (4): 444-470.
- [10] Roll Y. and Hayuth Y. (1993). Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). *Journal of Maritime Policy & Management*, 20 (2): 153-161.
- [11] Min, H. and Park, B. I. (2005). Evaluating the inter-temporal efficiency trends of international container terminals using data envelopment analysis. *International Journal of Integrated Supply Management*, 1 (3): 258-277.
- [12] Barros, C. P. (2006). A benchmark analysis of Italian seaports using data envelopment analysis. *Maritime Economics & Logistics*, 8 (4): 347-365.
- [13] Ablanedo-Rosas, J. H. and Ruiz-Torres, A. J. (2009). Benchmarking of Mexican ports with data envelopment analysis. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 1 (3): 276-294.
- [14] Hung, S. W., Lu, W. M. and Wang, T. P. (2010). Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports. *European Journal of Operational Research*, 203 (3): 706-713.
- [15] Munisamy, S. and Singh, G. (2011). Benchmarking the efficiency of Asian container ports. *African Journal of Business Management*, 5 (4): 1397-1407.
- [16] Rajasekar, T., Sania, A. P. and Malabika, D. P. (2014). Measurement of efficiency of major ports in India

- A data envelopment analysis approach. *International Journal of Environmental Sciences*, 4 (5): 926-936.
- [17] Cullinane, K. P. B., Ji, P. and Wang, T. F. (2005). The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry. *Journal of Economics and Business*, 57 (5): 433-462.
- [18] Itoh, H. (2002). Efficiency changes at major container ports in Japan: A window application of data envelopment analysis. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 14 (2): 133-152.
- [19] Al-Eraqi, A. S., Mustafa, A., Khader, A. T. and Barros C. P. (2008). Efficiency of Middle Eastern and East African seaports: Application of DEA using window analysis. *European Journal of Scientific Research*, 23 (4): 597-612.
- [20] So, S., Kim, J., Cho, G. and Kim, D. (2007). Efficiency analysis and ranking of major container ports in northeast Asia: An application of data envelopment analysis. *International Review of Business Research Papers*, 33 (2): 486-503.
- [21] Ateş, A. and Esmer, S. (2013). Türk konteyner terminalleri üzerinde 2009 yılı küresel finans krizinin etkileri. *Sayıstay Dergisi*, 91: 105-125.
- [22] Ateş, A. and Esmer, S. (2014). Farklı yöntemler ile türk konteyner limanlarının verimliliği, *Verimlilik Dergisi*, 2014 (1): 61-76.
- [23] Güner, S. (2015). Proposal of a two-stage model for measuring the port efficiency and an implication on Turkish ports. *Alphanumeric Journal*, 3(2): 99-106.
- [24] Güner, S. (2015). Investigating infrastructure, superstructure, operating and financial efficiency in the management of Turkish seaports using data envelopment analysis. *Transport Policy*, 40: 36-48.
- [25] Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6): 429-444.
- [26] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120 (3): 253-290.
- [27] Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9): 1078-1092.
- [28] Cook, W. D., Tone, K. and Zhu, J. (2014). Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega*, 44: 1-4.
- [29] Panayides, P. M., Maxoulis, C. N., Wang, T. F. and Ng, K. Y. A. (2009). A critical analysis of DEA applications to seaport economic efficiency measurement. *Transport Reviews*, 29 (2): 183-206.



Tersaneler için Bir Üretim Planlama ve Kontrol Metodoloji Önerisi

Mustafa KAFALI¹, Yalçın ÜNSAN², Murat ÖZKÖK³

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Türkiye

³Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Türkiye

mustafakafali@outlook.com; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-8077-1686

unsany@itu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0003-1539-376X

muratozkok@ktu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-1782-8694

Öz

Müşteri odaklı ve siparişe özel çalışan tersanelerin yaşadıkları zorluklardan biri de üretimin planlanması ile ilerlemenin kontrol edilmesidir. Bu zorluk üretimin kendi dinamikleri çerçevesinde ilerlemesine ve denetim dışı yürümesine neden olmaktadır. Yüksek süreç içi stok seviyesi bu tarz gemi inşaatının içinden çıkılmaz hale gelmesine sebep olan faktörlerden birisidir. Süreç içi stok seviyesinin yüksek olmasının bir diğer olumsuz tesiri de üretim ortamındaki problemleri gizlemesi ve dolayısıyla da çözümünü zorlaştırmasıdır. Bu çalışmada bahsedilen mantığa göre çalışan tersaneler için mevcut performans değerlerine göre güncellenen bir planlama usulü ve geminin çelik tekne kısmının üretimi esnasında süreç içi stok seviyesinin aşırı artmasını önlemeye yardımcı olacak bir üretim kontrol sistemi modeli araştırması yapılmıştır. Ortaya konulacak olan modelin bu tip tersaneler için bir başlangıç uygulaması olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gemi İnşaatı, Üretim Kontrol Sistemi, Planlama.

A Production Planning and Control Methodology Proposal for Shipyards

Abstract

One of the biggest troubles of the shipyards working customer-oriented and tailor-made manner is planning and controlling of the production progress. This problem causes the production to proceed in the framework of its own dynamics and out of supervision. In this type of shipbuilding, one of the most complicating factors is excessive work-in-process level. Another negative effect of the excessive work-in-process level is that it hides the problems in production stations, and therefore, makes it difficult to solve these problems. A scheduling method, which is updated based on current performance, and a production control system, which prevents the excessive increase of work-in-process level during steel hull production, are investigated for the shipyards that work mentioned genre before. The model to be introduced is thought to be a starting application for such type of shipyards.

Keywords: Shipbuilding, Production Control System, Scheduling.

1. Giriş

Gemi imalatının zorlu yapısı, farklı ve birbirleriyle etkileşimli faaliyetleri içermesi iyi bir planlama ve üretim kontrolünü mecburi kılar. Bu meselenin çözümü için tersaneler çeşitli proje yönetim usulleri ve bilgisayar programları kullanmaktadırlar. Öte yandan bazı tersaneler planlama ve yapılan planla uyumlu bir imalat gerçekleştirmede zorlanmaktadırlar.

Üretimin sistemli olarak devam etmesi için ilerlemenin devamlı ölçülmesi gerekir. İmalatın ilerlemesinin sürekli olarak izlenebilmesi için üretim ortamında ihtiyacı karşılayacak seviyede bir ölçüm sistemi bulunmalıdır. Bu ölçüm sisteminin kapsamı ve şekli mamule ve üretim stratejisine göre tespit edilmelidir. Ayrıca birim imalat için performans değerlerinin bilinmesi zaman tahlillerinin yapılabilmesi için zorunludur. Öte yandan birim imalat performans değerleri zaman içinde değişebilir. Dolayısıyla ortaya çıkan bu yeni performans değerleri imalatın başlangıcında yapılmış olan temel planda da sapmaya neden olur. Bu sapma, miktarına bağlı olarak proje teslim zamanının üzerinde olumsuz bir tesire sebep olacaktır. Bahsedilen problemin aşılabilmesi için mevcut performans değerlerinin belli periyotlarla yeniden tespit edilip planlamaya yansıtılması suretiyle yeni durum ortaya konulmalı ve sorunun aşılması için sapma miktarına göre gerekli tedbirler devreye sokulmalıdır.

Üretim esnasında ham madde çeşitli işlemlerden geçerek nihai ürün halini alır. Bu işlemlerin yapıldığı imalat yerlerinde ve bu imalat yerlerinin aralarında yarı mamul birikmeleri olur. Süreç içi stok olarak isimlendirilebilecek, işlem görmekte olan veya işlem görmek için ara stoklarda bekleyen bu yarı mamullerin miktarı üretim sistemlerinin performansları üzerinde önemli bir tesire sahiptir. Bu sebeple sisteme giren hammaddenin üretim akışında aşırı yığılmalara ve tıkanmalara sebep olmaması

yanı sıra imalat yerlerinde boş kalmayı da önleyecek seviyede olmasını sağlayacak bir üretim kontrol sistemi gereklidir.

İlerleyen bölümlerde ilk olarak literatür taramasına yer verilmiştir. Bu kısımda gemi inşaatında planlama ve üretim kontrolü ile alakalı çalışmalardan bahsedilmiştir. Akabinde problemin tanımı yapılmıştır. Daha sonra problemin çözümü için geliştirilen metodoloji verilmiş ve her bir adımı kısaca açıklanmıştır. Bir sonraki kısımda önceki bölümde ana hatlarından bahsedilen metodolojinin detayları ortaya konmuştur. Bu bölüm bir vaka çalışması olmayıp problem tanımında özellikleri belirtilen bir tersanede yapılan gözlemlere dayanarak geliştirilen metodolojinin teferruatı anlatılmıştır. Bu bağlamda blok imalatı sırasında elde edilen yarı mamullerden bahsedilmiş ve basitleştirilmiş bir blok imalat stratejisi tanımlanmıştır. Ardından blok üretimi için yeni bir plan güncelleme yöntemi ve üretim kontrol sistemine yer verilmiştir. Bu kısımda öncelikle blok imalatının başlangıcındaki verilere bağlı olarak ilk planın belirlenmesinden bahsedilmiştir. Akabinde güncel performansın ilk planlamaya yansıtılması ile plan güncellemesinin nasıl yapılacağı anlatılmıştır. Bunu takiben sistem içindeki süreç içi stoku sınırlandırmayı amaçlayan üretim kontrol sistemi tanıtılmıştır. Son bölümde ise ortaya atılan yeni yöntemin değerlendirilmesine yer verilmiştir.

2. Literatür Taraması

Gemi inşaatında planlama mevzusundaki literatüre bakıldığında tersane alanının en iyi biçimde kullanılmasına yönelik olarak yapılan çalışmaların ciddi ağırlığı olduğu görülmektedir[1-3]. Öte yandan montaj sırasının planlanması da kimi yazarlar tarafından ele alınmıştır[4-6]. Cho ve diğ. blok imalatında kaynak faaliyetinin planlanması için bir sistem geliştirmiştir[7]. Sikorra ve diğ. planlama faaliyetinin daha ilk aşamalarında iş

miktarının tahmin edilmesi üzerine çalışmıştır[8]. Wang ve diğ. panel blok üretim hattı optimizasyon ve çizelgelemesi üzerine araştırma yapmıştır[9]. Cha ve Roh proses planlama için simülasyon çalışması yapmıştır[10]. Seo ve diğ. vaka temelli muhakeme kullanarak blok montajı için bir proses planlama sistemi geliştirmiştir[11]. Cho ve diğ. blok imalatı için bütünlük bir proses planlama ve çizelgeleme sistemi tanımlamıştır[12]. Dong ve diğ. gemi imalatında esnek üretimin etkisini araştırmışlardır. Bu bağlamda düz blokların da eğrisel blok üretim hattında imal edilmesinin tesirini belirlemek amacıyla blok üretiminin bir kuyruk ağ modelini geliştirmişlerdir. Bu şekilde darboğaz etkisinin düşeceğini, diğer faaliyetler için ileri planlama ve çizelgelemenin geliştirilebileceğini belirtmişlerdir [13]. Rose ve Coenen blok imalatında iş yükü değişimlerini ve dış kaynak kullanımını aynı anda asgariye indirmeyi amaçlayan, blok donatımının da tesirini ihtiva eden bir matematiksel model geliştirmişleridir. Bu model sayesinde otomatik olarak blok imalat planları elde edilebilmektedir [14]. Fuente ve Manzanares bir tersanede uygulamaya konulmuş kazanılmış değer konsepti temelinde geliştirilen üretim kontrol sisteminin mevcut uygulama durumunu anlatmışlardır [15]. Dong ve diğ. gemi imalatında esnek üretim sağlayan bir kontrol politikası tasarlamışlardır [16]. Lee ve diğ. bir tersanenin iş birliği ile bir proje kapsamında çizelgeleme sistemleri arasında hiyerarşik mimarinin, blok montajı çizelgelemesinde kısıtların, tersane alanına göre çizelgelemenin, dinamik montaj hattı çizelgelemenin ve adam-saat kestirimi için yapay sinir ağlarının bir arada kullanıldığı bir entegre tersane planlama ve çizelgeleme sistemi ortaya koymuşlardır. Geliştirilen sistem söz konusu tersanede başarılı bir şekilde uygulamaya alınmıştır [17]. Yoon ve diğ. blokların kızak montajından önce birleştirilerek daha

büyük blokların inşa edildiği gemi üretim metodunu kullanan tersaneler için ön kızak montaj alanındaki iş yükünün optimize edilmesi ve böylece darboğazın önlenmesi için blok montaj sırası ortaya çıkaran bir program geliştirmişlerdir [18]. Rose ve Coenen kompleks gemi tipleri imal eden tersanelerde kızakta blok montajı için uygulanabilir ve optimize edilmiş çizelgeler kümesi geliştiren bir metot sunmuşlardır [19]. Dong ve diğ. gemi imalatındaki temel faaliyetlerden biri olan donatım faaliyetinin planlanması ve kontrolünü iyileştirmek için CONWIP iş serbest bırakma politikası altında iki aşamalı esnek bir kuyruk modeli geliştirmişlerdir [20].

Bu çalışmada gemi inşaatında önemli yer tutan, geminin çelik teknesini oluşturan blokların imalatı ele alınarak tersaneler için bir çizelgeleme ve üretim kontrol usulü üzerinde durulmuştur. Problem ile alakalı önerilen metodolojinin özellikle üretim planlama ve kontrolünde zorlanan tersanelerde bir başlangıç uygulaması olabileceği düşünülmektedir.

3. Problemin Tanımı

Gemi bloku imalatı esnasında hammadde olan sac ve profillerin kesilmesinden blokun üretilmesine kadar geçen sürede çeşitli yarı mamuller elde edilmektedir. Bu yarı mamuller farklı parçaların birleşmesiyle basitten karmaşığa doğru ortaya çıkar. Farklı üretim stratejilerine göre değişik yarı mamuller ile karşılaşılabilir.

Bazı tersaneler üretim planlama ve kontrolünde zorlanmaktadır. Bu gibi tesislerde genellikle tam bir üretim akışı sağlanamamıştır. Ayrıca her ne kadar proje evvelinde bir ilerleme planı yapılırsa da bu plan çok genel ve detaylardan uzak bir içeriği haizdir. Bununla birlikte bu tesislerde yapılan plana uyulmadığı, plan üzerinde genellikle güncelleme yapılmadığı ve üretimin kendi dinamikleri içinde ilerlediği gözlemlenmektedir. Yine bu tesislerde üretim kontrolü sadece

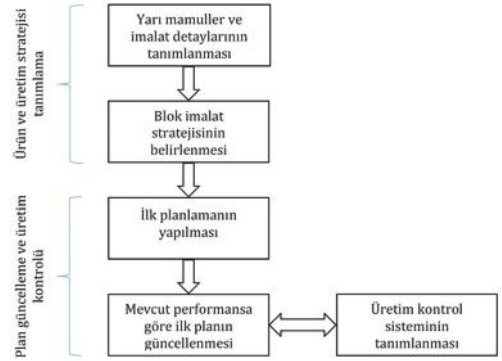
gündelik problemlerin çözülmesi şeklinde yapılmaktadır. Hazırlanan ilk planın üretim devam ederken değişen performans değerlerine göre güncellenmesi projenin geleceğini izleyebilmek açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla üretim sahasındaki imalat yerlerinden devamlı ilerleme ölçümleri yapmak gerekir. Bahsedilen türdeki tersanelerde projenin ilerlemesi daha çok aylık hak ediş hesaplamaları sırasında irdelenir. Ancak bu usul yeterli olmamaktadır.

İmalat sahasında ölçüm yapmanın ve ilerlemenin izlenmesinin işinden çıkılmaz bir hale gelmesinin mühim sebeplerinden birisinin de sınırsız olarak üretilen yarı mamullerden meydana gelen stoklar olduğu düşünülmektedir. Süreç içi stok olarak ifade edilen bu envanter, üretim sistemlerinde bir çok probleme sebep olmakla beraber ayrıca teslimat sürelerinin uzamasına da yol açar [23, 24]. Bunun önüne geçebilmek için üretim sistemine giren hammaddenin bir yolla kontrol edilmesi icap eder.

Yukarıdaki faktörler ele alındığında üretim planlamasının mevcut performansa göre güncellenmesini sağlayacak bir plan güncelleme ve üretim sahasında süreç içi stok seviyesinin optimum seviyede tutulmasını temin edecek bir üretim kontrol sistemini içeren bir yöntem ihtiyacı vardır.

4. Metodoloji

Çalışmada problemin çözümü için temelde iki bölümden müteşekkil bir usul izlenmiştir. Bu iki ana bölümden ilki ürünün ve üretim mantığının tanımına yönelik olup bu kısımda blok üretime ait detaylar yer almaktadır. İkinci bölüm ise ilk planın yapılmasını, daha sonra bu planın yeni performans değerlerine göre güncellenmesini ve üretim sahasında süreç içi stok yığılmasını sınırlandırmayı amaçlayan üretim kontrol sisteminin tanımlanmasını içermektedir. Bahsedilen metodoloji için akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Problem Çözümünde İzlenen Metodoloji

Şekil 1'de verilen akış şemasındaki her bir adım kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Yarı mamuller ve imalat detaylarının tanımlanması: Bu adımda gemi bloku imalatı esnasında karşılaşılan ara mamüllerin isimleri ve kapsamları tanımlanır.
- Blokimalat stratejisinin belirlenmesi: Bu adımda karar verilen üretim stratejisine göre hammaddenin geçeceği aşamalar ve yarı mamullerin nasıl imal edileceği tanımlanır.
- İlk planlamanın yapılması: Bu adımda her bir imalat yerindeki iş yüklerine ve atanmış performans değerlerine göre ilk planlama yapılır. Böylece temel plan elde edilir.
- Mevcut performansa göre ilk planın güncellenmesi: Bu adımda temel plan mevcut performans değerlerine göre güncellenir ve projenin geleceği izlenir.
- Üretim kontrol sisteminin tanımlanması: Bu adımda üretim sistemine giren hammaddeyi kısıtlayıp sistemde tıkanmaları ve boş kalmayı önleyecek bir üretim kontrol mekanizması tanımlanır.

