

UCTEA - The Chamber of Marine Engineers



JEMS

JOURNAL OF ETA MARITIME SCIENCE



BAŞBÖYÜK Ö. (2016) Mersin International Port, Mersin, TURKEY.



ISSN:2147-2955

Volume : 6
Issue : 4
Year : 2018

JOURNAL INFO

Publisher	: Feramuz AŞKIN <i>The Chamber of Marine Engineers Chairman of the Board</i>
Engagement Manager	: Alper KILIÇ
Typesetting	: Emin Deniz ÖZKAN Burak KUNDAKÇI Ömer ARSLAN Coşkan SEVGİLİ
Layout	: Remzi FIŞKIN
Cover Design	: Selçuk NAS
Cover Photo	: Önder BAŞBÖYÜK
Publication Place and Date	:
<i>The Chamber of Marine Engineers</i>	
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 / 31.12.2018
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.

© 2018 GEMİMO All rights reserved

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

Res. Asst. Coşkan SEVGİLİ

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

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

Assoc. Prof. Dr. Alper KILIÇ

Bandırma Onyedi 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 Editors

Prof. Dr. Soner ESMER

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

Assoc. 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

MEMBERS OF ADVISORY BOARD:

Prof. Dr. Durmuş Ali DEVECİ

Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, TURKEY

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

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.

CONTENTS

(ED)	Editorial <i>Selçuk NAS</i>	289
(AR)	Design of an Optimal Controller for the Roll Stabilization of Surface Ships with Active Fins. <i>M. Selçuk ARSLAN</i>	291
(AR)	Application of Alternative Maritime Power (AMP) Supply to Cruise Port. <i>Duygu YILDIRIM PEKŞEN, Güler ALKAN</i>	307
(AR)	Analysis of Empty Container Accumulation Problem of Container Ports. <i>Ünal ÖZDEMİR</i>	319
(AR)	Situational Awareness Analysis of Port Pilotage Services. <i>Serkan KAHRAMAN, Yusuf ZORBA</i>	333
(AR)	The Relationships Between Seafarers' Job Satisfaction, Task and Contextual Performance. <i>Murat YORULMAZ</i>	349
(AR)	A Qualitative Examination of Relational and Contractual Governance Mechanisms in Aliaga Port Cluster. <i>Bayram Bilge SAĞLAM, Çimen KARATAŞ ÇETİN</i>	365
(AR)	Effect of the Roll Center Position on the Roll Damping of a Ship Section. <i>Burak YILDIZ</i>	379
	Guide for Authors	I
	JEMS Ethics Statement	V
	Reviewer List of Volume 6 Issue 4 (2018)	IX
	Indexing	X

İÇİNDEKİLER

(ED)	Editörden	290
	<i>Selçuk NAS</i>	
(AR)	Gemilerin Aktif Kanatla Yalpa Stabilizasyonu için bir Optimal Kontrolcü Tasarımı.	291
	<i>M. Selçuk ARSLAN</i>	
(AR)	Kruvaziyer Limanına Alternatif Güç Kaynağı (AMP)'nin Uygulanması.	307
	<i>Duygu YILDIRIM PEKŞEN, Güler ALKAN</i>	
(AR)	Konteyner Limanlarına Yönelik Boş Konteyner Yığılması Probleminin Analizi.	319
	<i>Ünal ÖZDEMİR</i>	
(AR)	Liman Kılavuzluk Hizmetlerinde Durumsal Farkındalık Analizi.	333
	<i>Serkan KAHRAMAN, Yusuf ZORBA</i>	
(AR)	Gemi Adamlarının İş Tatmini, Görev ve Bağlamsal Performansları Arasındaki İlişkiler.	349
	<i>Murat YORULMAZ</i>	
(AR)	Aliağa Liman Bölgesinde İlişkisel ve Kontrata Dayalı Yönetişim Mekanizmalarına Yönelik Bir Nitel İnceleme.	365
	<i>Bayram Bilge SAĞLAM, Çimen KARATAŞ ÇETİN</i>	
(AR)	Gemi Kesiti için Yalpa Merkezi Konumunun Yalpa Sönümüne Etkisi.	379
	<i>Burak YILDIZ</i>	
	Yazarlara Açıklama	III
	JEMS Etik Beyanı	VII
	Cilt 6 Sayı 4 (2018) Hakem Listesi	IX
	Dizinleme Bilgisi	X



Journal of ETA Maritime Science

JEMS
JOURNAL**Editorial (ED)**

We are pleased to introduce JEMS 6(4) 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 mention 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.

Your Sincerely.

Editor
Prof. Dr. Selçuk NAS



Editörden (ED)

JEMS 6(4)'ü siz 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.

Saygılarımla.

Editör
Prof. Dr. Selçuk NAS



Design of an Optimal Controller for the Roll Stabilization of Surface Ships with Active Fins

M. Selçuk ARSLAN

Yıldız Technical University, Department of Mechatronics Engineering, Turkey
msarslan@yildiz.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6853-4522>

Abstract

In this paper, an optimal controller is designed to control the undesired roll motion of a ship under the effect of sea waves by using active fin stabilizers. The roll dynamics is described by a single-degree-of-freedom nonlinear model. An actuator dynamics is also included to the dynamic system. Sinusoidal and random wave models are used to describe the wave elevation that causes disturbance moments in the ship. A worst-case scenario is the application of the periodic wave to bring the ship resonance, whereas the random waves are used to test the system at the smooth and moderate sea states. In designing the controller, the energy optimal control method, which allows both the closed-loop and real-time control of dynamic systems, is employed, and the control law is obtained analytically. The performance of the controller, under the effect of environmental disturbances, is tested by computer simulations and the results are compared with those from LQR controlled ship.

Keywords: Ship roll motion, Fin stabilizer, Optimal control, Roll damping.