5. Uygulama

Bu kısımda problem çözümü için geliştirilmiş bir önceki bölümde ana hatlarıyla anlatılan metodolojinin detaylarından bahsedilecektir. Bu çalışmada geliştirilen metodolojinin uygulanması için bir vaka çalışması yapılmamış olup problem




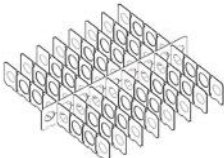


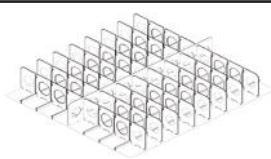
tanımında bahsedilen türde bir tersanede yapılmış gözlemler bağlamında uygulama için gerekli adımlar tüm hatlarıyla ortaya konulmuştur.

5.1. Yarı Mamuller ve İmalat Detaylarının Tanımlanması

Gemilerin çelik tekne kısmı önce bloklar halinde inşa edilmekte daha sonra ise kızak üzerinde bu blokların birleştirilmesiyle gemi ortaya çıkmaktadır. Gemi blokunun hammaddesi olan profillerin ve sac


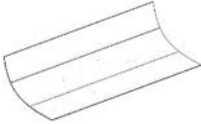
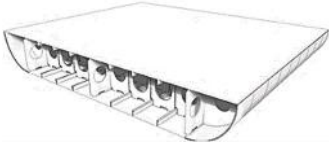
levhaların kesiminden blokun üretilmesine kadar geçen imalat aşamalarında çeşitli yarı mamuller elde edilmektedir. Bu yarı mamuller üretim kademeleri olarak da isimlendirilebilirler. Üretim stratejilerinde görülen farklılık değişik üretim kademelerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kimi yazarlar üretim kademeleri üzerine bazı tanımlamalar yapmışlardır [21, 22]. Tablo 1’de bu üretim kademeleri ve açıklamaları verilmiştir.

Tablo 1. Üretim Kademeleri ve Açıklamaları

Üretim Kademesi	Açıklama	Şekil
A, tek profil	Hollanda profili, köşebent, vs. parçalar.	
B, tek sac	Sacın kesilmesiyle elde edilen parçalar. Sadece kenar kesimi yapılan sac levhalar, büküme gidecek levhalar, nesting kesimi nihayetinde elde edilen posta, tülani, aln laması, stifner, braket, kiremit, kapama, vs. bu gruba dâhil edilebilir.	
C, küçük grup	A ile B veya B ile B kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen yarı mamul.	
D, alt grup	C ile C kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen yarı mamul.	
E, düz panel	B ile B kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen yarı mamul.	
F, elemanlı düz panel	A ile F kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen yarı mamul.	
G, büyük alt grup	C ile E, C ile F, D ile E veya D ile F kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen yarı mamul.	

./..

Tablo 1. Üretim Kademeleri ve Açıklamaları (Devamı)

Üretim Kademesi	Açıklama	Şekil
H ₁ , eğimli tek sac	B kademesindeki yarı mamul büküm işlemine tabi tutulduktan sonra bu sınıfa dâhil edilir.	
H ₂ , eğimli panel	H ₁ kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen yarı mamul.	
K, blok	G, E ile B; G, F ile B; G, H ₂ ile B kademelerinin birleştirilmesiyle elde edilen mamul.	

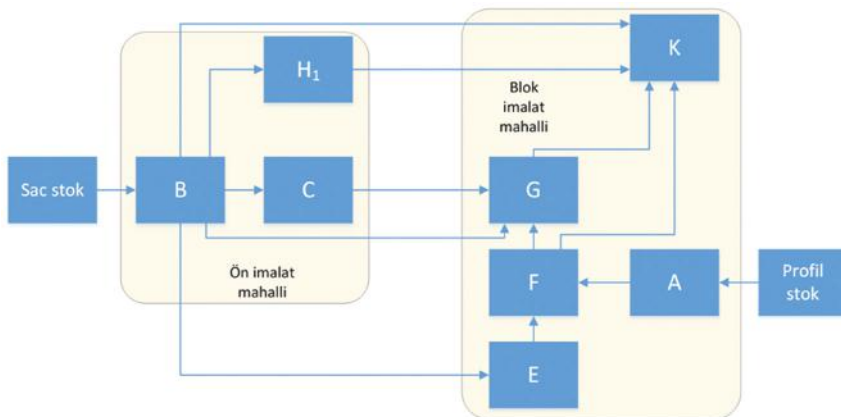
5.2. Blok İmalat Stratejisinin Belirlenmesi

Bu çalışmada gemi bloku imalatı esnasında A, B, C, E, F, G, H1 ve K kademelerinin kullanıldığı varsayılmıştır. Ele alınacak üretim stratejisine göre gemi blokunu oluşturan yarı mamullerden B, C ve H1 sınıfına dâhil olanların bir mahalde diğer kısımların blok imalat sahası olarak isimlendirilen başka bir yerde üretildikleri düşünülmüştür. Ayrıca G kademesi imalatının F üzerine C'lerin teker teker dizilmesiyle yapıldığına karar verilmiştir. Eğimli kısımlarda H2 imalatı yapılmadan H1 kademesinin teker teker yapıya dâhil

edildiği varsayılmıştır. Öte yandan A kademe yarı mamulün C için kullanılmayıp sadece F imalatında gerektiği farz edilmiştir. Yapılan varsayımlara göre hammaddenin geçtiği aşamalar Şekil 2'de gösterilmiştir.

5.3. İlk Planlamanın Yapılması

Bu çalışmada her bir imalat mahallinde icra edilen faaliyetler detaylarına girilmeyerek tek bir imalat aktivitesi olarak ele alınmıştır. Blok imalatı sırasındaki yarı mamullerin üretildikleri kısımlar, buradaki faaliyetler ile detayları ve ilgili açıklamalar Tablo 2'de verilmiştir.

**Şekil 2. Blok İmalatında Hammaddenin Geçtiği Aşamalar**

Tablo 2. Blok İmalatında Yarı Mamuller ve İmalat Detayları

Yarı Mamul (Üretim Kademesi)	Faaliyet	Faaliyet Detayı	İmalat Yeri	Açıklama
A	A imalatı	Kesme	A imalat yeri	Varyasyon çok az, iş kolay
B	B imalatı	Kesme, taşlama, markalama	B imalat yeri	Varyasyon az, iş mekanize
C	C imalatı	Montaj, kaynak, taş	C imalat yeri	Varyasyon fazla, iş manuel, iş miktarı fazla
E	E imalatı	Montaj, kaynak, taş	E imalat yeri	Varyasyon az, iş kolay ve mekanize, iş miktarı az
F	F imalatı	Montaj, kaynak, taş	F imalat yeri	Varyasyon az, iş kolay ve mekanize
G	G imalatı	Montaj, kaynak, taş	G imalat yeri	Varyasyon çok, iş manuel ve zor, iş miktarı fazla
H ₁	H ₁ imalatı	Pres	H ₁ imalat yeri	Varyasyon az, iş miktarı az
K	K imalatı	Montaj, kaynak, taş	K imalat yeri	Varyasyon çok, iş manuel ve zor

Her bir imalat yerinin çizelgesini oluşturabilmek için burada üretilecek yarı mamullerin faaliyet bazında sahip oldukları iş miktarlarının ve bu imalat yerlerinin üretim performanslarının bilinmesi gerekir. İş miktarları, üretilecek blokun yapı resminin tahlil edilmesi vasıtasıyla hesap edilebilir. Üretim performansları için ise geçmiş veriye ihtiyaç vardır. Eğer geçmişten elde bir bilgi yoksa tecrübi olarak bir ilk değer ataması yapılabilir. Bundan sonra kapasitenin belirlenebilmesi için her bir imalat yerinde çalışacak iş gören sayısının da tespit edilmesi gerekir. Denklem (1-3)'de hesaplama parametreleri verilmiştir. Burada kullanılan notasyon aşağıda görülmektedir.

$x: A, B, C, E, F, G, H, K$ Üretim kademeleri için kullanılan indis

n Blok sayısı

$i=1, \dots, n$ Blok numarası için kullanılan indis

m Metre

M Adam sayısı

H Günlük çalışma saati

MH Adam saat

D Gün sayısı

P_x İmalat performansı [m/MH]

W_x İlgili imalat yerindeki günlük iş gören sayısı [M]

T_x Günlük çalışma süresi [H/D]

Cap Günlük kapasite [m/D]

L_x^i İlgili bloktaki iş yükü [m]

Günlük mevcut adam saat denklem 1 kullanılarak hesaplanır:

$$W_x * T_x [MH/D] \quad (1)$$

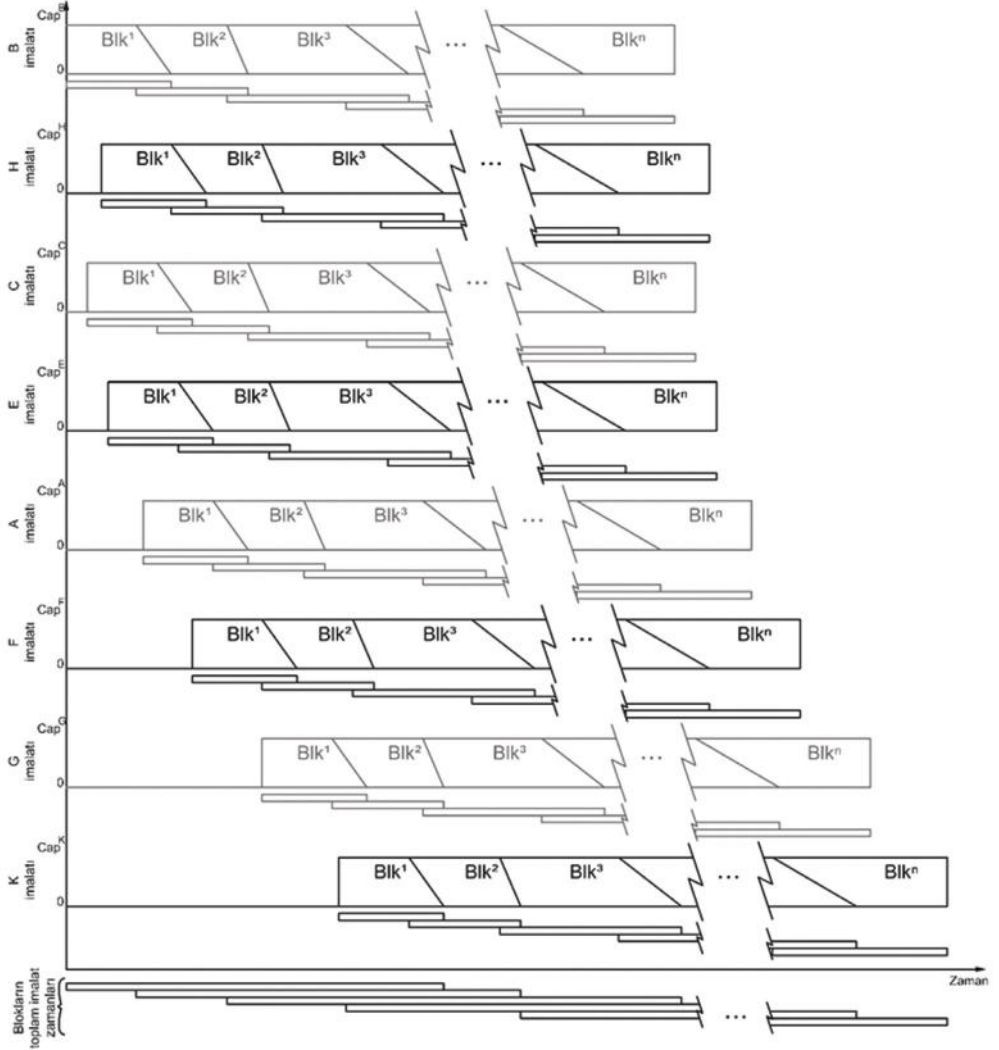
Günlük metraj bazında yapılabilen iş miktarı denklem 2 ile hesaplanır:

$$Cap = P_x * W_x * T_x [m/D] \quad (2)$$

İlgili blokun ilgili kademesinin toplam imalat zamanı gün olarak denklem 3 kullanılarak hesaplanır:

$$L_x^i / (P_x * W_x * T_x) [D] \quad (3)$$

Anlaşılabileceği üzere ölçüm birimi olarak metre alınmıştır ve yapılan iş metraj üzerinden değerlendirilecektir. Günlük kapasiteye bağlı olarak toplam imalat zamanları belirlendikten sonra Şekil 3'teki gibi ilk plan diyagramı çizilebilir.



Şekil 3. İlk Planlama Diyagramı

Şekil 3'te her bir üretim kademesinin imalat çizelgesi iki aşamalı olarak verilmiştir. Yamukların içindeki alan o blokun o imalat yerindeki toplam iş miktarını göstermektedir. Şayet kapasite arttırılırsa doğal olarak zamanın kısalacağı buradan da görülebilmektedir. Her bir imalat yerinde önceki bloka ayrılan kapasite bir noktadan sonra azalmaktadır. Bu aşamadan sonra peşindeki blokun da o imalat yerindeki işleri yapılmaya başlanır. Bir zaman sonra

önceki bloka ait iş bittiğinden tüm kapasite yeni bloka tahsis edilmektedir.

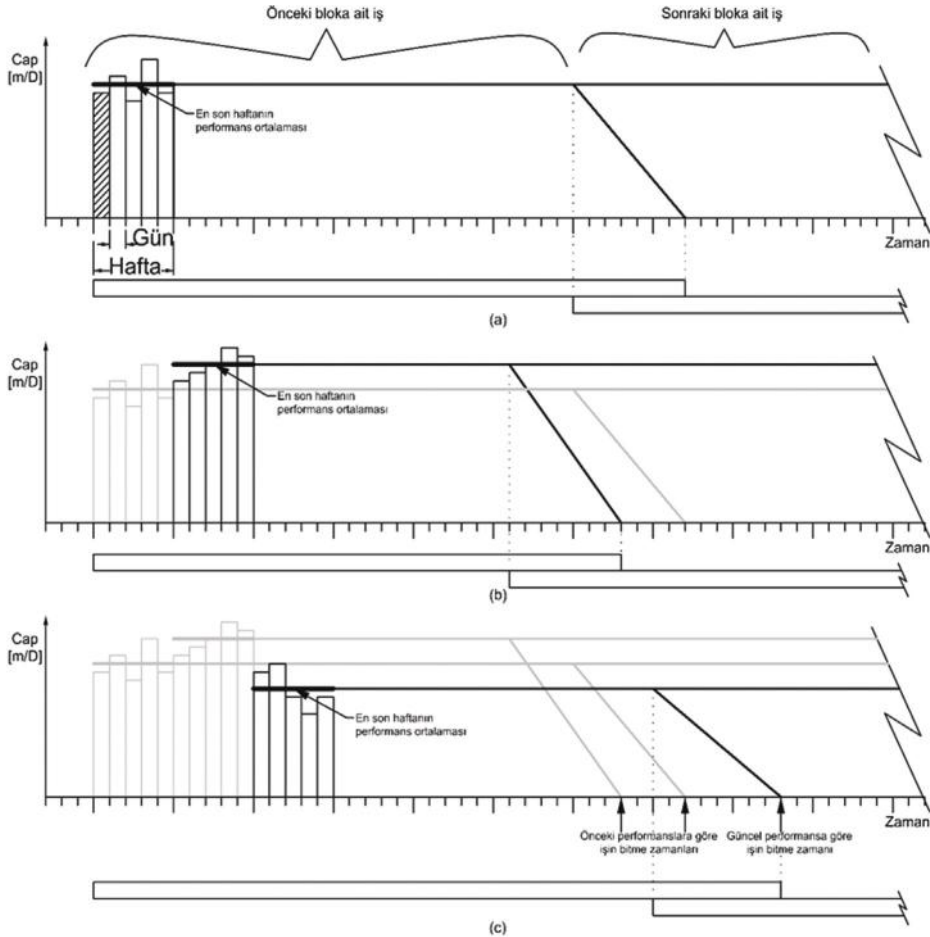
Anlaşılabileceği üzere bazı zamanlarda birden çok bloka ait iş bir imalat yerinde icra edilebilmektedir. Bu durum çoklu görev olarak isimlendirilebilir. Şeklin en alt kısmında blokların toplam imalat zamanları çizelgesi bulunmaktadır. Bu kısım blokların ilk işlem görmeye başladıkları andan en son işlem gördükleri ana kadar geçen süreye göre tespit edilmiş nihai ilk plan yani temel plandır.

5.4. Mevcut Performansa Göre İlk Planın Güncellenmesi için Bir Çözüm Önerisi

Üretim sahasındaki imalat yerlerinden devamlı olarak ölçümler yaparak temel planın üretim devam ederken değişen performans değerlerine göre güncellenmesi gerekmektedir. Bu husus projenin geleceğini izleyebilmek açısından son derece önemlidir. Problem tanımında bahsedilen tarzdaki tersanelerde projenin ilerlemesi aylık hak ediş hesaplamaları yapılırken değerlendirilmektedir. Diğer zamanlarda ise projeden mesul kişinin tecrübelerine göre geç kalındığı tahmin edilen kısımlara müdahaleler yapılmak suretiyle projenin ilerlemesi sağlanmaktadır. Bu şekilde

yapılan uygulamada sistematik olarak herhangi bir ölçüm yapılmadığı gibi temel plan üzerinde yapılan güncelleme de çok yetersiz kalmaktadır. Bu meselenin aşılması için yarı mamullerin üretildiği yerlerden bazılarının günlük diğer kısımların ise haftalık olarak tahlil edilmesine karar verilmiştir.

Günlük bazda ele alınacak imalat yerlerinin neresi olacağına karar vermek oldukça önemlidir. Çünkü bu kısımda işlenecek günlük miktar temel alınarak ayrıca üretim temposu da belirlenecektir. Şekil 4'te günlük olarak takip edilen üretim yerinde plan güncellenmesinin nasıl yapıldığı görülmektedir.



Şekil 4. Günlük İmalat Takibi ve Plan Güncellenmesi

Buna göre Şekil 4a'da taralı kısım bir günde yapılan iş miktarını ifade etmektedir. Anlaşılabacağı üzere bir hafta 5 iş günü olarak hesaba katılmıştır. Her haftanın sonunda o haftanın ortalama performansı tespit edilerek bu yeni ortalama ile kalan işlerin miktarına göre tamamlanma süreleri yeniden bulunup plan güncellenmektedir.

Şekil 4b'de en son haftanın performans ortalaması geçen haftaninkinden daha yüksek çıktığından kalan işler bu yeni performansa göre çizelgelenmiş ve dolayısıyla işin bitme zamanı bir öncekinden daha geriye çekilmiştir.

Şekil 4c'de ise ortalama performans bir önceki haftanın altında olduğundan güncel performansa göre işin bitme zamanının ileriye ötelendiği görülmektedir. Şekilde planın sadece bir kesiti görülmektedir. Öte yandan bu mantıkla zincir şeklinde tüm plan güncellenip projenin geleceği izlenebilir ve gerekli hallerde uygun müdahaleler yapılabilir. Öte yandan bir imalat yerinin planı güncellendikten sonra diğer imalat yerlerindeki planlar ile çakışmalar ortaya çıkabilir. Bu durumda uygun biçimde bu çakışmalar giderilmelidir.

Haftalık olarak ilerleme kontrolü yapılacak kısımlarda ise haftanın sonunda o hafta yapılan işin çalışma zamanına bölünmesiyle elde edilen ortalama performansa göre yukarıda anlatılana benzer olarak plan güncellemesi yapılabilir. O haftada bitirilen işin ölçümü, eğer mümkünse fiilen tamamlanan iş miktarının

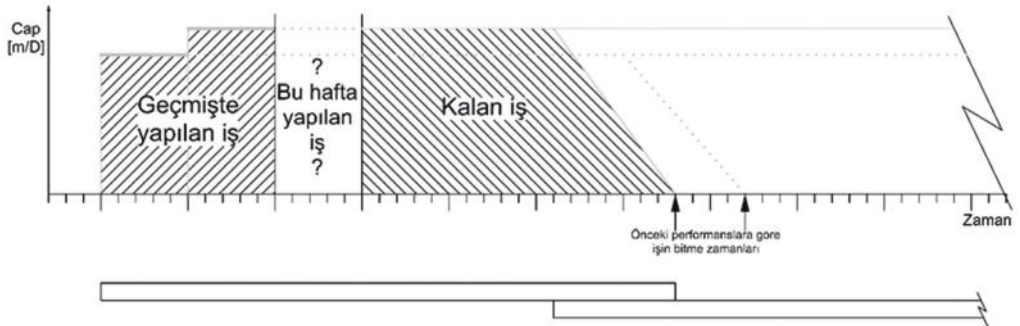
tespit edilmesi yoluyla yapılır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda toplam iş miktarından geçmişte yapılan iş ile kalan işin toplamı çıkarılarak hesaplanabilir.

Şekil 5'te haftalık ölçümle kontrol edilen bir imalat yerinin plan güncellemesi gösterilmiştir. Dikkat edilirse bu kez günlük temelde kontrol yapılmadığından icra edilen iş miktarlarının bilgisi mevcut değildir. Ancak, her hafta için o haftada tamamlanan iş miktarının çalışma zamanına bölünmesiyle elde edilen ortalama performans değeri hesaplanır.

5.5. Gemi Blok İmalatında Süreç İçi Stok Dengelemesi için Bir Üretim Kontrol Sistemi

Üretim sistemi içinde yarı mamullerin oluşturduğu stokların üretimin ilerlemesinin izlenmesini zorlaştırdığı düşünülmektedir. Bu yarı mamul stokları süreç içi stok olarak da isimlendirilirler. Ürünün temin süresinin de uzamasına sebep olan dengesiz süreç içi stok seviyesinin önlenmesi için üretim sistemine giren hammadde bir mekanizma ile kontrol edilmesi gerekir.

Şekil 6 incelenirse sisteme malzeme girişi B üzerinden yapılmaktadır. O halde B'den geçen hammaddeyi kısıtlayacak kontrol sistemi tanımlanmalıdır. Bunun için Tablo 1'de verilen her bir imalat yerinde yapılan işler göz önüne alınmalıdır. Hammadde girişine en yakın ve faaliyet kapsamı olarak en zorlayıcı işlerin yapıldığı



Şekil 5. Haftalık İmalat Takibi ve Plan Güncellemesi

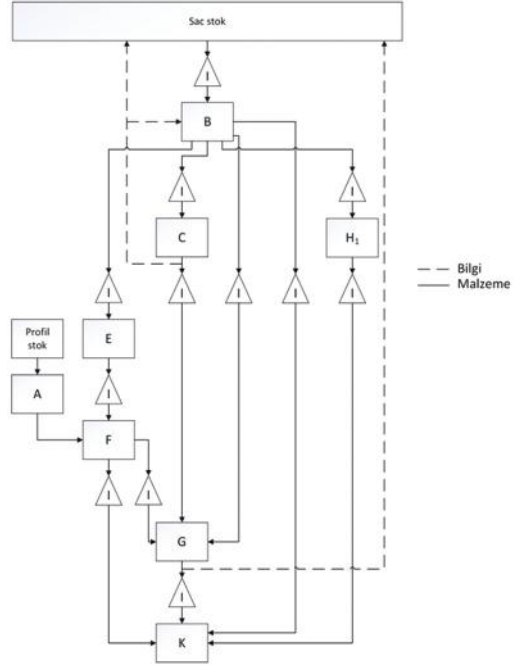
düşünülen C ve G imalat yerlerinin detaylı olarak tahlil edilmesine ve bunların üretim kontrol sisteminin temel öğeleri olmalarına karar verilmiştir.

Şekil 6'da her bir imalat yeri arasındaki akış çuğenler ara stoku ifade ederler. Akış diyagramında A→F yolu hariç diğler yerlerde ara stoklar vardır. Burada görülen imalat yeri ilişkileri ve üretim kontrolü Tablo 3'te özetlenmiştir.

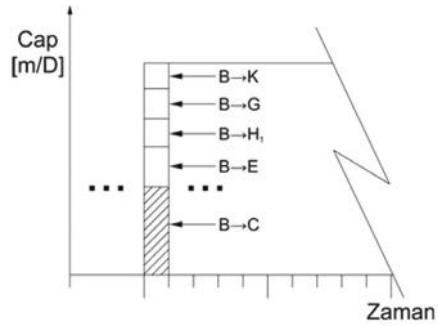
Tablo 3. İmalat Yeri İlişkileri ve Üretim Kontrolü

Faalîyet	Akış Yolu	İmalatın Kontrolü
B imalatı	B→C	Üretim kontrol sistemi ile idare
	B→E	Plan ile idare
	B→H ₁	Plan ile idare
	B→G	Plan ile idare
	B→K	Plan ile idare
H ₁ imalatı	H ₁ →K	Plan ile idare
C imalatı	C→G	Plan ile idare
E imalatı	E→F	Plan ile idare
A imalatı	A→F	Plan ile idare
F imalatı	F→G	Plan ile idare
	F→K	Plan ile idare
G imalatı	G→K	Üretim kontrol sistemi ile idare

Göröldüğü üzere B imalatından sonra yarı mamuller C, E, H₁G ve K imalat yerlerine ilerlemektedir. C'de yapılan iş miktarı günlük olarak tahlil edilerek, B'ye serbest bırakılacak C imalatıyla alakalı hammaddenin miktarı buna göre tespit edilmektedir. Başka bir deyişle C'deki günlük üretim bilgisi iki noktayı etkilemektedir. Bunlardan birisi B'nin önündeki ara stoka serbest bırakılacak hammadde miktarı diğler ise B'de imal edilip C'nin önündeki ara stoka gönderilecek malzeme miktarıdır. Her ne kadar B'nin önündeki ara stokta zaten işlemeye hazır bekleyen ham madde mevcut olsa da C'nin üretim temposu burada belirleyici olmaktadır. Diğler kısımlara gidecek olan malzeme planla uyumlu olarak işlenir. Buna göre Şekil 7'de



Şekil 6. Üretim Kontrol Sisteminde Bilgi ve Malzeme Akışı



Şekil 7. B'nin Çizelge Detayı

görülen taralı kısım C'nin temposuna göre günlük olarak zaman içinde ilk plandan sapmalar gösterecektir.

Öte yandan G'de yapılan iş miktarının ise sadece C imalatına gidecek yarı mamulün diğler sisteme girecek tüm hammaddenin üzerinde belirleyici olmasına karar verilmiştir. Böylece alt yüklenicinin ay sonunda istediği miktarda hak ediş elde edebilmesi için kendi içinde bir imalat dengelemesi yapacağı da düşünülmektedir.

6. Sonuç

Zorlu bir proses olan gemi imalatında, planlamanın mevcut performans değerleriyle güncellenmesi üretimin takibini ve projenin geleceğini izleyebilmek için büyük önem arz eder. Bununla birlikte bloklara ait faaliyet sürelerinin doğru olarak elde edilebilmesi ise başarılı bir ölçme kabiliyetini gerektirir. Aksi takdirde şahsi hükümlerle atanacak değerler her ne kadar projenin başlangıcında mantıklı olsa da, her projenin kendi dinamikleri olacağından, gerçek verilerle güncelleştirilmedikçe istenmeyen durumlara sebep olur.

Bu çalışmada tersaneler için blok imalatının planlaması, yapılan ilk planın yeni performans değerleriyle güncellenmesi ve üretim sistemi içinde çeşitli olumsuzluklara sebep olan aşırı süreç içi stok artmasını önlemek için bir üretim kontrol sistemi üzerinde durulmuştur. Ortaya atılan üretim kontrol sisteminin aylık hak edişleri etkilemesinden dolayı alt yüklenicileri de imalatı dengelemeye teşvik edeceği düşünülmektedir. Öte yandan mevcut performans ile güncellenen planlamanın haftalık temelde projenin geleceğini izlemeyi temin etmesi, performans değerlerinin tespit edilmesi ile aksaklık yaşanan imalat yerlerinin görselleşmesini sağlaması ve tüm bunlar sayesinde ileride büyük sıkıntılara yol açabilecek zaafaların erkenden belirlenip çeşitli önlemlerin alınmasını mümkün kılması beklenmektedir.

Tavsiye edilen sistemin faydasının sayısal verilerle ortaya konulamamış olması bu çalışmanın zayıf yanı olarak görülmektedir. Bununla birlikte öne sürülen plan güncelleme ve üretim kontrol sistemi henüz geliştirme aşamasındadır. Bu bakımdan sağlayacağı faydanın teorik olarak ölçülebilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

7. Kaynaklar

- [1] Caprace, J.-D., Petcu, C., Velarde, M. and Rigo, P. (2013). Optimization of shipyard space allocation and scheduling using a heuristic algorithm. *Journal of marine science and technology*, 18(3):404-17.
- [2] Zhuo, L., Chua, K.H.D. and Wee, K.H. (2012). Scheduling dynamic block assembly in shipbuilding through hybrid simulation and spatial optimisation. *International Journal of Production Research*, 50(20):5986-6004.
- [3] Shang, Z., Gu, J., Ding, W. and Duodu, E.A. (2017). Spatial Scheduling Optimization Algorithm for Block Assembly in Shipbuilding. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017.
- [4] Iwankowicz, R.R. (2016). An efficient evolutionary method of assembly sequence planning for shipbuilding industry. *Assembly Automation*, 36(1):60-71.
- [5] Zhang, Z.Y., Li, Z. and Jiang, Z.B. (2008). Computer-aided block assembly process planning in shipbuilding based on rule-reasoning. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 21(2):99-103.
- [6] Qu, S.P., Jiang, Z.H. and Tao, N.R. (2013). An integrated method for block assembly sequence planning in shipbuilding. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(5-8):1123-35.
- [7] Cho, K.K., Sun, J.G. and Oh, J.S. (1999). An automated welding operation planning system for block assembly in shipbuilding. *International Journal of Production Economics*, 60-1:203-9.
- [8] Sikorra, J.N., Friedewald, A. and Lodding, H. (2016). Early estimation of work contents for planning the one-of-a-kind production by the example of shipbuilding. *3rd International*

- Conference on Mechanics and Mechatronics Research. Jun 15-17, Chongqing, Peoples R China.
- [9] Wang, C., Mao, P., Mao, Y. and Shin, J.G. (2016). Research on scheduling and optimization under uncertain conditions in panel block production line in shipbuilding. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 8(4):398-408.
- [10] Cha, J.H. and Roh, M.I. (2010). Combined discrete event and discrete time simulation framework and its application to the block erection process in shipbuilding. *Advances in Engineering Software*, 41(4):656-65.
- [11] Seo, Y., Sheen, D. and Kim, T. (2007). Block assembly planning in shipbuilding using case-based reasoning. *Expert Systems with Applications*, 32(1):245-53.
- [12] Cho, K.K., Oh, J.S., Ryu, K.R. and Choi, H.R. (1998). An integrated process planning and scheduling system for block assembly in shipbuilding. Hallwag Publishers.
- [13] Dong, F., Parvin, H., Van Oyen, M.P. and Singer, D.J. (2009). Innovative ship block assembly production control using a flexible curved block job shop. *Journal of Ship Production*, 25(4):206-13.
- [14] Rose, C. and Coenen, J. (2016). Automatic generation of a section building planning for constructing complex ships in European shipyards. *International Journal of Production Research*:1-12.
- [15] De La Fuente, R. and Manzanares, E. (1996). A production control system based on earned value concepts. *Journal of Ship Production*, 12(3):153-66.
- [16] Dong, F., Van Oyen, M.P. and Singer, D.J. (2014). Dynamic control of the N queueing network with application to shipbuilding. *International Journal of Production Research*, 52(4):967-84.
- [17] Lee, J.K., Lee, K.J., Park, H.K., Hong, J.S. and Lee, J.S. (1997). Developing scheduling systems for Daewoo Shipbuilding: DAS project. *European Journal of Operational Research*, 97(2):380-95.
- [18] Yoon, D.Y., Varghese, R. and Yang, J.H. (2006). Genetic algorithm based technique for erection sequence generator in shipbuilding. *Ships and Offshore Structures*, 1(4):289-99.
- [19] Rose, C. and Coenen, J. (2016). Automatic generation of a section erection planning for European shipyards building complex ships. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(4):483-501.
- [20] Dong, F., Deglise-Hawkinson, J.R., Van Oyen, M.P. and Singer, D.J. (2016). Dynamic control of a closed two-stage queueing network for outfitting process in shipbuilding. *Computers and Operations Research*, 72:1-11.
- [21] Odabaşı, A.Y. (2009). Ders notları. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [22] Ozkok, M. (2012). The effects of matrix module structure on shipyard panel line's throughput. *Polish Maritime Research*, 19(3):65-71.
- [23] Biller, S., Meerkov, S.M. and Yan, C.-B. (2013). Raw material release rates to ensure desired production lead time in Bernoulli serial lines. *International Journal of Production Research*, 51(14):4349-64.
- [24] Hafezalkotob, A., Ketabian, H. and Rahimi, H. (2014). Balancing the Production Line by the Simulation and Statistics Techniques: A Case Study. *Research Journal of Applied Sciences*, 7(4):754-63.
-

This Page Intentionally Left Blank



Social Media Usage Patterns in Port Industry: Implications for Port Promotion and Public Relations

Aylin ÇALIŞKAN¹, Soner ESMER²

¹Yaşar University, Faculty of Business, Turkey

²Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, Turkey

aylin.caliskan@yasar.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0001-7154-8629

soner.esmer@deu.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-0614-7818

Abstract

While social media has been penetrating the daily lives of individuals, the businesses have started to develop new strategical approaches for using social media tools, since they understand the importance of this new area. This study aims to take a step on the gap about social media marketing in the port industry. The focused sample is container ports located in Turkey, but to gain more meaningful insights, a comparison is also made with the ports of Los Angeles, Rotterdam, and Antwerp. The post set on Facebook, which covers the 8 months' period, was analyzed through a social media analytics software, and the most attractive topics and engagement levels were determined. It was found that the most attractive posts of ports with high engagement levels do not include any statement, image, or video about port service, infrastructure and superstructure, investments, or success stories. At the end of the study, suggestions are developed by supporting with real cases for ports' social media management.