Gemilerin Aktif Kanatla Yalpa Stabilizasyonu için Bir Optimal Kontrolcü Tasarımı

Öz

Bu çalışmada, dalga etkisi nedeniyle istenmeyen yalpa hareketi yapan bir geminin aktif kanat dengeleme sistemi vasıtasıyla kontrolü için bir optimal kontrolcü tasarımı yapılmıştır. Tek serbestlik derecesine sahip doğrusal olmayan bir model kullanılarak yalpa dinamiği tanımlanmıştır. Ayrıca, kanatlara ait aktüatör modeli de sisteme eklenmiştir. Gemiye bozucu etki yapan deniz dalgalarının modellenmesinde, dalga yüksekliğinin sinüzoidal bir fonksiyon ve rastgele dalga modeli kullanılmasıyla iki yaklaşım benimsenmiştir. Periyodik dalga ile geminin doğal frekansında rezonansa getirilmesiyle olabilecek en kötü durum test edilmeye çalışılırken, küçük ve orta dalgalı deniz durumlarına karşılık gelen iki ayrı rastgele dalga modeli ile gerçekte karşılaşılabilecek durumlar test edilmeye çalışılmıştır. Kontrolcü tasarımında, dinamik sistemlerin gerçek zamanlı ve kapalı çevrim kontrolüne imkan veren enerji optimal kontrol metodu kullanılmıştır. Analitik olarak elde edilen kontrol kuralı vasıtasıyla, bahsedilen bozucu etkiler altında, kontrol performansı bilgisayar simülasyonları ile test edilerek istenmeyen yalpa hareketinin azaltıldığı gösterilmiştir ve bir LQR kontrolcü ile kontrol edilmiş geminin yalpa hareketleriyle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemi Yalpa Hareketi, Kanat Dengeleyici, Optimal Kontrol, Yalpa Sönümleme.

To cite this article: Arslan, M. S. (2018). Design of an Optimal Controller for the Roll Stabilization of Surface Ships with Active Fins. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(4), 291-305.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.50570>

1. Introduction

The ship roll motion caused by wave disturbances might affect the passengers, crews, equipment and cargos adversely. In reducing the undesired roll motion of ships, hydraulically actuated fin stabilizers are widely used. Compared to other roll stabilization techniques, which are rudder roll stabilization, bilge keels, gyro-stabilizers, and anti-rolling tanks, active fin stabilizers have higher performance [1]-[3]. Another advantage is that they do not need sophisticated control systems. Therefore, the ship roll stabilization through active fin stabilizers is a widely studied approach.

The challenges in the control of ship roll motion have attracted the attention of researchers. For the roll stabilization of a ship through active fins, the design of a classical controller and an adaptive linear quadratic compensator are reported in [4]. In the gain scheduling adaptive controller, which revealed a superior performance than the classical controller, the gains of the regulator are calculated by a multilayer perceptron neural network. For three different sea conditions, the reduction in the roll motion is exhibited. This is one of the few studies using an optimal control method in the field, since optimal control methods have not been widely applied in the control of ship roll motion. Karakas et al. designed a roll motion control system by using the Lyapunov's direct method [5]. The effectiveness of the controller under the effect of beam seas was shown in a simulation study. In [6], the designed proportional, derivative, second derivative controller was tuned by particle swarm optimization algorithms. In simulations and real-time full-scale sea trials, the control algorithm achieved to damp the roll motion significantly. Another method for the ship roll stabilization is proposed in [7], where the fin control design method is based on an adaptive neural-network. In this approach, the disturbance is estimated and

compensated to improve the robustness. The simulation results show that the rolling motion reduced for a ship under the effect of a sinusoidal disturbance. In a recent study [8], the uncertainties in the ship and fin system are identified by a neural network and an adaptive robust fin controller was designed. Another study [9] employing an artificial intelligence technique in the roll stabilization reports the identification of a fishing boat for the roll dynamics and use of a fuzzy logic controller. In a comparative study, it was shown that the fuzzy logic controller handles the nonlinear effects and the time-varying parameters better than the PID controller does. In a recent study, Demirel and Alarçin have designed LMI-based H_2 and H_∞ state-feedback controllers for the roll reduction of a fishing boat. The results show that both controllers are effective in the roll stabilization and H_∞ controller's performance is better [10]. Another recent study discussing the roll reduction for a trawler type fishing boat has proposed the use of a backstepping controller. The results indicate that the roll stabilization by the backstepping controller is highly satisfactory [11].

One of the difficulties in the ship roll motion control is the transport delay due to the hydraulic actuator system. In this direction, a ship roll stabilization system based on a variable structure robust control of fins proposed in [12]. By considering the active anti-rolling fin stabilizer as a mismatching uncertain system, a variable structure robust controller is designed. It is shown that the stability of the closed loop is not affected by the time constant of the actuator. Another difficulty arises from the unsteady hydrodynamic characteristics of the fins. Perez and Goodwin [13] proposed the use of a model predictive controller to prevent the effects of dynamic stall in fins. By imposing constraints on both the mechanical angle of the fins and the estimated effective angle of attack

in the proposed control approach, the performance of the roll stabilization was improved.

In the literature of ship roll stabilization, the studies mostly do not consider the following factors all together: A realistic time constant of fin actuator, a variable lift coefficient, and a random wave disturbance with an effective amplitude. In this paper, all these factors are taken into consideration. In the roll motion stabilization of a ship with active fin stabilizers, only the roll dynamics related model of the ship is considered, since the other motions are irrelevant. This nonlinear model includes the dynamics of roll, actuator system, fins, and the environmental disturbances. As the roll dynamics, a widely used model is employed in this study. The actuator model represents the first-order dynamics of a hydraulic system, but the details related with hydraulic components are not included. The control force is the roll moment generated by a fin, which is described by the lift equation. In this equation, the lift coefficient is a time-varying parameter and taken as a linear function of the angle of attack. The environmental disturbance force is the sea surface elevation and its effect as a roll moment contributes to the roll equations of motion. Two different surface elevation models are used: i) A sinusoidal wave model, which is used to disturb the ship in its natural frequency, and ii) random wave models, which represent stochastic waves.

The control method used in this research was developed by Fukushima [14]. This method proposes the optimal control of mechanical systems by employing the energy balance of the system. The flexibility of determining the performance criterion enables the criteria function to be of any form. The criteria function to be minimized includes the energy equation and the control-performance, which are not necessarily to be in quadratic form

as in the classical optimal control theory. After applying the necessary minimization condition, the control law is obtained. Then, the control can be performed by interconnecting the plant with the optimal control law in a closed-loop system. This method allows that the control law is obtained analytically and the system can be controlled in real-time [15].

Using this control method for the roll stabilization, an optimal control law has been obtained without solving the nonlinear differential equations. The terms coming from the chosen performance indices appear in the control law and play a major role. On the other hand, the terms coming from the equation of motion are only the damping terms and they contribute to the stability. By the application of this control law, behavior of the controlled ship is investigated for three case studies, where the ship exposes to the disturbances of a periodic wave and random sea waves for two different sea states.