Keywords: Social Media, Port Marketing, Public Relations, Promotion, Communication Tools.

Limancılık Endüstrisinde Sosyal Medya Kullanım Modelleri: Liman Tanıtımı ve Halkla İlişkiler için Çıkarımlar

Öz

Sosyal medya bireylerin günlük hayatlarına nüfuz etmişken, işletmelerde bu yeni alanın önemini kavradıklarından beri sosyal medya araçlarını kullanmada yeni stratejik yaklaşımlar geliştirmeye başlamışlardır. Bu çalışmanın amacı liman endüstrisinde sosyal medya yönetimi konusundaki boşluğa bir adım atmaktır. Çalışmada odaklanılan örneklem Türkiye'de bulunan konteyner terminalleridir. Daha anlamlı sonuçlar elde etmek amacıyla Los Angeles, Rotterdam ve Antwerp limanlarıyla da bir karşılaştırma yapılmıştır. Dünyadaki en büyük sosyal medya platformu olan Facebook'ta 8 aylık süreyi kapsayan süre için bir sosyal medya analizi yazılımı ile limanlar analiz edilmiş, en dikkat çekici konular ve katılım seviyeleri belirlenmiştir. Yüksek etkileşim düzeylerine sahip limanların en dikkat çekici mesajlarında liman hizmeti, altyapı ve üstyapı, yatırımlar veya başarı öyküleri hakkında herhangi bir açıklama, resim veya video içermediği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda gerçek örnek olaylarla desteklenerek limanların sosyal medya yönetimleri için öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Medya, Liman Pazarlaması, Halkla İlişkiler, Promosyon, İletişim Araçları.

To cite this article: Çalışkan, A. and Esmer, S. (2018). Social media usage patterns in port industry: implications for port promotion and public relations. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(1), 61-74.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.82905>

1. Introduction

Although marketing is an integral part of a port process [1], it is still a virgin area where only a limited number of attempts have been made in port-related studies, which constitute only 1.3 percent of total [2]. Early approaches to the marketing research in port industry belong to the Katty Bernard [3] and Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL) [4]. Bae [5], Kounoupas and Pardali [6], and Cahoon and Hecker [7] are the studies conducted in the area of market orientation in the port industry. Customer satisfaction, as an indivisible part of marketing science, was handled in the studies of Brooks and Schellinck [8], Thai [9], and Asfour [10]. Market positioning and differentiated marketing offerings subjects were handled by Pardali and Kounoupas [11] and Bauk [12]. A popular subject of marketing science, relationship marketing, has been examined in the port studies of Çalışkan and Esmer [13, 37] and Bennett and Gabriel [14]. Port business marketing communication subject has been unable to go beyond the publication of Katty Bernard [3] titled "Marketing Promotion Tools for Ports" prepared for the UNCTAD monographs on port management. The other well-known studies in marketing communication area of port marketing belong to the Pando et al. [15], Cahoon [16], Parola et al. [17], and Notteboom et al. [18] which had always referred to Bernard's study.

In B2B marketing, marketing communication tools have critical importance for the management [19] since they help to develop and maintain interactions with the actors in the environment the company operates. Social media, which enables users to create and share content and allows two-sided, faster and personalized interactions, have been attracting the attention of B2B marketers [20]. It is well known in the current literature that traditional marketing communication

tools which consist of advertising, direct mailing, organizing port days, personal selling, attending international shipping exhibitions, attaining representatives, efforts for domestic networking, attending domestic fairs, visiting schools, organizing conferences, being a speaker at a conference, and organizing press days are used by port businesses to interact with stakeholders in port community [3, 16, 17, 18]. Besides them, port businesses focus on their websites in order to manage the communication with stakeholders [18]. Using social media is a new emerging communication tool for port businesses. Mangold and Faulds [21] offered social media as a hybrid component of the promotional mix and as an integral part of the businesses' integrated marketing communications strategy. Instead of solely having a website that offers one-way communication, traditional transactional goals and promotion [6], with the help of social media companies are more close to achieving long-term relationships. Social media is seen as a cornerstone of marketing since it has changed the instruments and strategies companies use to communicate [5] with their stakeholders.

The aim of this research is to take a step on the gap about social media marketing in the port industry. The focused sample is container ports located in Turkey, but to gain more meaningful insights, a comparison is also made with the ports of Los Angeles, Rotterdam, and Antwerp. Notteboom et al. [18] emphasize the need of tailoring the content of communication tools with diverse topics to attract and raise the interests of the targeted stakeholders. In order to explore the current communication contents of ports and to enlighten if they are tailoring the contents as Notteboom et al. [18] offers, ports' posts are analyzed and summarized through this study. At the end of the study, suggestions are developed by supporting with real cases for ports' social

media management.

2. Social Media for Port Promotion and Public Relations

As one of the 7 P's in service marketing, the promotional mix is used by ports with the aims of communicating with customers, letting them use the services continuously, and developing the port image. Promotion in the port industry can be defined as activities performed with the aim of informing and changing the attitudes and behaviors of port users [22]. Promotion is seen as a key tool of the non-price competition of ports [23]. Promoting is requisite for port businesses to enable communication with customers, prospects and other stakeholders, to increase awareness, to affect attitudes and behaviors towards the seaport, and to increase economical transactions [3, 16].

Port industry stakeholders include port users (i.e. ship agents, brokers, freight forwarders), carriers (shipping lines, tramp operators), employees and labour unions, concessionaries (i.e. terminal operators), port service providers (i.e. customs, pilots, coast guard), shareholders, financial institutions, regulators, local community, and societal groups of interest [18, 24, 25]. Ports have to manage the relations with all the stakeholders and monitor and examine issues, claims, and complaints raised by them [18, 26]. Close relations that developed between ports and stakeholders may help to dig critical clues and issues, and will be benefited by ports in decision-making processes and in developing plans and operations.

With the help of social media, port businesses can make this promoting and communication process easier. Additionally, social media would help port businesses to display all of their promotional activities on one platform. Reaching to the greater mass can be achieved via social media by exhibiting all the other performed communication tools (i.e. advertisings,

sector reports, videos, images, social responsibility projects, social activities, the conferences or other professional platforms that the port attended) in one social media platform. For example, how can the art contest in National Sovereignty and Children's Day (23 April) that was arranged by Evyap Port for children of employees be heard better than social platform? Similarly, is it more possible to know traditional picnic days of Marport through their websites? With the help of social media, the promotional efforts of ports have more potential to reach to a greater audience and raise the ports social image.

With the aim of creating awareness and positive feelings about their services and business, ports can use two independent business functions, marketing, and public relations as a hybrid function through social media. The aim of marketing public relations (MPR) is to generate revenue while creating a favorable image for the business. The aim is to design public relations activities according to support marketing activities [27]. The aim is to stimulate consumer acceptance and understanding, boosting awareness, building trust, informing and educating target audiences, protecting and enhancing the image of the brand, and giving customers reason to buy [28]. MPR also encourages the intermediaries (e.g. opinion leaders, consumers) to spread a message about the company voluntarily and intentionally [29]. Both commercial and non-commercial messages can be transmitted through ports' social media pages. Non-commercial messages, for example, social responsibility projects that are carried out, aim at developing public relations and indirectly generating revenue through targeting conscience of customers and increasing positive perceptions of them about the company. The basic point here is that ports can use PR activities to contribute to the achievement of marketing plans through social media.

3. Methodology

The aim of this research is to take a step on the gap in the literature about social media usage in the port industry. There is not a definite way of analyzing social media. Generally, qualitative methods are used to capture more depth and grounded understanding [30]. To capture the dynamics of ports' social media, several steps were followed in this research;

- 1- Firstly the social media tools that are used by container ports located in Turkey were determined. The most and least active ports were decided. At the last step of this part, an exploratory study was conducted to reveal the content of posts shared by ports. The posts (between March-October 2016) in Facebook, Instagram, Twitter, and LinkedIn were analyzed through inductive content analysis, where meaningful themes in each message were extracted by the researchers.
- 2- Secondly, the most attractive topics on Facebook were determined by engagement stats and comparison was made between container ports located in Turkey and the top container ports in the world. The main similarities and differences were discussed.
- 3- Thirdly, important issues, suggestions to increase the power of using social media, and managerial implications were discussed.

The focused sample of this study is 25 container ports located in Turkey (Figure 1). 60% of these ports are private, 28% are commercialized, and 12% are public ports (Figure 1). Most of the sample are private ports and mostly operated by Turkish origin companies [23]. 90% of total cargoes in Turkey are handled by private ports [31]. Commercialization is a concept where the ownership of ports belongs to the state and the operation rights are transferred to

the private sector [32]. In the sample, we have 7 commercialized container terminals and 3 public ports which have not been commercialized yet.

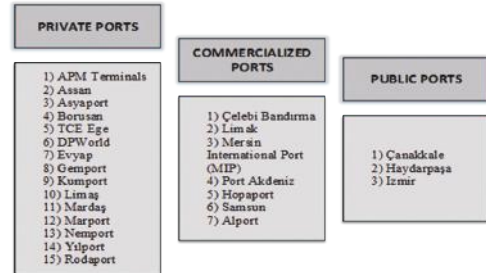


Figure 1. The Sample and the Management Profiles

Even the sample comprises of local coasts located in Turkey, 9 out of 25 ports are operated by global terminal operators (e.g. APM, TIL, GTL, DP World, Cosco Pacific, PSA). 36% of the sample represents the international context so it can be said that the limitation about generalizability of the results is reduced. Additionally, the management profiles and investment characteristics of the sample may help to comment on the social media applications, differences, and similarities.

4. Social Media Tools Used by Ports in Turkey

There are available several platforms in social media, to name a few, Facebook, Instagram, YouTube, LinkedIn, and Twitter. Facebook is the most popular social network worldwide with 1.71 billion active users according to the September 2016 statistics [33]. After Facebook, the most popular social networks are Instagram, Twitter, and LinkedIn with 500, 313, and 106 million active users, respectively [33]. So, it would be logical to expect that at least some of the targeted customers are going to be on social platforms.

In this part of the study, the social media tools that are used by container ports in Turkey are searched. The most active and

less active ports are determined, and the posts in all social platforms shared by ports are analyzed through content analysis with the help of Excel.

oriented toward work-related contexts and primarily used by business professionals as a networking tool. Industrial customers and professionals usually use LinkedIn

Table 1. Social Media Tools Used by Container Ports in Turkey

Container Ports in Turkey	Facebook	Instagram	Twitter	LinkedIn	YouTube
APM Terminals İzmir	X	X	X	X	X
Assan Port	X	X	X	X	
Asyaport	X	X	X	X	X
Borusan	X		X		X
Çelebi Port of Bandırma	X				
TCE Ege			X		
DP World Yarımca	X	X	X		X
Evyap port	X			X	
Hopaport	X		X	X	X
Kumport				X	
Limakport	X	X		X	
Limas Port					
Mardaş			X	X	
Marport	X	X	X	X	
Mersin (MIP)		X		X	
Nemport				X	
Port of Akdeniz	X				
Port of Canakkale	X			X	
Yılport		X		X	
Alport	X		X		
Rodaport				X	
Samsun Port					
TCDD Port of Haydarpaşa					
TCDD Port of İzmir					X

In Table 1, the official accounts of ports on social platforms were searched and listed. According to the results (Table 1), Turkish port industry mostly uses LinkedIn because industrial customers are more reachable through such kind of professional social platforms. LinkedIn as a niche network is

for such several reasons as asking each other for advice when making business-related decisions, finding new partners, developing a business-related network, business collaboration and sharing new developments about their businesses [34]. Yılport has the highest followers

(3060) among other ports in LinkedIn platform and Mersin (MIP) follows Yilport with 2040 followers. Even Hopaport, LimakPort, Nemport, Port of Çanakkale, and Rodaport have LinkedIn accounts and have followers (LimakPort has 1070 followers), it is observed that they have not posted anything.

Secondly, container ports in Turkey mostly use Facebook platform where they can create profiles and encourage others to become a fan of the page. They share company, service, and equipment information and host conversations, publish photos and videos, and event information on Facebook. Marport is the most active user with 5067 posts and followed by Port Akdeniz with 3616 posts. Apart from the ports in Table 1, Çelebi Port of Bandırma, Limak Port, Port of Çanakkale, and Alport have Facebook accounts, but they do not use them actively because only a few posts (4-72) had been posted years ago (2011-2013).

Having a channel/profile on YouTube allows companies to exhibit all company-related videos in one place. Companies can customize the channels on YouTube to match their visual identity [34]. Even numerous ports have informative videos on YouTube, only six of them manage their own YouTube channels. The most active user is Asyaport with 20 uploaded videos, 30361 views, and 81 subscribers. APM terminals Izmir follows Asyaport with 11 uploaded videos, 5832 views, and 16 subscribers. TCDD Port of Izmir's one and only social media activity, which belongs to the uploading one video on YouTube, results in getting 2045 views and 3 subscribers.

Twitter termed as "microblog" social media tool can be used by companies in transmitting brand news, service/product offerings, resolving customer problems and responding to questions. The reactions to the news or tweets sometimes are more

influential and meaningful rather than the content of the news. On the Twitter platform, it has been observed that Marport is the most active port with 474 posts. Borusan Port follows it with 193 posts. TCE Ege's one and only social media act belong to have a Twitter account and having just one post. Also, Alport is not an active user with 2 posts on Twitter.

Image communication tools of ports such as symbols, pictures, graphs [4] can be shared on Instagram. Out of 24 ports, 8 ports have an Instagram account. Marport is the most active user with 210 posts following by APM Terminals Izmir with 85 posts. Mersin (MIP) and LimakPort are not active users with 0 and 4 posts, respectively.

An exploratory study was conducted to reveal the content of posts shared by ports. The posts (between March-October 2016) in Facebook, Instagram, Twitter, and LinkedIn were analyzed through inductive content analysis, where meaningful themes in each message were extracted by the researchers [36]. Deductive content analysis method was not proper for this analysis because there is not any available categorical scheme developed formerly. Posts covered 10 days' period, were examined manually and keywords were determined (e.g. investment, news, environment, safety, security, etc.). The determined keywords were searched in all posts. The same process was conducted for the remaining posts that do not include the previous key words. At the end of the process, the issues that are shared by ports on social media are determined and can be seen in Table 2.

The contents of posts get beyond the limits of revealing the port characteristics such as infrastructure, superstructure, operations, throughput numbers, etc. The posts tend to reveal more messages focusing on environmental issues and social matters.

Table 2. Post Contents of Ports on Social Media Platforms

<ul style="list-style-type: none"> • Images and videos of port • Images and videos of ships • Images and videos of workers • Information about port products and services • Special day greetings • Social responsibility projects • Social events (sports activities, festivals, fairs, visits, etc.) • Innovative solutions • Training and education activities • Prizes and certificates 	<ul style="list-style-type: none"> • Messages about safety and security issues • Information about maritime and maritime sector • Media news • Messages about environmental awareness and sustainability • New investments • New handling equipment and services • Market share information • Cooperation news • Incoming and outgoing cargoes
---	---

5. Similarities and Differences between Turkish Ports and World Container Ports

In this part of the study, a comparison between the social accounts of container ports located in Turkey and the top container ports in the world was conducted to reveal the differences in most attractive topics determined by engagement stats. The top container ports were determined from the Top 20 container terminals list of UNCTAD- Review of Maritime Transport 2015. 9 container ports (APM, Assan, Asya, Marport, DPWorld, Evyap, Hopaport, Borusan, and Akdeniz) from Turkey and 3 best container ports (Rotterdam, Antwerp, and Los Angeles) in the world had constituted the sample which was

determined according to the having an official and active social account on Facebook. Because having a social account does not make any sense without being an active user. Social accounts of ports were analyzed through a social analytics tool namely Keyhole. The focus analysis point is to handle determined key performance indicators which involve engagement stats (like, share, and comment). The accounts were examined for 8 months' period (March-October 2016). The aim was to gather data from the social accounts of ports and to make comparisons between two samples and make the data useful for digging insights to guide ports' social marketing strategy.

Table 3. Contents and Engagement Stats of Social Media Accounts of Turkish Container Ports (According to the Highest Engagement Stats)

Port	Topic	Shares	Likes	Comments
APM TERMINALS IZMIR	Inauguration video	124	170	7
	International Women's Day (8 March)	41	179	1
	News about investment plans and project details	54	140	4
	World Day for Safety and Health at Work (28 April)	55	123	1
	World Environment Day (5 June)	10	161	0
ASSAN PORT	Republic Day (29 October)	98	1540	7
	Victory Day (30 August)	0	595	0
	Eid al-Adha (religious festival)	0	526	7
	Commemoration of Atatürk, Youth and Sports Day (19 May)	31	323	0
	Professional sectoral fair attendance	2	301	0

./..

Table 3. Contents and Engagement Stats of Social Media Accounts of Turkish Container Ports (According to the Highest Engagement Stats) (Cont')

Port	Topic	Shares	Likes	Comments
ASYA PORT	Democracy watch against coup attempt	8	272	3
	News about gaining status of EcoPort	24	126	0
	Job vacancy announcement	89	64	0
	Port video	15	84	0
BORUSAN PORT	Information about having the half of the Gemlik ship traffic	13	618	1
	News about being a leader in market share on general cargo market	15	464	0
	Investment news	5	59	0
DP WORLD YRIMCA	Inauguration video	226	212	5
	Introducing video	165	138	9
	News about starting commercial activities	123	104	3
	Statement about gender equality	3	110	1
EVYAP PORT	Turkish Maritime and Cabotage Day (1 July)	12	76	0
	Movement/hour performance record	9	73	0
	Indicators of calling ships and handled cargoes	13	56	1
MARPORT	Day of the Seafarer (25 June)	14	212	0
	Port photo with containers and a ship	13	187	0
	Port photo with cranes and a ship	3	163	3
	Ramadan feast	1	162	2
	Iftar photos (the evening meal during Ramadan)	1	160	1
	Port photo (entire port)	17	157	0
HOPA PORT	News about the interview with the port management	17	55	3
	Port photo	6	32	0
	Statement about ship traffic	10	25	0
PORT OF AKDENİZ	Ramadan feast	6	144	4
	Turkish Maritime and Cabotage Day (1July)	13	109	0
	New handling equipment technology development news and its photos	4	103	3
	Social organization for port workers	1	125	2
	News about new service offerings and photos of one process achieved	16	117	3

The Table 3 and Table 4 were constituted according to the highest engagement stats of posts. The topics with high engagement average (likes+comments+shares/post) in Turkey port market are Celebration of

Republic Day, Celebration of Victory Day, Celebration of Eid al-Adha, Inauguration video and Celebration of Commemoration of Atatürk, Youth and Sports Day. The topics with high engagement average

(likes+comments+shares/post) in Port of Los Angeles, Rotterdam, and Antwerp are Video of a cruise ship, Photo of Vincent Bridge taken by an employee, Photo of Vincent Bridge taken by a student, Photos and news about LA Fleet Week and Video of a cruise ship.

According to the above lists that involve posts with highest engagement average, both in two samples, the posts included social patterns such as photos with beautiful scenery, social activities, and celebration of special days are getting more attention from the audiences.

shows the power of sharing attractive photos and videos with high engagement stats on social media accounts of ports. Port of Antwerp realized this power and posted the most beautiful port photos regularly by giving the name of the owner on Facebook by eliminating the posts on Instagram shared by the public with the #portofantwerp hashtag.

The main difference between two samples is the given importance on the celebration of special days. It has been observed that the contents of Turkish Ports' posts are managed in accordance

Table 4. Contents and Engagement Stats of Social Media Accounts of Ports of Los Angeles, Rotterdam, and Antwerp (According to the highest Engagement Stats)

Port	Topic	Shares	Likes	Comments
PORT OF LOS ANGELES	Photo of Vincent Bridge from the view of the port by an employee.	161	505	21
	Photo of Vincent Bridge from the view of the port by a student.	105	458	18
	Photo and news about LA Fleet Week	104	360	24
	Crane photo from the view of crane operator and possessed crane number in port	42	307	16
	Statement emphasized the importance of port as the largest trade gateway in Americas and a photo of port	45	287	8
PORT OF ROTTERDAM	Video of cruise ship (Harmony of the Seas) at the port	788	1197	139
	Video of cruise ship (Harmony of the Seas) at the port	32	286	13
	The photo and news about the arrival of cruise ship Harmony of the Seas	68	168	35
	Photos of sky with the view of the port	24	252	6
	Canal investment photos	59	223	15
PORT OF ANTWERP	Interesting news and photo about a safety helmet belongs to the port which was found in south Dorset coast in England	90	154	13
	Photo of port	11	262	5
	Photo and information of NYK Blue Jay containership that had arrived at the port	26	220	9
	Inauguration of Kieldrecht Lock by King of Belgium	90	150	13
	Call for votes for the most sustainable port award	22	176	17

The main similarities between two samples are the announcement of investments, the importance and success stories of ports. Also, the other similarity

with the culture of the local community. Posts that are unrelated to port industry (e.g., the celebration of religious festivals, the celebration of days special to Turkey

such as Victory Day and Republic Day) were taken high reactions from audiences. At this point, Turkish ports' social media content appears differently from other ports in the world and raises the question why the Turkish case stands as an exception. Here, one cannot ignore the role of Turkish culture, customs, Islamic traditions and social values on social media marketing strategies of Turkish ports.

It is also important to mention that ports of Los Angeles, Rotterdam, and Antwerp are under public ownership and they are highly active on social media. However, it is seen that public owned ports in Turkey (e.g. Izmir Alsancak) are not active on social media.

6. Discussion and Implications for Port Managers

It has been found essential to underline some important issues that discovered during the research process of usage of social media tools of ports. Firstly, it has been observed that active ports in social media use more than one social platforms. It would be beneficial for ports to find the right social platform to focus more. Building such success measurement criteria (i.e., engagement level of customers) would be helpful for ports since it would give hints about whether to focus more on a platform or leave it. For instance, on YouTube account of DP World Yarımca, the port video has 573 views, but on Facebook account, the same video has 25000 views, 212 likes, and 226 shares. So, it can be concluded that the Facebook account is more proper for DP World Yarımca with the aim of reaching a large audience.

Secondly, it has been discovered that tailoring the post content helps ports to reach a wider audience. For example, even the reaching population is rather small than Assan Port, APM Terminals Izmir's creativeness and the way of sharing of the desired image is better than Assan Port. For

instance, they celebrate the International Women's Day on 8 March with a picture taken in port with port's smiling women employees. The post took 179 likes and 41 shares while Assan Port's Women's Day celebration post (doesn't contain any port specific logo, image, or something else) just had 24 likes. As the professionals in social media announce every time that "The content is the king in social media", it has been seen that it is also crucial for ports to utilize an opportunity from the power of social media through innovative and novel content creating.

As we discussed earlier, the benefits of social media to the port industry are set forth as promotion and increased public relations. The results in the previous section had raised the question of does social media really represent a beneficial tool for port businesses in a promotional manner? Because it has been observed that the most attractive posts of ports with high engagement levels do not include the port service, infrastructure, and superstructure, investments, or success stories. There is a paucity of the social media literature in terms of measuring the success or benefits of social media. Most of the studies focus on the engagement rates and follower numbers as success indicators as it is handled in this research either. Return expectations of ports would be increased customers, business volume, profitability, etc. However, it is not possible to make a relationship analysis quantitatively between the social media data and return expectations. It is hard to measure the direct effects of social media on port economic gains besides there is no study that conducts this kind of measurement in the literature. Also, Michaelidou et al. [35] found in their study that uncertainty whether or how social media could help brands is one of the main barriers in B2B sector to use SM.

To measure the benefits and trends of social media and to develop proper

strategies, data mining tools can be used by ports. Although it is easy to reach stakeholders via social media and to initiate a relationship with them, like any other relationships it takes time to reap the benefits and needs great effort to make it worthwhile [34]. To shorten this process and to measure the benefits more accurately ports can use data mining tools with the aim of measuring engagement, checking competitors, tracking campaign, analyzing brand, building competitive intelligence, caring customer, launching services, ranking influencers. Sentiment analysis can be done in order to reveal the feelings of people about the port and services.

Besides the promotional effects of social media, we focus on the public relations benefits for ports. During the analysis process, it has been observed that ports utilize an opportunity from the power of stakeholders to reach larger mass to create the required positive image. Every post ports make on a social media platform is an opportunity for them to reach a larger audience through spreading with the help of sharing of followers. Workers, media, news companies, schools, logistics clubs, other partners in the logistics industry, academicians have the ability to share the posts of ports if they find it remarkable, or interesting. At that point, the aim is more than classical advertising. Word-of-mouth is sincerer than the formal advertising content. For example, crane videos of Port of Akdeniz are shared even by metallurgy and materials engineers, students, and also grab and machine companies. Also, APM's post about the maritime week in a university is shared mostly by students, the port video of Asya Port is shared by real estate agents to promote the local area, Hopa Port's post about ship traffic in the port is shared by academicians, professionals, and again by real estate agents. Additionally, it has been discovered that ports increase their social

image and visibility through sponsoring and promoting events on Facebook. Events can be promoted and people can be invited to attend the event easily, without any expense, and in a less time-consuming way on Facebook. For example, Port of Los Angeles promoted the event for Lobster Festival and Music Weekend on Facebook and thousands of people declared their willingness to attend. Also, Port of Rotterdam organizes business events (e.g., meeting organization for informing shippers and logistics service providers about the latest developments in the port of Rotterdam) and publish through Facebook. With the help of sponsoring different events, the visibility can be increased on social media. For example, recently, the North Sea Jazz Festival which will be held in 2017 is sponsored by Port of Rotterdam. The event page on Facebook is opened as 'Port of Rotterdam North Sea Jazz Festival' and thousands of people are invited to the event through this page, and hundreds of people share this event on the social media platform. Thus, Port of Rotterdam increases its visibility, raises the awareness, and successfully manages its marketing public relations.

7. Conclusion

To port industry, social media marketing is just a new communication channel for their voice and content. However, the benefits of being more accessible, more familiar and recognizable for stakeholders and the easiness of the way to achieve these benefits through social media have been recognized by the port industry. Ports cannot design interesting equipment, entertaining services but some niche strategies can be determined. Besides attracting new customers, the main aims would be raising awareness, building a public image, sharing values, and so on. As the marketing department of Port of Hamburg indicates, isn't it a good

outcome for a port to have a positive image worldwide, standing for professionalism, efficiency, and innovation?

In this study, exploratory research was conducted to gain some insights into social media marketing efforts of ports. Firstly, the general tendency of ports in using social media tools was searched and the results indicate that LinkedIn is the most preferable in terms of the account number of ports, but Facebook is the most actively used social platform by ports in Turkey. Through content analysis, the content of ports' posts was listed. Secondly, to get meaningful information about most attractive topics in port environment, a social analytics tool was used to list the posts with high engagement levels both for container ports in Turkey and Port of Los Angeles, Rotterdam, and Antwerp. The main similarities and differences between two samples were discussed. It has found that the most attractive posts of ports with high engagement levels do not include the port service, infrastructure, and superstructure, investments, or success stories.

According to the top container ports list of the report of UNCTAD Review of Maritime Transport, this study only found three ports on social media platform (the accounts were managed in their native languages). Most of the ports in the top list belong to the Far East countries, and they may have social accounts, but they could not be found because of researchers' limitation in Far East languages. In the future, these ports' social media efforts can also be examined and broader insights can be gained. The limitation of measuring the direct effects of using social media on return expectations of ports can be reduced by interacting directly with port managements and by developing case studies. In the future, the social media use can be examined in the scope of competition between terminals in the same ports as well.

References

- [1] Cetin, C. K. and Cerit, A. G. (2010). Organizational effectiveness at seaports: a systems approach. *Maritime Policy & Management*. 37(3):195-219.
- [2] Woo, S. H., Pettit, S. J., Kwak, D. W. and Beresford, A. K. (2011). Seaport research: A structured literature review on methodological issues since the 1980s. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 45(7):667-685.
- [3] Bernard, K. (1995). *Marketing Promotion Tools for Ports*, in UNCTAD monographs on port management, New York and Geneva.
- [4] ISL (1991). *Port Management Textbook: Volume 3 - Port Marketing*, Institute of Shipping Economics and Logistics, Bremen.
- [5] Bae, H. S. (2012). The effect of market orientation on relationship commitment and relationship effectiveness of port logistics firms. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 28(1):105-134.
- [6] Kounoupas, E. and Pardali, A. (2015). Adding some context to port marketing: Exploring the content and measurement of market orientation in the port industry. *SPOUDAI-Journal of Economics and Business*, 65(1-2):3-26.
- [7] Cahoon, S. and Hecker, R. (2005). *Seaports in the New Economy: Using Services Marketing Strategies to Increase Cargo Throughput in a Hypercompetitive Environment*. Proceedings of the IAME Conference. Cyprus.
- [8] Brooks, M. and Schellinck (2015). Measuring port effectiveness: what really determines cargo interests' evaluations of port service delivery?. *Maritime Policy & Management*. 42(7):699-711.

- [9] Thai, V. V. (2016). The impact of port service quality on customer satisfaction: The case of Singapore. *Maritime Economics & Logistics*. 18(4): 458-475.
- [10] Asfour, A. M. (2016). The Impact of The Holistic Marketing Strategies on Increasing Customers satisfaction In Container terminal Ports, A Comparative Study Between East And West Port Said Container Terminals. *The International Maritime Transport & Logistics Conference (Marlog 5) Toward Smart Ports 13 - 15 March*.
- [11] Pardali, A. and Kounoupas, E. (2007). The application of marketing strategies in the container seaport market. *Proceedings of the 5th International Conference on Maritime Transport and Maritime History*. Barcelona, Spain.
- [12] Bauk, S., Šekularac-Ivošević, S. and Jolić, N. (2015). Seaport positioning supported by the combination of some quantitative and qualitative approaches. *Transport*. 30(4): 385-396.
- [13] Çalışkan, A. and Esmer, S. (2017). Port Industry Related Relationship Marketing Applications. *Journal of ETA Maritime Science*, 5 (2). 202-215.
- [14] Bennett, R. and Gabriel, H. (2001). Reputation, trust and supplier commitment: the case of shipping company/seaport relations. *Journal of business & industrial marketing*. 16(6):424-438.
- [15] Pando J., Araujo, A. and Maqueda, F.J. (2005). Marketing management at the world's major ports. *Maritime Policy & Management*. 32(2):67-87.
- [16] Cahoon, S. (2007). Marketing communications for seaports: a matter of survival and growth. *Maritime Policy & Management*. 34(2):151-168.
- [17] Parola, F., Satta, G., Penco, L. and Profumo, G. (2013). Emerging Port Authority communication strategies: Assessing the determinants of disclosure in the annual report. *Research in Transportation Business & Management*. 8:134-147.
- [18] Notteboom, T., Parola, F., Satta, G., and Penco, L. (2015). Disclosure as a tool in stakeholder relations management: a longitudinal study on the Port of Rotterdam. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 18(3), 228-250.
- [19] Mäläskä, M., Saraniemi, S. and Tähtinen, J. (2011), "Network actors' participation in B2B SME branding", *Industrial Marketing Management*, Vol. 40 No. 7, pp. 1144-1152.
- [20] Kho, N. (2008), "B2B gets social media", *EContent*, Vol. 31 No. 3, pp. 26-30.
- [21] Mangold, W. G., and Faulds, D. J. (2009). Social media: The new hybrid element of the promotion mix. *Business horizons*, 52(4), 357-365.
- [22] Esmer, S. (2011). Liman İşletmelerinde hizmet pazarlaması: pazarlama iletişimi. *Detay Yayıncılık*.
- [23] Esmer, S., Nguyen, H. O., Bandara, Y. M., and Yeni, K. (2016). Non-price competition in the port sector: A case study of ports in Turkey. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(1), 3-11.
- [24] Moglia, F. and M. Sanguineri. (2003). "Port Planning: The Need for a New Approach." *Maritime Economics & Logistics* 5: 413-425.
- [25] Dooms, M., A. Verbeke, and E. Haezendonck. 2013. "Stakeholder Management and Path Dependence in Large-scale Transport Infrastructure Development: The Port of Antwerp Case (1960-2010)." *Journal of Transport Geography* 27: 14-25.
- [26] Brooks, M. R., and A. A. Pallis. (2008). "Assessing Port Governance

- Models: Process and Performance Components.” *Maritime Policy & Management* 35: 411-432.
- [27] Harris, T. L. (1993). How MPR adds value to integrated marketing communications. *Public Relations Quarterly*, 38(2), 13-17.
- [28] Papasolomou, I., and Melanthiou, Y. (2012). Social media: Marketing public relations’ new best friend. *Journal of Promotion Management*, 18(3), 319-328.
- [29] Giannini, G. T. (2010). *Marketing public relations: A marketer’s approach to public relations and social media*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- [30] Graffigna, G., & Riva, G. (2015). Social media monitoring and understanding: an integrated mixed methods approach for the analysis of social media. *International Journal of Web Based Communities*, 11(1), 57-72.
- [31] Esmer, S. and Duru, O. (2017). Port governance in Turkey: The age of the global terminal operators. *Research in Transportation Business & Management*. 22:214-223.
- [32] Brooks, M. R. and Cullinane, K. (2007). Devolution, port performance and port governance. *Research in Transport Economics*. 17.
- [33] Statistics Portal (2016). <https://www.statista.com/statistic-portal/>
- [34] Singh, S., and Diamond, S. (2012). *Social media marketing for dummies*. John Wiley & Sons.
- [35] Michaelidou, N., Siamagka, N. T., & Christodoulides, G. (2011). Usage, barriers and measurement of social media marketing: An exploratory investigation of small and medium B2B brands. *Industrial marketing management*, 40(7), 1153-1159.
- [36] Berg, B.L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences*. 4th ed. MA:Pearson Education.
- [37] Caliskan, A. and Esmer, S. (2016). Exploring the Relationship Marketing Strategy of Ports. Annual conference of the International Association of Maritime Economists (IAME), August 23-26, Hamburg.