To compare the results obtained by the application of the proposed controller with a classical controller, an LQR controller is designed and the same scenarios are tested by the application of this optimal controller. Even though both controllers are optimal, which is favorable for a fair comparison, the design of the latter controller requires a linearized model. Since it is more realistic to use the lift coefficient as a function of time, the system is modelled as a time-varying linear system.

The remainder of this paper is organized as follows: In Section 2, the mathematical models of the ship, fins and actuator are described. In Section 3, the applied control method is briefly introduced and the designs of this proposed controller and LQR controller are presented. The results of simulations are given in Section 4.

2. Mathematical Model of the System

2.1. Ship Roll Motion

In this section, the mathematical model of nonlinear roll motion is described. In practice, instead of full 6-DOF ship model, a 4-DOF or a 1-DOF model can be used. In this work, the 1-DOF nonlinear model is employed, since the aim is to stabilize only the roll motion. General roll motion equation for a ship, which is under the excitation of wave disturbance, is given by [16] and [17]:

$$(I_{xx} + \delta I_{xx})\ddot{\phi} + B(\dot{\phi}, \phi) + \nabla GZ(\phi) = T_e \quad (1)$$

where ϕ is the roll angle, I_{xx} is the mass moment of inertia, δI_{xx} is the added mass moment of inertia, ∇ is the displacement volume, GZ is the righting arm, and T_e is the environmental disturbance forces, which is described in Section 2.3.

If the fin roll moment is expressed as follows [18]:

$$T_F = 2 K_\alpha \alpha_e \quad (2)$$

$$K_\alpha = \frac{1}{2} \rho V^2 A_F C_L L_F \alpha_e \operatorname{sgn}(C_L) \quad (3)$$

$$\alpha_e = \alpha_m + \frac{\dot{\phi}}{V} L_F \quad (4)$$

and the damping and restoring forces are selected as discussed in [18], Equation (1) can be rewritten as follows:

$$I_d \ddot{\phi} + K_p \dot{\phi} + K_{p|p|} \dot{\phi} |\dot{\phi}| + K_\phi \phi = T_e + T_f \quad (5)$$

where;

$$I_d = I_{xx} + \delta I_{xx}$$

$$K_\phi = \rho g \nabla GM$$

$$K_p = I_d \omega_\phi^2.$$

In Equations (2)-(5), ρ is the density of fluid, V is the relative speed between fins and the flow, A_F is the surface area of the fins, C_L is the lift coefficient of the fins, L_F is the moment arm of fins, α_m is the mechanical angle of the fins (control input), GM is the metacentric height, K_p and $K_{p|p|}$ are the hydrodynamic coefficients, and ω_ϕ is the natural frequency of the motion. The values of these parameters used in the simulations are given in Table 1. For further details about the model, the reader can be referred to [18] and [19].

2.2. Control Force

The roll moment generated by any fin is given in Equation (2). The relative speed, V , can be assumed to be equal to the forward speed of the ship, U . In Equation (4), the addition of the terms on the right-hand side of the equality represents the effective angle of attack, α_e , between the fin and the fluid velocity. Note that the effect of random disturbance due to the waves on the angle of attack is neglected in this study.

In modelling the roll moment by fins, one of the parameters that raises difficulty in control is the lift coefficient. This parameter actually occurs as a time-varying parameter in the plant model. The variation of C_L with respect to α_e can be seen in the plot of steady-flow characteristic of the lift in Figure 1. This study takes into account only the steady-characteristic of the fins. At the stall angle, α_{stall} , a flow separation develops and the lift force starts to decrease. From this angle, the behavior of the C_L is nonlinear. In the design of controller, up to α_{stall} the relation between C_L and α_e can be accepted as linear and be approximated as:

$$C_L = \left. \frac{\partial C_L}{\partial \alpha_e} \right|_{\alpha_e=0}. \quad (6)$$

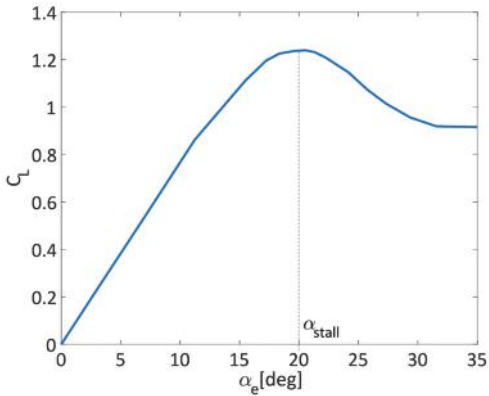


Figure 1. Steady Free-stream Lift Characteristic of the Fin

Hence, the following model is employed in the simulations:

$$C_L = \frac{C_{Lmax}}{\alpha_{max}} \alpha_e \quad (7)$$

where the values of parameters are given in Table 1.

In high sea states, large mechanical angles, in where nonlinear effects due to unsteady hydrodynamics of the fins arise, are demanded by the controller. To prevent the deteriorating effects of the fins, that causes dynamic stall, the fins can be operated in a range up to the stall angle. We assume in this study that the stall angle is fixed for all the forward speeds of the ship.

Another important element in the controlled system is the model of the actuator. The actuation of the fin stabilizers are generally provided by electro-hydraulic system. Use of such a system poses challenge in the roll stabilization due to the lagged response of the fins. Demanding less time delays requires a more powerful machinery, which affects the cost and volume of the actuation system [12]. It is obvious that the time delay cannot be ignored or be taken an arbitrarily small value. Thus, neglecting the effect of the actuator in the design of controller degrades the performance of the closed-loop system, so the stabilization may not be possible, and it may even cause instability.

Control of the fins are constrained by the characteristics of this hydraulic system. These constraints appear as the magnitude saturation, which is the maximum α_m , the slew rate saturation, which is the maximum rate of α_m , and the time delay, which is the delay between the commanded control input, α_c , and the actual mechanical angle of the fin [20]. The model of the actuation system can be simplified by the following first-order linear system [21]:

$$T_a \dot{\alpha}_m + \alpha_m = K_a \alpha_c \quad (8)$$

where T_a is the time constant of the actuator and K_a is the gain of the control input.

2.3. Sea Wave Disturbance Model

In modeling the sea wave disturbance, two different models are employed: Periodic and random (irregular) wave models. The proposed controller can be tested by applying the periodic disturbance excitation in the natural frequency of the ship. Since ocean waves are random, the stochastic model serves for testing the roll stabilization realistically.

In the first model, we consider that the ship is under the excitation of regular sinusoidal waves with no phase lag [16]:

$$T_e = \omega_e^2 a_m I_{xx} \cos(\omega_e t) \quad (9)$$

where ω_e is the frequency of encounter, and a_m is the maximum wave steepness.

To describe the waves in random seas mathematically, a stochastic modeling approach is used. In that approach, the random wave elevation can be written as [22]:

$$\begin{aligned} \eta(x, y, t) &= \sum_{j=-s}^s \sum_{i=0}^r a_i \left\{ \cos\left(\frac{\omega_i^2}{g} (x \cos(\theta_i) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + y \sin(\theta_i)) - \omega_i t + \epsilon_{i,j}\right) \right\} \end{aligned} \quad (10)$$

where x and y are the position coordinates, g is the acceleration of gravity, θ is the

directional angle, and ϵ is the phase, which takes random values between π and $-\pi$. In Equation (10), a_i can be given as follows:

$$a_i = \sqrt{2 S(\omega_i) \Delta \omega_i \Delta \theta_i} f(\theta) \quad (11)$$

where $\Delta \omega_i = \omega_i - \omega_{i-1}$ and $\Delta \theta_i = \theta_i - \theta_{i-1}$. The last term in Equation (11) describes the directional spreading of waves [23]:

$$f(\theta) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \cos^2(\theta) & \theta < \frac{\pi}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (12)$$

To describe the wave spectral density function in Equation (11),

$$S(\omega) = A \omega^{-5} e^{-B \omega^{-4}} \quad (13)$$

is used. Here, ω is the frequency of the waves. According to the recommendation of ITTC for the Modified Pierson-Moskowitz family, the parameters A and B can be taken as

$$A = \frac{173 H_{1/3}^2}{T_1^4}; \quad B = \frac{691}{T_1^4} \quad (14)$$

where $H_{1/3}$ is the significant wave height and T_1 is the average wave period [18].

3. Controller Design

3.1. Energy Optimal Controller

The purpose of the control in this study is to generate the corrective roll moment through the controlled fins in order to stabilize the roll motion. Two symmetrically placed hydrofoils are used as the fin roll stabilizer. Hence, the objective is to find an optimal control law, α_c , so that the controlled fin would stabilize the ship.

In this paper, an energy optimal controller is designed to control the roll motion of the ship. The reader is referred to [15] for the explanation of the method and [24]-[27] for its applications. In this method, optimal control of mechanical systems is sought by employing the energy balance of the system. To compose the

criteria function to be minimized, two main indices are required: The power equation of the system and the control performance function. As in the feedback control, the control can be done by interconnecting the plant with the optimal control law in a closed-loop system.

In the design of energy optimal controller, the first step is to determine an energy equality, which is formulated as the power equation, in the system and performance indices. Then, a scalar function is constituted to represent the criteria function. The scalar function to be minimized includes the main characteristics of the roll dynamics through the power equation. The equation describing the power equality is obtained by multiplying the both sides of the roll moment equation, (5), by the roll rate. Since we are interested in only the stabilization of the roll motion, instead of the total power equation of the whole system, the following power equality without the input power, which will appear as a performance index, is calculated:

$$P = -(I_d \dot{\phi} \ddot{\phi} + K_p \dot{\phi}^2 + K_{p|p|} \dot{\phi}^2 |\dot{\phi}| + K_\phi \phi \dot{\phi}) \quad (15)$$

Note that Equation (15) does not hold the wave disturbance. Hence, the first performance index, which includes P, can be described as

$$J_1 = R_1 \int P dt, \quad (16)$$

where R_1 is a weighting factor. The reason for excluding input power from P is to prevent reappearance of the input power delivered to actuators, which can be written as another performance index as follows:

$$J_2 = R_2 \int T_F \dot{\phi} dt, \quad (17)$$

where R_2 is a weighting factor. By considering the roll stabilization objective,

the control performance to be minimized can be determined. One of the selected measures is the error function of angular position, which represents the deviation of the actual roll angle of the system from the desired one, ϕ_d :

$$J_3 = \int (\phi - \phi_d)^2 dt. \quad (18)$$

In the design of the proposed controller, the reduction of the roll acceleration is considered as a direct control objective, since it is important for the ship performance. This issue is stated in [24]: "Lateral accelerations caused by roll-reducing devices may be more harmful to human performance than some greater amount of roll". The performance index for the minimum roll acceleration can be defined as:

$$J_4 = R_3 \int (\ddot{\phi} - \ddot{\phi}_d)^2 dt \quad (19)$$

where $\ddot{\phi}_d$ is the desired roll acceleration.

Simply, the performance measure of the AUV is written as $J=J_1+J_2+J_3+J_4$. As described in [15], a scalar function L can be defined and it is written that $J=\int L dt$. Thus, L can be written as the time derivative of J :

$$L = R_1 P + R_2 T_F \dot{\phi} + (\phi - \phi_d)^2 + R_3 (\ddot{\phi} - \ddot{\phi}_d)^2. \quad (20)$$

The function L is minimized by applying the integrated Euler equation [15]:

$$\int \frac{\partial L}{\partial \phi} dt - \frac{\partial L}{\partial \dot{\phi}} + \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \ddot{\phi}} \right) = 0. \quad (21)$$

Finally, the resulting control law for the stabilization of roll motion is obtained:

$$\alpha_c = (-U\phi^2 - R_3 U\ddot{\phi}^2 - 4R_2 L_F K_\alpha \dot{\phi} - 2R_1 K_p U\dot{\phi} - 3R_1 K_{p|p|} \dot{\phi}|\dot{\phi}|) / (2R_2 K_\alpha U) \quad (22)$$

where ϕ_d and $\ddot{\phi}_d$ are set to zero. Note that, in Equation (22), since the roll rate term appears together with the roll angle, deviation of actual roll rate from a desired one, which is typically selected as zero, is not needed as a performance index. It is understood that the last term in the numerator comes from the damping term in Equation (5) and contributes to the stability of the controlled system.