Gemiler için Yalpa Dengeleyici Sistem Seçim Kriterleri ve Hibrit Bulanık Ahp-Topsis Uygulaması

Hakan DEMİREL

Bülent Ecevit Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Türkiye
hakandemirel@beun.edu.tr; ORCID ID: orcid.org/0000-0002-7579-7064

Öz

Yalpa dengeleyici sistemler mürettebatın verimli çalışmasını sağlamak ve kargo emniyeti açısından birçok gemi türünde tercih edilmektedir. Özellikle büyük açılı yalpa hareketleri, denizde yorgunluk ve kusma gibi etkileri artıracığından gemide çalışan veya seyahat eden insanların hareket kabiliyetini olumsuz etkilemektedir. Bu durumla beraber farklı gemi türleri için, yalpanın azaltılması amacıyla, seyir durumları ve operasyonel özellikleri dikkate alındığında dengeleyici sistem gereksinimi doğmaktadır. Yalpa dengeleyici sistemler farklı gemi türleri için seçilirken birçok kriter değerlendirilerek tercih gerçekleştirilir. Bu çalışmada gemiler için ön dizayn aşamasında yalpa dengeleyici sistem seçimi yapılırken bir sistematik oluşturma amaçlanmış, örnek bir balıkçı teknisinin yalpa hareketini azaltmak için dengeleyici sistem seçim kriterleri ve alternatifleri uzman görüşleri ve literatür incelenerek belirlenmiştir. Kriter-alternatif ilişkisine ait ağırlıklandırılmalar alanında uzman 3 farklı grup Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisi ekibi tarafından yapılarak, hibrit bulanık AHP-TOPSIS yapısı kullanılmış ve en iyi alternatif belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yalpa Dengeleyici Sistemler, Bulanık AHP-TOPSIS, Seyir Güvenliği.

Roll Motion Stabilizing System Selection Criteria for Ships and Hybrid Fuzzy Ahp-Topsis Application

Abstract

Roll motion stabilization systems are preferred on many types of ships to ensure crew efficiency and cargo safety. In particular, since large roll motions increase the effects of fatigue and vomiting at sea, they adversely affect the mobility of travelling or working people on board. With this situation, when the navigation conditions and operational characteristics for different ship types are taken into consideration, the need for roll stabilizing system will arise. Roll motion stabilization systems are preferred by considering various criteria when chosen for different ship types. In this study, it is aimed to create a systematic procedure for selecting the roll stabilization system in the preliminary design for ships. In order to reduce the roll motion of a fishing boat, roll stabilizing system selection criteria and alternatives have been determined based on expert opinions and literature review. The weightings regarding criterion-alternative relationship are decided by three expert groups of Naval Architecture and Marine Engineer, and the best alternative is determined through hybrid fuzzy AHP-TOPSIS structure.

Keywords: Roll Stabilization Systems, Fuzzy AHP-TOPSIS, Navigation Safety.

To cite this article: Demirel, H. (2018). Gemiler için yalpa dengeleyici sistem seçim kriterleri ve hibrit bulanık ahp-topsis uygulaması. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(1), 75-82.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.96636>

1. Giriş

Gemi hareketleri içerisinde yalpa hareketi diğer hareketlere göre daha kritik öneme sahiptir ve her durumda başarıyla sönmülmesi gerekmektedir. Bu nedenle dengeleyici sistemlerin önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Dengeleyici sistemler aktif ve pasif sistemler olarak literatürde yerini almaktadır [1]. Yalpa hareketinin sönmülmesi amacıyla ilk pasif sistem 1870 yılında, ilk aktif sistem ise 1891 yılında uygulanmıştır [2]. Özellikle aktif sistemler, pasif sistemlere kıyasla kontrol edilebilen mekanizmalar oldukları için farklı gemi türleri için çoğunlukla tercih sebebi olmaktadır [3].

Dengeleyici sistemlerle ilgili olarak araştırmacılar yıllar boyunca farklı gemi türlerine aktif ve pasif sistemleri kullanarak uygulamalar yapmışlardır. Webster ve Dogan [4] çalışmasında yalpa hareketinin dengelenmesi amacıyla üç farklı gemi tipi için aktif tank sistemlerinin kullanımını değerlendirmiştir. Baitis [5], Van Amerongen vd [6] ve Ferreiro vd. [7] farklı deniz şartlarında dümen ile yalpa dengelenmesi hakkında incelemelerde bulunmuşlardır. Gawad vd. [8] dengeleyici sistem olarak pasif tank sistemlerini önermiş, bu mekanizmanın kritik durumlarda fin dengeleyici sistemlerle birlikte kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Jones vd. [9] bir balıkçı teknesi için yeni kontrol yöntemlerini kullanarak daha kapsamlı bir tank sistemi önermişlerdir. Marzouk ve Nayfeh [10] pasif ve aktif tank sistemleri üzerine inceleme yapmış, dengeleyici sistem olarak aktif olanı öne çıkarmışlardır. Ma vd. [11] dümen ve fin dengeleyici kanat sisteminin bir arada kullanıldığı bir mekanizmayı önermişlerdir. Su [12] dengeleyici sistem olarak aktif fin sistemlerini incelemiş, verimliliğini simülasyon sonuçlarıyla göstermiştir. Ayob and Yaakob [13] kütle hareketiyle dengeleme üzerine çalışma yapmışlardır. Zihnioglu vd. [14] aktif fin

dengeleyici kanat sistemi üzerine deneysel çalışmalar yaparak yalpa sönmü açısından kullandıkları mekanizmanın verimliliğini ifade etmişlerdir.

Yalpa hareketinin sönmülmesi amacıyla, araştırmacıların yaptığı çalışmalardan da anlaşıldığı üzere tank sistemleri, fin dengeleyici kanat sistemleri, dümen sistemleri ve ağırlık hareketi uygulamaları yapılmıştır. Bu sistemler içerisinde tank sistemlerinin yüksek hacme sahip olması kanat ve dümen sistemlerini tercih aşamasında öne çıkarmaktadır. Kanat sistemleri kendi içinde aktif ve pasif olarak ikiye ayrılmaktadır. Aktif kanat sistemlerinin, dümen sistemine göre maliyet ve düşük hızlarda etkinliğinin az olması olumsuz bir yön olarak düşünülse de, kanat sistemlerinin orta ve yüksek hızlarda yalpa hareketinin genliğini % 90 mertebesine kadar azaltabilme özelliğinin olması, dümen sistemlerinde bu oranın % 75 mertebelerinde olması aktif sistemler ile ilgili yalpa hareketinin azaltılması üzerine literatürde çok sayıda çalışmanın yapılmasına neden olmuştur [3].

Yapılan bütün çalışmalarda teknik açıdan değerlendirmeler yapılmakta ve nihai amacın yalpa hareketinin genliğinin azaltılarak daha güvenli bir seyir sağlama olduğu görülmektedir. Bu noktada farklı bir bakış açısına ihtiyaç doğmaktadır. Kimi zaman en verimli ekipman olarak aktif sistem tercihi yapılırsa dahi örneğin maliyet kriteri bu tercihi kısıtlayabilmektedir. Bu çalışmada aktif ve pasif dengeleyici sistemler ve onlara bağlı kriterler, literatürde bulunan çalışmalardan ve alanında uzman 3 farklı grup Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisi ekibi tarafından belirlenmiş (bu uzmanların ikisi ilgili alanda doktora derecesine sahip, diğeri ise tersanede 7 yıl tecrübeye sahip ve teknik müdür düzeyinde), bulanık AHP-TOPSIS hibrit yapısı kullanılarak, bir balıkçı teknesi için en uygun dengeleyici sistem uzmanların verdiği cevaplar doğrultusunda

yapılan ağırlıklandırmalar neticesinde belirlenmiştir.

2. Dengeleyici Mekanizma Seçim Kriterleri

Yalpa dengeleyici sistemler farklı gemi türleri için seçilirken belli kriterler doğrultusunda karar verilmektedir. Bu noktada teknik olarak performans kriteri yapılan çalışmalarda öne çıksa dahi farklı opsiyonlarında detaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin bir savaş gemisi için hızlı ve güvenli manevra kabiliyeti öne çıkarırken, yük ve yolcu taşıyan gemiler düşünüldüğünde dengede kalabilmek yeterli olabilmektedir. Bu sistemler seçilirken öne çıkan kriterler literatür incelemesi ve uzman görüşleri dikkate alınarak belirlenmiş ve aşağıda ifade edilmiştir [21].

İlk Yatırım Maliyeti: Dengeleyici sistem seçimi açısından maliyet kriteri, geminin dizayn aşamasında dikkatle irdelenmesi gereken parametrelerinden bir tanesidir. Farklı gemi türleri için değerlendirildiğinde geminin amacına uygun olarak seçilen yalpa dengeleyici sistem maliyet açısından büyük bir etki oluşturabilmektedir. Özellikle aktif dengeleyici sistemlerin pasif olanlara kıyasla hayli pahalı olduğu bilinmektedir.

Bakım Gereksinimleri: Pasif dengeleyici sistemler hariç olmak üzere diğer aktif dengeleyici sistemlerin periyodik olarak bakıma ihtiyacı vardır bu durumda her gemi için farklı olmak üzere ek bir maliyet ve zaman gereksinimi doğurmaktadır. Dolayısıyla geminin çalışma amacı doğrultusunda sistem seçimi yapılırken bu kriterin dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yalpayı Azaltma Oranı (Dengeleyici Sistemin Verimliliği): Geminin yapısına ve özelliklerine bağlı olarak farklı gemiler için değerlendirildiğinde bu parametrede öne çıkmaktadır. Özellikle aktif dengeleyici sistemlerin bu noktada çok daha başarılı olduğu bilinmekte ve literatürde

vurgulanmaktadır. Bu nedenle minimum yalpa durumu beklenen gemilerde bu kriter öne çıkmaktadır.

Mürettebatın Performansı-Yolcuların Rahatlığı: Bu kriterde gemi türlerine ve yapılan operasyonun durumuna göre değerlendirilmesi gereken bir kriterdir. Çünkü kimi zaman mürettebatın hareket kabiliyeti kimi zamanda uzun seyahatlerde yolcuların rahatlığı kritik öneme sahip olabilmektedir.

Dengeleyici Sistemin Çalışabileceği Hız Aralığı: Yalpa omurgası ve tank sistemleri her hızda çalışabilmektedir. Ancak dümen sistemleri ve fin yalpa dengeleyici sistemler düşünüldüğünde düşük hızlarda performanslarının iyi bir etki bırakmadığı, özellikle 10-12 deniz mili ve üzerinde verimlerinin yüksek olduğu vurgulanmaktadır [21].

Su Altındaki Gürültü Durumu: Aktif fin dengeleyici sistemler ve dümen sistemleri çalışırken su altında gürültüye sebebiyet vermektedir. Ancak diğer pasif sistemler için bu durum geçerli değildir.

Ekipmanların Fiyatları: Elbette aktif dengeleyici sistemler pasif sistemlere kıyasla ekipman fiyatı açısından hayli yüksek maliyetlere sahiptir ve bu durum dizayn aşamasında üzerinde dikkatle düşünülmesi gereken bir durumdur. İlk yatırım maliyetinden sonra periyodik bakım ihtiyacı duyan sistemler açısından bu kriter önem arz etmektedir.

Dengeleyici Sistemin Hız, Güç ve Direnç Üzerindeki Etkisi: Yalpa omurga ve fin dengeleyici sistemlerin hız kaybına neden olduğu ve direnç oluşturduğu bilinmektedir. Elbette bu durum toplam güçte düşüşe neden olacak ve seyir şartlarını olumsuz etkileyecektir.

Kargo Taşıma Kapasitesine Etkisi: Herhangi bir dengeleyici sistemin eklenmesi kargo taşıma kapasitesini etkilemektedir. Çünkü gemiye eklenen bir ağırlık stabilite limiti ile direk bağlantılı olarak geminin genel taşıma kapasitesi

üzerinde etki yapmaktadır. Dolayısıyla bu nokta dizayn aşamasında detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir.

Dalga Şartları: Dengeleyici sistemler farklı deniz durumlarında kullanılmaktadır. Özellikle tank sistemleri ve fin dengeleyici sistemler yüksek genlikli dalgaların olduğu deniz durumlarında olumsuz bir şekilde etkilenmekte bu yüzden de geminin çalışacağı deniz durumu değerlendirilerek dengeleyici sisteme karar verilmesi önem arz etmektedir.

Liman Yanaşmaları: Birçok gemi üzerindeki ekipmanlar dolayısıyla hareketi açısından sınırlamalara maruz kalır. Dolayısıyla bu durum uygulanacak dengeleyici sistem açısından kısıtlamalar getirebilmektedir.

Bütün bu kriterler farklı gemi türleri için değerlendirilip, o gemi türü için hangi kriterler öne çıkıyorsa o gereksinimi sağlayan dengeleyici sistem uygulanabilir. Elbette kriterlerin birbiri arasında ve belirlenen alternatif dengeleyici sistemler üzerindeki etkisinin, belli değerlere bağlı olarak, alanında uzman kişilerin yardımıyla belirlenmesi kararın doğru verilmesi açısından uygulanabilecek birçok yöntemin önünü açacaktır. Bu amaçla belirlenen alternatif ve kriterler aşağıda Tablo 1 ve 2'de ifade edilmiştir;

Tablo 1. Dengeleyici Mekanizma Alternatifleri

ALTERNATİFLER
A1: Yalpa Omurgalar
A2: Yalpaya Ters Etki Oluşturan Tank Sistemleri
A3: Aktif Fin Sistemleri
A4: Dümen Sistemleri

Tablo 2. Dengeleyici Mekanizma Seçim Kriterleri

KRİTERLER
C1: İlk Yatırım Maliyeti
C2: Kargo Taşıma Kapasitesine Etkisi

Tablo 2. Dengeleyici Mekanizma Seçim Kriterleri (Devamı)

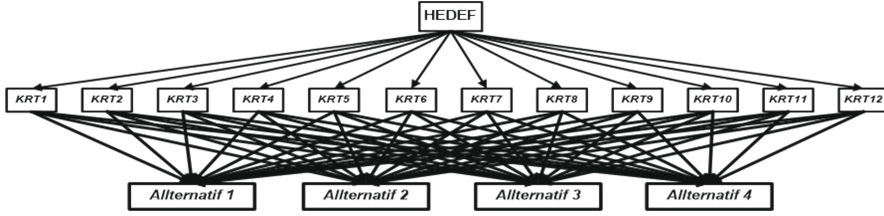
KRİTERLER
C3: Mürettebat Performansı ve/veya Yolcuların Rahatlığı
C4: Dengeleyici Sistemin Hız, Güç ve Direnç üzerindeki etkisi
C5: Bakım Gereksinimi
C6: Yalpayı Azaltma Durumu
C7: Su Altındaki Gürültü Durumu
C8: Ekipmanlarının Fiyatları
C9: Düşük Hızda Çalışma Durumu
C10: Yüksek Hızda Çalışma Durumu
C11: Liman Yanaşmaları
C12: Dalga Şartları

Yukarıda ifade edilen kriterler ve alternatifler alanında uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda şekillenerek, dengeleyici sistem seçimi problemi için Bulanık AHP -Bulanık TOPSIS yöntemlerinden oluşan hibrit yapı kullanılmış 20 m uzunluğunda bir balıkçı teknesi [22] için hangi dengeleyici sistemin kullanımının daha uygun olacağı aşağıda değerlendirilmiştir.

3. Hibrit Bulanık Ahp-Topsis Uygulaması

Hibrit Bulanık AHP-TOPSIS yapısı araştırmacılar tarafından farklı konular özelinde kullanılmıştır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu [15] çalışmasında tesis yer seçimi için, Kutlu ve Ekmekçioğlu [16] hata türleri ve analizi için, Aikhuele vd. [17] ise gemi ana makinesi arıza teşhisi için bu yönteme ait hiyerarşik yapıyı kullanmışlardır. Bu çalışmada belirlenmek istenen yalpa dengeleyici sistem için belirlenen seçim kriterleri ile alternatifler arasındaki ilişki aşağıda Şekil 1' de gösterilmiştir;

./..



Şekil 1. Alternatif ve Kriterlere Ait Hiyerarşik Yapı

Yukarıda bahsedilen hedefe ulaşmak için kullanılan hibrit yöntemin detayları aşağıdaki gibi verilmiştir.

Değerlendirmeler yapılırken literatürde var olan dilsel ifadeler kullanılmıştır. Çalışmada bu tip ifadeleri kullanarak dengeleyici sistem için alternatifleri ortaya koyma amacıyla, bilinen 5 temel ifade olan “kesinlikle önemli,” “çok güçlü düzeyde önemli,” “gerekli derecede önemli,” “zayıf derecede önemli” ve “eşit derecede önemli” dilsel ifadeler kullanılmıştır [18].

Uzmanlar dilsel ifadeleri kullanarak kendi düşüncelerini ortaya koyarlar. E_{ij}^k , k değerlendiricinin i'inci alternatifin j'inci kritere göre bulanık performans değerini ortaya koymaktadır. Tüm uzmanların değerlendirmeleri $E_{ij}^k = (LE_{ij}^k, ME_{ij}^k, UE_{ij}^k)$ şeklinde ifade edilir. Burada uzmanların kararları kendi bilgi ve tecrübelerine dayanılarak ortaya konulduğundan farklılıklar oluşabilmektedir.