3.2. Linear Quadratic Regulator

To show the effectiveness of the proposed controller in a comparative study, a classical controller is also designed. We select the state-feedback LQR considering that it is as an optimal controller suitable for a fair comparison. Since the LQR method is well known in the literature, derivation of the controller is not repeated here.

The nonlinear system can be linearized as follows:

$$I_d \ddot{\phi}(t) + K_p \dot{\phi}(t) + K_\phi \phi(t) = T_e(t) + T_f(t). \quad (23)$$

By representing the time-varying system in the state-space form

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}(t)\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}(t)\mathbf{u}(t) \quad (24)$$

where the state vector $\mathbf{x}(t)=[\phi(t) \dot{\phi}(t)]^T$ and the control vector $\mathbf{u}(t)=[\alpha_m]$; the system matrix, $\mathbf{A}(t)$, and the input matrix, $\mathbf{B}(t)$, can be defined as:

$$\mathbf{A}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -K_\phi & -K_p + \frac{\rho U A_F C_L(t) L_F^2}{I_d} \end{bmatrix} \quad (25)$$

$$\mathbf{B}(t) = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{\rho U^2 A_F C_L(t) L_F}{I_d} \end{bmatrix}. \quad (26)$$

Note that, in (25) and (26), the lift coefficient is a time-varying parameter. If the quadratic cost function is written as

follows:

$$J = \int_0^{\infty} (\mathbf{x}^T(t) \mathbf{Q} \mathbf{x}(t) + \mathbf{u}^T(t) \mathbf{R} \mathbf{u}(t)) dt \quad (27)$$

with the weighting matrices

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} q_{11} & 0 \\ 0 & q_{22} \end{bmatrix} \quad (28)$$

$$\mathbf{R} = [r_1].$$

Then, the full state-feedback control law, $\mathbf{u}(t) = -\mathbf{K}(t)\mathbf{x}(t)$, minimizing the cost function, (27), can be calculated by solving the Algebraic Riccati Equation. The resulting control law is calculated as

$$\mathbf{K}(t) = [k_1(t) \ k_2(t)] \quad (29)$$

where the gains are calculated for each case at each time step online. The coefficients appearing in (28) are given in Table 2.

4. Simulation Results

In order to verify the feasibility of the optimal controller in the controlled system, simulation of disturbed ship condition is implemented. In the three case studies, the vessel used in the simulations is a 360 ton patrol navy vessel, which is based on the benchmark model given in [18]. The simulation parameters of the controlled system and the coefficients of the controllers are given in Table 1 and Table 2, respectively. In Table 3, the parameters used in the models of waves are given. It is important to note that, the parameters of the energy optimal controller is kept fixed, whereas those of LQR controller are recalculated at each time step, in all case studies.

Table 1. Parameters of the Ship

Parameter	Value
$A_p \text{ (m}^2\text{)}$	3,4
$K_p \text{ (kg} \cdot \text{m}^2/\text{s)}$	$0,5 \times 10^6$
$K_{p p } \text{ (kg} \cdot \text{m}^2\text{)}$	$0,416 \times 10^6$
$GM \text{ (m)}$	1
$I_{xx} + \delta I_{xx} \text{ (kg} \cdot \text{m}^2\text{)}$	4.100.300
$L_F \text{ (m)}$	4,22
$U \text{ (m/s)}$	7,717
$\nabla \text{ (m}^3\text{)}$	355,88
$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	1.025
C_{Lmax}	1,33
$\alpha_{max} \text{ (deg)}$	28,8
$\dot{\alpha}_{max} \text{ (deg/s)}$	25
K_a	1
T_a	0,366

Table 2. Parameters of the Controller

Parameter	Value
R_1	-11,644
R_2	1
R_3	1×10^7
q_{11}	1×10^8
q_{22}	1×10^8
r_1	1

Table 3. Parameters of the Wave Models

Parameter	Value
$a_m \text{ (rad)}$	0,125
$g \text{ (m/s}^2\text{)}$	9,81
$x \text{ (m)}$	0
$y \text{ (m)}$	0
$T_1 \text{ (s)}$	2π
$H_{1/3} \text{ (sea state 2) (m)}$	0.3
$H_{1/3} \text{ (sea state 4) (m)}$	2
s	100
r	100

In the first case study, for the purpose of examining the worst case scenario, the ship is excited by the sinusoidal wave, (9), with a frequency that is equal to the natural frequency of the ship, $\omega_e = \omega_\phi$. The response of the ship, the control input as the mechanical angle of the fins, α_m , and the wave elevation, η , as the disturbance input are shown

in Fig. 2. At such severe situation, the roll angle of the controlled ship takes values between ± 2 degrees, whereas it is between ± 33 degrees in the uncontrolled ship.

To evaluate the performance of the stabilizer, one of the commonly used statistical index is the percentage reduction of statistics of roll and is defined as [18]:

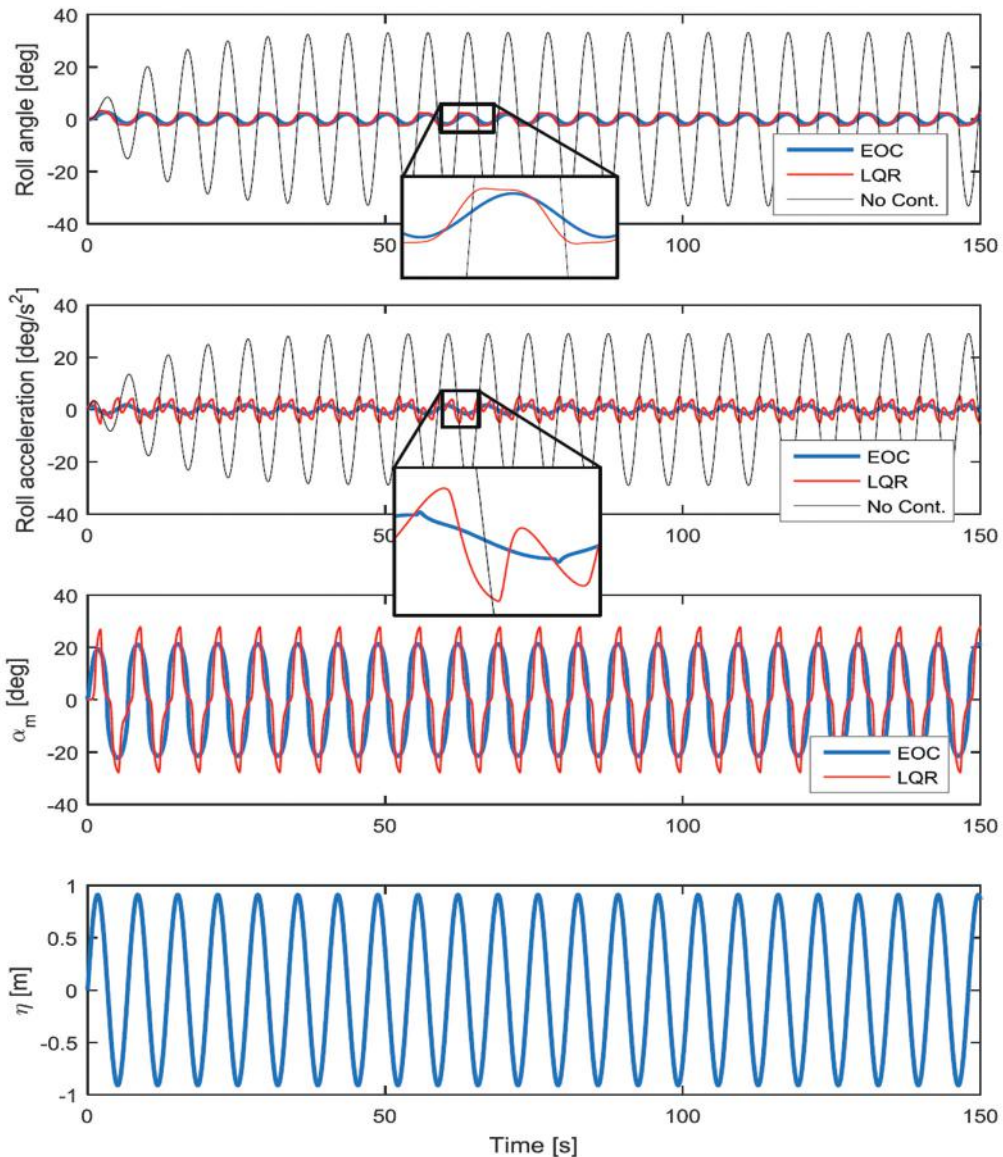


Figure 2. Time Histories of (1st, from top) Roll Angle, (2nd) Roll Acceleration, (3rd) Control Command, and (4th) Sea Surface Elevation for the Periodic Disturbance Input

$$RSR = 100 \left(1 - \frac{S_s}{S_u} \right) \quad (30)$$

where the subscripts s and u stand for

stabilized and unstabilized, respectively, and S mostly selected as variance or root mean square of roll motion evaluated

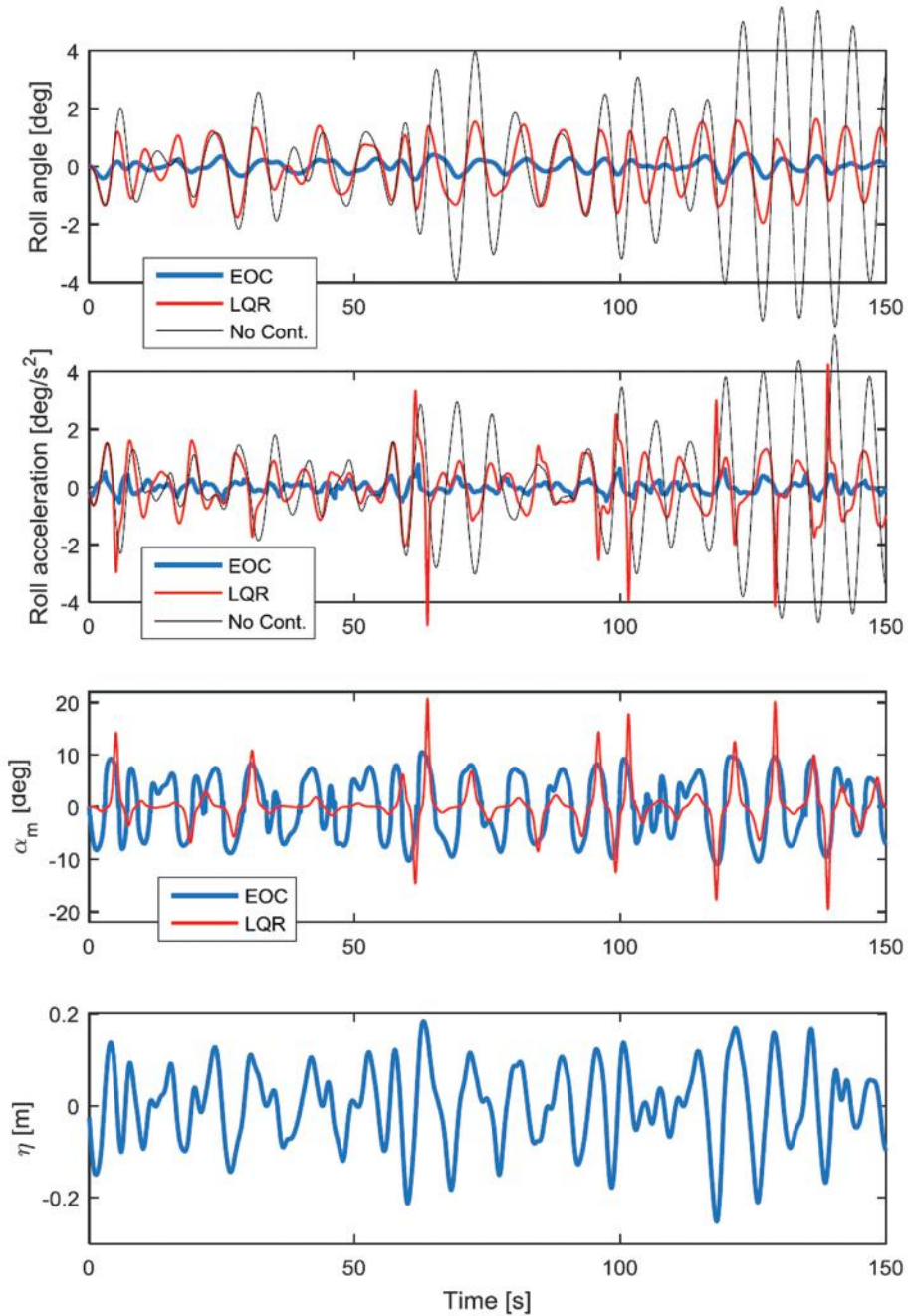


Figure 3. Time Histories of (1st, from top) Roll Angle, (2nd) Roll Acceleration, (3rd) Control Command, and (4th) Sea Surface Elevation for the Random Disturbance Input, in the Sea State 2

for a particular sea state. In this study, root mean square of the roll is selected.

The RSR values in the roll angle and roll acceleration motion are calculated by using the values of the corresponding time histories shown in Fig.2. The reductions in

the roll angle and roll acceleration by the application of the energy optimal control (EOC) are calculated as 93,82% and 93,9%, respectively, whereas the values regarding the LQR controlled ship are 91,27% and 85,62%, respectively.

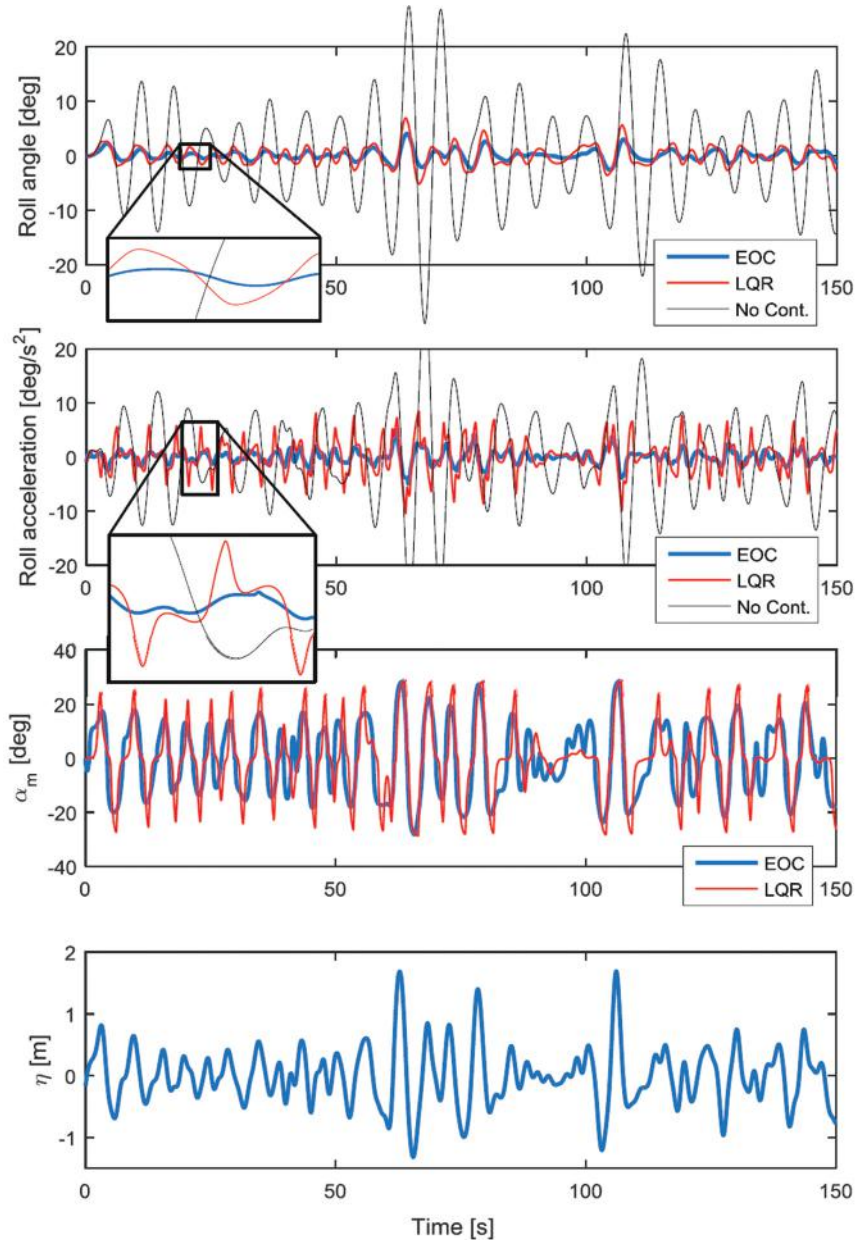


Figure 4. Time Histories of (1st, from top) Roll Angle, (2nd) Roll Acceleration, (3rd) Control Command, and (4th) Sea Surface Elevation for the Random Disturbance Input, in the Sea State 4

As seen in Figure 2, the stabilization performance of the EOC is better than that of the LQR control. Especially, the variations in the accelerations indicate that the EOC outperforms the LQR.

As the second and third case studies, behavior of the controlled ship under the effect of random sea waves is investigated for two different scenarios. The random sea waves are described by the ITTC spectrum. In the second case, the wave height is 0,3 m and the sea state is 2 (smooth). In the last case, the wave height is 2 m and the sea state is 4 (moderate). A magnitude constraint for the mechanical angle of the fins is imposed as 28,8 deg and the maximum rate is of 25 deg/s, without any constraint on the effective angle of attack.

The first two plots of Fig. 3 show the roll angle and roll acceleration in the controlled and uncontrolled ships. Regarding the EOC applied ship, the reductions in the roll angle and roll accelerations are 90,66% and 89,36%, respectively, whereas they are 55,96% and 46,17%, respectively, in the LQR controlled ship. The third and fourth plots show the control input to the hydraulic actuators and the environmental disturbance as the wave elevation, respectively.

The last case study is chosen to show the response of the ship in the moderate sea condition. The performance in stabilizing the ship appears as very satisfying as seen in Figure 4. In this case, the RSR values are 89,65% and 85,83% for the roll angle and the roll acceleration, respectively, in the EOC applied ship. In the LQR controlled ship, they are 81,50% and 64,53%, respectively.