Hiyerarşik sistem içerisindeki tüm kriterlerin içinde olduğu karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bu aşamada Buckley'in [19] önerdiği geometrik ortalama metoduyla ikili karşılaştırma matrisleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\tilde{E}_{ij} = (\tilde{E}_{ij}^1 \otimes \tilde{E}_{ij}^2 \otimes \dots \otimes \tilde{E}_{ij}^n)^{\frac{1}{k}} \quad (1)$$

Bulanık sentetik karar matrisi (\tilde{R}_i) aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\tilde{R}_i = (\tilde{E}_{i1}^1 \otimes \tilde{E}_{i2}^2 \otimes \dots \otimes \tilde{E}_{im}^m)^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Tüm kriterlerin ağırlıkları (\tilde{w}_i) aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\tilde{w}_i = \tilde{R}_i \otimes (\tilde{R}_1 \oplus \tilde{R}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{R}_n)^{-1} \quad (3)$$

Alternatiflerin performanslarının ortaya konulmasında ise “çok iyi” “iyi,” “orta iyi,” “orta,” “orta zayıf,” “zayıf,” “çok zayıf,” dilsel değişkenleri kullanılmıştır. Uzmanların kendilerine ait görüşleri bu şekilde ifade etmeleri beklenmektedir [20]. Bu aşamada her bir alternatif verilen dilsel değişkenler kullanılarak her bir kritere göre değerlendirilmektedir.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} (\tilde{x}_{ij}^1 \oplus \tilde{x}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{x}_{ij}^K) \quad (4)$$

Bu aşamada, kriterlerin aynı ölçekte değerlendirilmesi için doğrusal ölçeklendirmeli normalizasyon tekniği kullanılmaktadır.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (5)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B; \quad (6)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_j^-}, \frac{a_j^-}{b_j^-}, \frac{a_j^-}{a_j^-} \right), j \in C; \quad (7)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \text{ eğer } j \in B \text{ ise}; \quad (8)$$

$$a_j^- = \max_i a_{ij} \text{ eğer } j \in C \text{ ise}; \quad (9)$$

Sonraki aşamada ise bulanık AHP'den elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak, ağırlık karar matrisi hesaplanır.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (10)$$

Burada $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j$ olarak ifade edilir.

Pozitif (A^+) ve negatif (A^-) ideal çözümlerin ortaya konularak ve pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözümler aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$A^+ = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\} = \{[\max_i V_{ij} / j \in J_1], [\min_i V_{ij} / j \in J_2], / i \in 1, \dots, m\} \quad (11)$$

$$A^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\} = \{[\min_i V_{ij} / j \in J_1], [\max_i V_{ij} / j \in J_2], / i \in 1, \dots, m\} \quad (12)$$

Pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkların ölçülmesi sonucunda alternatiflerin birbirine olan uzaklıkları hesaplanır.

Pozitif ideal çözüme olan uzaklık (S_i^+):

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, \dots, m \quad (13)$$

Negatif ideal çözüme olan uzaklık (S_i^-):

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

Bir sonraki aşamada pozitif ideal sonuca olan yakınlık (C_i^+) hesaplanır;

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{(S_i^+ + S_i^-)} \quad (15)$$

Sonuç olarak, en iyi alternatif en yüksek C_i^+ değeri olarak hesaplanır.

Bu hesaplamalar gerçekleştirilerek, ilgili kriterlerin ağırlıklandırılmaları (W) ve en iyi bulanık olmayan performans değerleri (BNP) Tablo 3'te, bunlara bağlı olarak elde edilen alternatif sıralamaları (CC) ise Tablo 4'te gösterilerek sonuca ulaşılmıştır.

Tablo 3. Dengeleyici Mekanizmanın Seçim Kriterlerinin Ağırlıkları

	Kriterler	W	W	W	BNP
C1	İlk Yatırım Maliyeti	0,123	0,125	0,120	0,123
C2	Kargo Taşıma Kapasitesi	0,118	0,118	0,114	0,117
C3	Mürettebat konforu ve/veya yolcu konforu	0,091	0,093	0,097	0,094
C4	Dengeleyici Sistemin Hız, Güç ve Direnç üzerinde etkisi	0,094	0,097	0,097	0,096
C5	Bakım Gereksinimi	0,077	0,080	0,083	0,080
C6	Yalpa Azaltma Durumu	0,068	0,068	0,070	0,069
C7	Su Altındaki Gürültü Durumu	0,051	0,047	0,046	0,048
C8	Ekipmanlarının Fiyatları	0,105	0,104	0,102	0,104
C9	Düşük Hızda Çalışma Durumu	0,045	0,041	0,040	0,042
C10	Yüksek Hızda Çalışma durumu	0,066	0,065	0,068	0,066
C11	Liman Yanaşmaları	0,075	0,073	0,073	0,074
C12	Dalga Şartları	0,087	0,089	0,089	0,088

Tablo 4. Dengeleyici Mekanizmanın Alternatiflerinin Ağırlıkları

	d+	d-	CC	
A1	2,952	5,114	0,634	1
A2	4,199	4,697	0,528	3
A3	4,246	4,767	0,529	2
A4	5,090	3,975	0,439	4

4. Sonuçlar

Yalpa dengeleyici sistem seçimi için belirlenen kriterlerin ağırlıkları, uzmanların vermiş olduğu cevaplar doğrultusunda şekillenerek kullanılan hibrit yöntem neticesinde Tablo 3'te detaylı olarak ifade edilmiştir. Kriterlerden yola çıkarak maliyetle ilgili olanların seçim aşamasında önemli ölçüde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bunlara ilaveten dengeleyici sistemin teknik olarak etkisi de yadsınamayacak düzeydedir.

Uygulamada kullanılan balıkçı teknesinin her türlü deniz şartında dengeli ve güvenli bir avlanma gerçekleştirmesi bunlara ek olarak da mürettebatın operasyon kabiliyetinin yüksek seviyede olması beklenmektedir. Ayrıca balıkçılık yönetimini desteklemek açısından da bu konu kritik önem arz etmektedir [23]. Bütün bu gereksinimlerle beraber değerlendirildiğinde, bu şartları sağlayabilecek sistemin Tablo 4'te ifade edildiği üzere en iyi alternatif olarak, yalpa omurga sistemleri olduğu (0,634) uzmanların görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Diğer alternatifler ise uzmanların görüşleri doğrultusunda uygulanabilir olmakla beraber, seçim konusunda ekonomi kriterinin çok etkili olması sebebiyle ilk sırada tercih edilmemiştir. Ekonomiye dayalı kriterlerin etkili olmadığı bir çalışmada diğer alternatiflerin ilk sıralarda tercih sebebi olacağı düşünülmektedir.

Literatürde, balıkçı teknesinin yalpa hareketinin dengelenmesi amacıyla, araştırmacılar tarafından teknik açıdan değerlendirmeler yapılarak alternatif

sistemlerin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır [24,25,26]. Bu çalışmada ise teknik analizlerden farklı olarak, ifade edilen kriterler ve alternatifler ışığında, dizayn aşamasında farklı gemi türleri için çalışma şartları ve operasyonel özellikleri dikkate alınarak en uygulanabilir dengeleyici sistemin belirlenebileceği vurgulanmaktadır. Yapılan uygulama daha sonra yapılacak çalışmalar için hiyerarşik bir yapı sunmakla beraber, görüşlerine başvurulmuş uzman sayısının artırılmasıyla ve DEMATEL, VIKOR, Choquet Integral gibi farklı yöntemlerin kullanımıyla, araştırmacıların ileride yapacağı çalışmalarda farklı gemi türleri için en uygun dengeleyici sistemin belirlenebileceği öngörülmektedir.

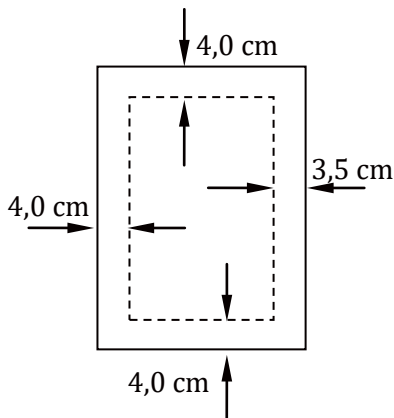
Kaynaklar

- [1] Perez, T. (2005). Ship Motion Control: Course Keeping and Roll Stabilization Using Rudder and Fins, Springer-Verlag London.
- [2] Chadwick, J.H. Jr. (1955). On the Stabilization of Roll, Transaction of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, Cilt: 63, s:237-280, 1955.
- [3] Liu, S., Sun, J.C. ve Chen, S.Z. (1999) Ship's Fin Stabilizer Control Under Sea Wave Disturbance, IEEE International Conference on Electrical and Computer Engineering, Edmonton, Alberta, Canada, s:891-895.
- [4] Webster, W. C., & Dogan, P. (1966). The analysis of the control of activated anti-roll tanks (no. Hydro-tr-490-2). Illinois State Natural History Survey Urbana

- [5] Baitis, A. E. (1989). Ship roll stabilization in the US Navy. *Naval Engineers Journal*, 101(3), 43-53.
- [6] Van Amerongen, J., Van der Klugt, P. G. M., & van Nauta Lemke, H. R. (1990). Rudder roll stabilization for ships. *Automatica*, 26(4), 679-690.
- [7] Ferreira, L. D., Smith, T. C., Thomas, W. L., & Macedo, R. (1994). Pitch stabilization for surface combatants. *Naval engineers journal*, 106(4), 174-191.
- [8] Gawad, A. F. A., Ragab, S. A., Nayfeh, A. H., & Mook, D. T. (2001). Roll stabilization by anti-roll passive tanks. *Ocean Engineering*, 28(5), 457-469.
- [9] Jones, E., Roskilly, A. P., Webster, B., & Birmingham, R. W. (2006). Adaptive roll stabilization of fishing vessels. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 220(1), 13-27.
- [10] Marzouk, O. A., & Nayfeh, A. H. (2009). Control of ship roll using passive and active anti-roll tanks. *Ocean engineering*, 36(9), 661-671.
- [11] Ma, L., Xu, J. X., & Wang, G. F. (2012). Fin/Rudder Joint Roll Reduction Control System Design. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 220, pp. 1091-1094). Trans Tech Publications
- [12] Su, K. H. (2013, December). Anti-rolling fin control for ship stabilization. In *Automatic Control Conference (CACS), 2013 CACS International* (pp. 389-394). IEEE.
- [13] Ayob, A. A. M., & Yaakob, O. (2015). Roll Mitigation of Small Fishing Boat. *Journal of Transport System Engineering*, 2(2), 46-50.
- [14] Zihnioglu, A., Ertogan, M., Tayyar, G. T., Karakas, C. S., & Ertugrul, S. (2016, January). Modelling, Simulation and Controller Design for Hydraulically Actuated Ship Fin Stabilizer Systems. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 42). EDP Sciences.
- [15] Ertugrul I and Karakaşoğlu N. 2008. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection. *Int J Adv Manuf Technol* 39:783–795
- [16] Kutlu AC AND Ekmekçiöğlü M. 2012. Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS-based fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications* 39(1):61–67
- [17] Aikhuele, D. O., Sorooshian, S., Ansah, R. H., & Turan, F. M. (2017). Application of Intuitionistic Fuzzy Topsis Model for Troubleshooting an Offshore Patrol Boat Engine. *Polish Maritime Research*, 24(2), 68-76.
- [18] Hsieh TY, Lu S and Tzeng GH. (2004) Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management* 22:573–584
- [19] Buckley JJ. (1985). Ranking alternatives using fuzzy numbers. *Fuzzy Sets Syst* 15(1):21–31
- [20] Kaya T and Kahraman C. (2011). Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology. *Expert Systems with Applications* 38:6577–6585
- [21] Sellars, F.H., & Martin, J.P. (1991). Selection and evaluation of ship roll stabilization systems.
- [22] Aydin, M., Akyildiz, H., 2005. Assessment of the intact stability characteristics of the fishing boats suitable for turkish water. *ITU publications*, 4.
- [23] Danişman, İke Koşar. Segmentation of Aegean Fishing Fleet and Spatial Distribution of Fishing Capacity. *J ETA Maritime Sci.* 2013; 1(1): 1-6
- [24] Bass, D. W. (1998). Roll stabilization for small fishing vessels using paravanes and anti-roll tanks. *Marine Technology and SNAME News*, 35(2), 74.
- [25] Alarcin, F., & Gulez, K. (2007). Rudder roll stabilization for fishing vessel using neural network approach. *Ocean engineering*, 34(13), 1811-1817.
- [26] Alarçin, F. (2014). Nonlinear modelling of a fishing boat and Fuzzy Logic Control design for electro-hydraulic fin stabilizer system. *Nonlinear Dynamics*, 76(1), 581-590.

1. JEMS publishes studies conducted in English and Turkish.
2. Text are to be prepared with justified alignment , without indentation in the paragraph beginning, in “cambria” format with 10 point font size and with 1,0 line- spacing. There must be initially 6nk and then 3nk line-spacing between new launching paragraph and previous paragraph. Full text should not exceed 12 pages.
3. Worksheets must be on A4 paper size and margins should be 4 cm from top, 4 cm from bottom, 4 cm from left and 3,5 cm from right.
6. The main title of article must be written in Turkish and English respectively for Turkish studies, in English for English studies and should be set centered in 12 point-size. Initially 6nk and after 6nk space should be left before the main title.
7. The first letter of the primary headings in the article should be capital letter, and all headings and sub-headings should be designed 10 pt, bold and located to the left with numbering, and also navy blue color should be used for sub-headings.

1. OrcaFlex Program
- 1.1. Axis Team



4. The text of abstract should be written fully justified, in italics and 10 pt. The section should be also no more than 150 words. The number of keywords should be between 3-5.
5. Studies must be submitted online from the journal’s web address (<http://www.jemsjournal.org>). Articles printed or within CD, articles submitted by mail, fax etc. is not acceptable.
8. The table heading should be placed above the table and the figure heading should be placed below the figure. 2 nk spaces should be added before the table heading and figure heading and also 3 nk space should be added after. The “table” and the “figure” should be written as bold and left aligned. First letters of table, figure and equation headings should be written with capital letters. The heading and the content should be written with “cambria” font and 10 point size. If tables, figures and equations in the study are cited, their references should be stated. 2 nk spaces should be added before references and 3 nk spaces should be added after. If tables and figures don’t fit into a single column, they should be designed to include two columns. Tables and figures which include two columns should be stated at the top or bottom of the page. Total number of figures and tables should not exceed 10.

Table 1. Sample Table

Turkish Male Seafarers (n = 131.152)	BMI < 25,0	BMI 25 - 30	BMI ≥ 30	Number of Participants
16-24 Ages Group	74,1%	22,5%	3,4%	34.421
25-44 Ages Group	44,1%	43,3%	12,6%	68.038
45-66 Ages Group	25,6%	51,1%	23,4%	28.693
All Turkish Male Seafarers	47,9 %	39,6 %	12,5%	131.152
Turkish Male Population*1	47,3 %	39,0 %	13,7 %	-

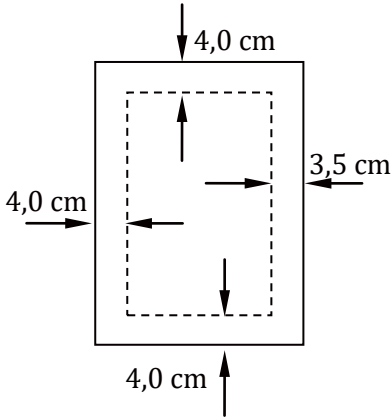
9. In the article, decimal fractions should be separated with comma and numbers should be separated with dots.

Average age: 28,624

Number of participants: 1.044 people

10. Page numbers, headers and footers should not be added to the study. These adjustments will be made by the journal administration.
11. Authors are deemed to have accepted that they have transferred the copyright of their studies to the journal by submitting their studies to our journal. Submitting a study to two different journals simultaneously is not suitable within the frame of academic ethics.
12. It is required that the studies are original and have not been published elsewhere before. If conference and symposium papers were published in a booklet, in this case they shall be published by JEMS on the condition that the copyright has not been transferred to the first publishing place. Information must be given to the journal editorship about the place where these kinds of papers were published before.
13. Citations in the study should be designed in brackets by numbering [1]. References also should be numbered in brackets as well. References should be prepared according to the APA format.

1. JEMS Türkçe ve İngilizce çalışmalar yayımlamaktadır.
2. Hazırlanan metinler; iki yana yaslanmış, paragraf başlarında girinti yapmadan, "cambria" formatında, 10 punto büyüklüğünde ve 1,0 satır aralıklı yazılmalıdır. Yeni başlanan paragraflar ile bir önceki paragraf arasında önce 6nk sonra 3nk satır aralığı olmalıdır. Tam metin toplam sayfa sayısı 12 sayfayı geçmemelidir.
3. Çalışma sayfaları A4 kağıt boyutunda ve üst 4 cm, alt 4 cm, sol 4 cm, sağ 3,5 cm olacak şekilde kenar boşlukları bırakılmalıdır.
6. Makalenin ana başlığı, Türkçe çalışmalarda sırasıyla Türkçe ve İngilizce, İngilizce yazılmış makalelerde ise İngilizce olarak yazılmalı ve 12 punto büyüklüğünde ortalanmış olarak ayarlanmalıdır. Ana başlıktan önce 6nk sonra 6nk boşluk bırakılmalıdır.
7. Makalede yer alan birincil başlıkların ilk harfleri büyük olacak şekilde sola dayalı ve numara verilerek 10 punto ile kalın yazılmalıdır. Alt başlıklar ise aynı şekilde 10 punto ile kalın yazılmalıdır. Bütün başlıklarda ve alt başlıklarda lacivert renk kullanılmalıdır.