Instead of exhibiting all simulation results for different sea states, only the RSR values can be used to indicate the effectiveness of the proposed controller. The RSR values of the roll angle and the roll acceleration of the EOC and LQR applied ships under the effect of random waves are shown in Figure 5. As the wave

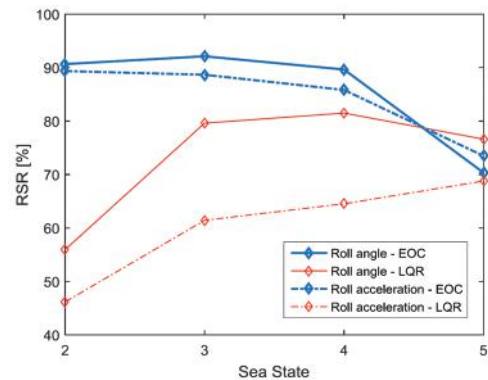


Figure 5. RSR Values of the Roll Angle and the Roll Acceleration in the EOC and LQR Applied Ships under the Effect of Random Waves for Different Sea States

elevation increases, an expected decrease in the stabilization performance of the proposed control system can be seen. However, up to sea state 5, the performance of the proposed controller can be accepted as highly satisfying. In real engineering problems, since the conditions over sea state 5 are mostly considered as severe cases [29], higher sea states are not studied in this work.

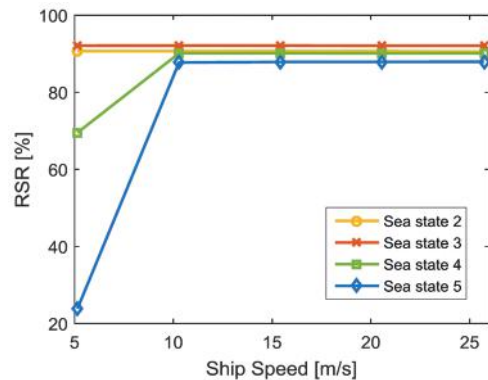


Figure 6. RSR Values of the Roll Angle in the EOC Applied Ship under the Effect of Random Waves at Different Forward Speeds of the Ship for Different Sea States

Another issue regarding the performance of the proposed controller at different ship forward speeds can be mentioned. The RSR values of the roll angle in the EOC applied ship with the speeds ranging from 10 knots to 50 knots in the

sea states ranging from 2 to 5 are shown in Figure 6. Since the stabilizing torque generated by the fins depends on the velocity of the ship, at relatively low speeds, up to 10 m/s, and in high sea states, such as 4 and higher, the reduction in the roll motion is not significant. In the sea states 2 (smooth) and 3 (slight), the roll stabilization performance is highly satisfying even at low speeds. The RSR values of the roll acceleration are not given since they are very similar to those of roll angles.

5. Conclusion

An optimal controller to reduce the undesired roll motion of a ship with active fin stabilizers has been developed in this study. First, the roll dynamics as a one-degree-of-freedom nonlinear model has been presented, and then, a first-order actuator dynamics to represent the fin actuators has been given. The control force has been described as the moment generated by the lift, whose formulation includes the lift coefficient as a time-varying parameter. Thus, we were able to obtain realistic results. In the sequel, two different wave models, that cause disturbance moments in the ship, have been presented. They are the sinusoidal and random wave models that formulate the sea wave elevation. By disturbing the ship at its natural frequency, its resonance behavior has been tested by the periodic wave. On the other hand, the model of random waves generated by a stochastic model, which is used to test the real-life situations, has been presented.

Two sets of parameters describing smooth and moderate sea states have been used in the random wave model. By employing the energy optimal control method that allows both the closed-loop and real-time control of dynamic systems the controller has been obtained analytically. The performance of the

controller, under the effect of disturbance inputs, has been tested through computer simulations.

To show the effectiveness of the proposed controller in a comparative study, the simulation results obtained by the application of the designed LQR controller have been presented. In the linearized model, the dynamics related with the variation of the lift coefficient is included by defining the system as time-varying. By having this dynamics in the control system, the results have become significant from the roll stabilization point of view. Studies with constant lift coefficient, which are not discussed in this work, had shown that time-invariant LQR controller cannot stabilize the ship.

In the case studies, it has shown that the proposed controller outperforms the LQR controller. Besides the better performance in the reduction of the roll angle, reduction of the roll acceleration is also remarkable in the proposed controller. The higher frequencies in the roll acceleration responses of the LQR controlled ship have indicated that such frequencies can be harmful to human performance, although the reduction in the roll angle might be acceptable. On the other hand, due to recalculation of the control gains of the LQR controller at each time step online, the computational cost has been too high compared to that of the proposed controller. The results have showed that the optimal controller achieves roll reduction satisfactorily.

In this study, the transport delay imposed by the hydraulic actuator system has been taken into consideration through the first-order actuator model. However, different values of transport delay are not discussed. The robustness of the proposed controller to the uncertainty due to time delay is considered as a future work.

References

- [1] Sellars, F. H., and Martin, J. P. (1992). Selection and evaluation of ship roll stabilization systems. *Marine Technology, SNAME*, 29(2):84-101.
- [2] Demirel, H., Balin, A., Celik, E., & Alarçin, F. (2018). A Fuzzy AHP and ELECTRE Method for Selecting Stabilizing Device in Ship Industry. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, 69(3), 61-77.
- [3] 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.
- [4] Fortuna, L., and Muscato, G. (1996). A roll stabilization system for a mono-hull ship: Modeling, identification, and adaptive control. *IEEE Transactions on control systems technology*, 4(1), 18-28.
- [5] Karakas, S., Ucer, E., & Pesman, E. (2012). Control design of fin roll stabilization in beam seas based on Lyapunov's direct method. *Polish Maritime Research*, 19(2), 25-30.
- [6] Ertogan, M., Ertugrul Ş., and M. Taylan (2016). Application of Particle Swarm Optimized PDD 2 Control for Ship Roll Motion with Active Fins, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 21, no. 2 1004-1014.
- [7] Li, R., Li, T., Bai, W., and Du, X. (2016). An adaptive neural network approach for ship roll stabilization via fin control. *Neurocomputing*, 173, 953-957.
- [8] Luo, W., Hu, B., and Li, T. (2017). Neural network based fin control for ship roll stabilization with guaranteed robustness. *Neurocomputing*, 230, 210-218.
- [9] 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.
- [10] Demirel, H. and Alarçin, F. (2016). LMI-bate-Feedback Controller Design for Fin Stabilizer of Nonlinear Roll Motion of a Fishing Boat. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, 67(4), 91-107.
- [11] Demirel, H., Doğrul, A., & Sezen, S. and Alarçin, F. (2017). BACKSTEPPING CONTROL OF NONLINEAR ROLL MOTION FOR A TRAWLER WITH FIN STABILIZER, *Transactions RINA*, Vol 159, Part A2, International