4. Öz bölümünde çalışma ile ilgili kısa bilgilere ve temel bulgulara yer verilmelidir. Bu bölüm iki tarafa dayalı, italik ve 10 pt ile yazılmalı ve ayrıca 150 kelimeyi geçmemelidir. Bunun yanında anahtar kelimelerin sayısı ise 3-5 arasında olmalıdır.
5. Çalışmalar derginin web adresinden (<http://www.jemsjournal.org>) online olarak gönderilmelidir. Basılı ya da CD içerisinde veya posta, faks vb. yollarla gönderilen yazılar kabul edilmemektedir.
1. OrcaFlex Program
1.1. Axis Team
8. Tablo başlığı tablonun üstünde şekil başlığı şeklin altında yer almalıdır. Tablo başlığı ve şekil başlığından önce 2 nk sonra 3 nk boşluk bırakılmalı ve sola dayalı olarak sadece "tablo" ve "şekil" yazısı kalın olacak şekilde yazılmalıdır. Tablo, şekil ve denklem başlıklarındaki kelimelerin ilk harfleri büyük yazılmalıdır. Başlık ve içerik "cambria" formatında, 9 punto büyüklüğünde yazılmalıdır. Çalışma içinde yer alan tablo, şekil ve denklemler alıntı yapılmış ise kaynakları belirtilmelidir. Kaynaklardan önce 2 nk sonra 3 nk boşluk bırakılmalıdır. Tablo ve şekiller tek sütuna (burada ki sütun ifadesi makale yazımındaki ifade etmektedir) sığmayacak büyüklükte ise iki sütunu da kapsayacak şekilde verilmelidir. İki sütunu da kapsayan şekil ve tablolara sayfanın en üstünde veya en altında verilmelidir. Toplam şekil ve tablo sayısı 10 adeti geçmemelidir

Tablo 1. Örnek Tablo

Turkish Male Seafarers (n = 131.152)	BMI < 25,0	BMI 25 - 30	BMI ≥ 30	Number of Participants
16-24 Ages Group	74,1%	22,5%	3,4%	34.421
25-44 Ages Group	44,1%	43,3%	12,6%	68.038
45-66 Ages Group	25,6%	51,1%	23,4%	28.693
All Turkish Male Seafarers	47,9 %	39,6 %	12,5%	131.152
Turkish Male Population*1	47,3 %	39,0 %	13,7 %	-

9. Makale içerisinde ondalık kesirler virgül ile sayılar ise nokta ile ayrılmalıdır.

Örnek:

Ortalama yaş: 28,624

Katılımcı sayısı: 1.044 kişi

10. Çalışmaya sayfa numaraları, alt bilgi ve üst bilgi eklenmemelidir. Bu düzenlemeler dergi yönetimi tarafından yapılacaktır.
11. Yazarlar çalışmalarını dergimize göndererek çalışmalarına ait telif hakkını dergiye devrettiklerini kabul etmiş sayılırlar. Bir çalışmanın aynı anda iki yere birden değerlendirme amaçlı gönderilmesi akademik etik çerçevesinde uygun değildir.
12. Çalışmaların orijinal olması, daha önce başka bir yerde yayımlanmamış olması gerekmektedir. Kongre ve sempozyum bildirimleri bir kitapçıkta yayınlanmış ise, bu durumda, telif hakkı ilk yayınlanan yere devredilmemiş olması kaydı ile, JEMS tarafından yayınlanır. Bu tip bildirimlerin daha önce yayınlandığı yer ile ilgili dergi editörlüğüne bilgi verilmelidir
13. Çalışma içinde yer alan atıflar parantez içinde numara verilerek yapılmalıdır [1]. Atıflarda olduğu gibi kaynaklar da parantez içinde numaralandırılmalıdır. Kaynaklar APA formatında gösterilmelidir.

Journal of ETA Maritime Science is an independent publication with regards to scientific research and the editor decide its publication policy. The statement signifies the ethical behavior of the publisher, the editor, the reviewers and the authors. The ethics statement for JEMS is based on COPE Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors available at www.publicationethics.org.

A. DUTIES OF PUBLISHER:

Editorial Autonomy

JEMS is committed to ensure the autonomy of editorial decisions without influence from anyone or commercial partners.

Intellectual Property and Copyright

JEMS protects property and copyright of the articles published in the Journal and maintains each article's published version of record. JEMS provides the integrity and transparency of each published articles.

Scientific Misconduct

JEMS always takes all appropriate measures in respect to fraudulent publication or plagiarism the publisher.

B. DUTIES OF EDITORS:

Decision on Publication and Responsibility

The editor of JEMS keeps under control everything in the journal and strives to meet the needs of readers and authors. The editor also is responsible for deciding which articles submitted to journal ought to be published in the journal, and may be guided by the policies subjected to legal requirements regarding libel, copyright infringement and plagiarism. The editor might discuss with reviewers while making publication decision. Editor is responsible

for the contents and overall quality of the publication. Editor ought to provide a fair and appropriate peer-review process.

Objectivity

Articles that submitted to journal are always evaluated without any prejudice.

Confidentiality

Any information about a submitted article must not be disclosed by editor to anyone other than editorial staff, reviewers, and publisher.

Conflicts of Interest and Disclosure

The Editor of JEMS does not allow any conflicts of interest between the parties such as authors, reviewers and editors. Unpublished materials in a submitted article must not be used by anyone without the express written assent of the author.

C. DUTIES OF REVIEWERS:

Evaluation

Reviewers evaluate manuscripts without origin, gender, sexual orientation or political philosophy of the authors. Reviewers also ensure a fair blind peer review of the submitted manuscripts for evaluation.

Confidentiality

All the information relative to submitted articles is kept confidential. The reviewers must not be discussed with others except if authorized by the editor.

Disclosure and Conflict of Interest

The reviewers have no conflict of interest with regard to parties such as authors, funders, editors and etc.

Contribution to editor

Reviewers give helps the editor in making decisions and may also assist the author in improving the manuscript.

Objectivity

The objective judgment evaluation is always done by them. The reviewers express their views clearly with appropriate supporting arguments.

Acknowledgement of Sources

Reviewers ought to identify relevant published study that has not been cited by the authors. Reviewers also call to the editor's attention any substantial similarity or overlap between the manuscript and any other published paper of which they have personal knowledge.

D. DUTIES OF AUTHORS:

Reporting Standards

A submitted manuscript should be original and the authors ensure that the manuscript has never been published previously in any journal. Data of the research ought to be represented literally in the article. A manuscript ought to include adequate detail and references to allow others to replicate the study.

Originality

The authors who want to submit their study to the journal must ensure that their study entirely original and the words and sentences getting from literature should be appropriately cited.

Multiple Publications

Authors should not submit the same study for publishing any other journals. Simultaneous submission of the same study to more than one journal is unacceptable and constitutes unethical behavior.

Acknowledgment of Sources

Convenient acknowledgment of the study of others has to be given. Authors

ought to cite publications that have been efficient in determining the study. All of the sources that used process of the study should be remarked.

Authorship of a Paper

Authorship of a paper ought to be limited to those who have made a noteworthy contribution to study. If there are others who have participated process of the research, they should be listed as contributors. Authorship also includes a corresponding author who is in communication with editor of a journal. The corresponding author should ensure that all appropriate co-authors are included on a paper.

Disclosure and Conflict of Interest

All sources of financial support should be disclosed. All authors ought to disclose a meaningful conflict of interest in the process of forming their study.

Fundamental Errors in Published Works

If authors find out a remarkable error in their submitted study, they have to instantly inform it. Authors have a liability to cooperate with editor to provide corrections of errors.

ETA Denizcilik Bilimi Dergisi, bilimsel araştırma ile ilgili olarak yayımlanan bağımsız bir yayındır ve yayın politikasını editör belirlemektedir. Bu bildirge dergi imtiyaz sahibi, editör, hakemler ve yazarların etik davranışlarını içermektedir. JEMS'in etik beyanı, COPE Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors ve COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors esaslarına dayanmaktadır ve bu kaynaklar www.publicationethics.org web adresinde ücretsiz olarak paylaşılmaktadır.

A. DERGİ İMTİYAZ SAHİBİNİN SORUMLULUKLARI:

Editorial Bağımsızlık

JEMS, herhangi bir kimse veya ticari ortaklarının etkisi olmadan editorial kararların bağımsızlığının sağlanmasını taahhüt etmektedir.

Fikri Mülkiyet ve Telif Hakkı

JEMS, dergide yayımlanan makalelerin mülkiyet ve telif haklarını korur ve her makalenin yayımlanmış versiyonunun kaydını sağlamaktadır. JEMS, yayımlanmış her makalenin bütünlüğünü ve şeffaflığını sağlamaktadır.

Bilimsel Suiistimal

JEMS, hileli yayın veya yayıncı intihali ile ilgili olarak daima uygun tedbirleri almaktadır.

B. EDITÖRÜN SORUMLULUKLARI:

Yayın ve Sorumluluk Kararı

JEMS editörü, dergideki her şeyi kontrol altında tutmaktadır ve okuyucuların ile yazarların ihtiyaçlarına cevap vermek için çaba göstermektedir. Editör ayrıca,

dergiye gönderilen makalelerden hangilerinin dergide yayınlanacağını ve

hangilerinin onur kırıcı yayın, telif hakkı ihlali ve intihal ile ilgili yasal gerekliliklere tabi politikalarla karar verilmesinden sorumludur. Editör, yayın kararı verilirken hakemler ile müzakere edebilir. Editör, içerik ve genel olarak yayın kalitesinden sorumludur. Editör adil ve uygun bir hakem süreci sağlamalıdır.

Tarafsızlık

Dergiye gönderilen makaleler daima, herhangi bir önyargı olmaksızın değerlendirilmektedir.

Gizlilik

Dergiye gönderilen bir makale ile ilgili herhangi bir bilgi, editör tarafından yayın kurulu, hakemler ve dergi sahibi dışında herhangi bir kimseye ifşa edilmemelidir.

Çıkar Çatışmaları ve İfşa Etme

JEMS editörü yazarlar, hakemler ve editörler gibi taraflar arasındaki herhangi çıkar çatışmalarına izin vermez. Dergiye gönderilen bir makededeki yayınlanmamış materyaller, yazarın sarıh bir yazılı onayı olmadan herhangi biri tarafından kullanılmamalıdır.

C. HAKEMLERİN SORUMLULUKLARI:

Değerlendirme

Hakemler yazarların kökeni, cinsiyeti, cinsel eğilimi veya siyasal felsefesine bakılmaksızın eserleri değerlendirmektedirler. Hakemler ayrıca, dergiye gönderilen metinlerin değerlendirilmesi için adil bir kör hakemlik süreci sağlamaktadırlar.

Gizlilik

Dergiye gönderilen makalelere ilişkin tüm bilgiler gizli tutulmaktadır. Hakemler, editör tarafından yetkilendirilmiş olanlar dışında başkaları müzakere etmemelidir.

İfşa Etme ve Çıkar Çatışması

Hakemlerin; yazarlar, fon sağlayıcılar, editörler vb. gibi taraflar ile menfaat çatışması bulunmamaktadır.

Editöre Destek

Hakemler, karar verme aşamasında editörlere yardım ederler ve ayrıca metinlerin iyileştirilmesinde yazarlara yardımcı olabilmektedirler.

Tarafsızlık

Objektif bir karar değerlendirmesi, daima hakemler tarafından yapılmaktadır. Hakemler, uygun destekleyici iddialarla, açık bir şekilde görüşlerini ifade etmektedirler.

Kaynakların Referansı

Hakemler ayrıca, kendi bilgileri dahilindeki yayınlanmış diğer herhangi bir makale ile dergiye gönderilen metin arasında herhangi önemli bir benzerlik veya örtüşme ile ilgili olarak editörü bilgilendirmelidir.

D. YAZARLARIN SORUMLULUKLARI:

Bildirme Standartları

Dergiye gönderilen bir metin özgün olmalıdır ve yazarlar, metnin daha önce herhangi bir dergide yayınlanmamış olmasını sağlamalıdır. Araştırmanın verileri, makale detamolarak belirtilmelidir. Dergiye gönderilen bir metin, başkalarının çalışmayı türetmesine izin vermek üzere yeterli detay ve referansları içermelidir.

Özgünlük

Çalışmalarını dergiye göndermek isteyen yazarlar, çalışmalarının tamamen özgün olmasını sağlamalıdır ve literatürden elde edilen kelimeler ile cümleler uygun bir şekilde alıntılanmalıdır.

Birden Fazla Yerde Yayın

Yazarlar, aynı çalışmayı herhangi bir başka dergide yayınlanmak üzere

göndermemelidirler. Aynı çalışmanın birden fazla dergiye eş zamanlı gönderilmesi etik olmayan bir davranış teşkil etmektedir ve kabul edilemez.

Kaynakların Referansı

Başkalarının çalışmalarıyla ilgili olarak uygun referanslar verilmelidir. Yazarlar, çalışmalarının belirlenmesinde etkili olmuş yayınlara referans vermelidirler. Çalışma sürecinde kullanılan kaynakların tümü belirtilmelidir.

Makale Yazarlığı

Makale yazarlığı, çalışmaya kayda değer katkıda bulunan kişilerle sınırlı olmalıdır. Araştırma sürecine katılan başkaları var ise, bu kişiler katkıda bulunanlar olanlar listelenmelidir. Yazarlık ayrıca, derginin editörü ile iletişim halinde olan yazışmadan sorumlu olan bir yazar içermelidir. Yazışmadan sorumlu yazar, tüm yardımcı yazarların makaleye dahil olmasını sağlamalıdır.

İfşa Etme ve Çıkar Çatışması

Finansal destek ile ilgili tüm kaynaklar açıklanmalıdır. Tüm yazarlar, çalışmalarının oluşturulması sürecinde yer alan çıkar çatışmasını ortaya koymalıdır.

Yayınlanmış Çalışmalardaki Temel Hatalar

Yazarlar göndermiş oldukları çalışmalarında dikkat çekici bir hata bulduklarında, bu hata ile ilgili olarak derhal dergiyi bilgilendirmek zorundadırlar. Yazarların, hataların düzeltilmesini sağlamak üzere editör ile birlikte çalışma yükümlülükleri vardır.



Reviewer List of Volume 6 Issue 1 (2018)

Umut YILDIRIM	Karadeniz Technical University	Turkey
Serdar KUM	İstanbul Technical University	Turkey
Alper Tolga ÇALIK	İstanbul Technical University	Turkey
Görkem KÖKKÜLÜNK	Yıldız Technical University	Turkey
Gazi KOÇAK	İstanbul Technical University	Turkey
Cengiz DENİZ	İstanbul Technical University	Turkey
Osman Azmi ÖZSOYSAL	İstanbul Technical University	Turkey
Oğuz Salim SÖĞÜT	İstanbul Technical University	Turkey
Soner ESMEER	Dokuz Eylül University	Turkey
Erdal ARLI	İstanbul University	Turkey
Emre ÇEVİKCAN	İstanbul Technical University	Turkey
Ercan KÖSE	Karadeniz Technical University	Turkey
Gül DENKTAŞ ŞAKAR	Dokuz Eylül University	Turkey
Ceren ALTUNTAŞ VURAL	Dokuz Eylül University	Turkey
Ayhan MENTEŞ	İstanbul Technical University	Turkey
Kadir Emrah ERGİNER	Dokuz Eylül University	Turkey
Emre AKYÜZ	Bursa Technical University	Turkey
Murat ÖZKÖK	Karadeniz Technical University	Turkey
Kadir ÇİÇEK	İstanbul Technical University	Turkey



Journal of ETA Maritime Science

JEMS
JOURNAL

Volume 6 Issue 1 (2018) is indexed in

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

OAJI Open Academic
.net Journals Index



INDEX  COPERNICUS
INTERNATIONAL



 **INFOBASE INDEX**



This Page Intentionally Left Blank

Contents

- (ED) **Editorial** 1
Selçuk NAS
- (AR) **Fault Tree Analysis of Tanker Accidents during Loading and Unloading Operations at the Tanker Terminals.** 3
Ömer ARSLAN, Yusuf ZORBA, Jelenko SVETAK
- (AR) **Experimental Investigation of Friction Coefficient Between Piston Ring-Cylinder Liner of Internal Combustion Engines with Taguchi Method.** 17
Ömer SAVAŞ, Hüseyin ELÇİÇEK, Zafer AYDIN
- (AR) **Cost Efficiency and Emission Analysis of a Bulk Carrier Cranes Operation.** 27
Veysi BAŞHAN, Mehmet ÇAKIR, Halil İbrahim SÖNMEZ
- (AR) **Evaluation of Investment Impact on Port Efficiency: Berthing Time Difference as a Performance Indicator.** 37
Bayram Bilge SAĞLAM, Abdullah AÇIK, Egemen ERTÜRK
- (AR) **A Production Planning and Control Methodology Proposal for Shipyards.** 47
Mustafa KAFALI, Yalçın ÜNSAN, Murat ÖZKÖK
- (AR) **Social Media Usage Patterns in Port Industry: Implications for Port Promotion and Public Relations.** 61
Aylin ÇALIŞKAN, Soner ESMER
- (AR) **Roll Motion Stabilizing System Selection Criteria for Ships and Hybrid Fuzzy Ahp-Topsis Application.** 75
Hakan DEMİREL

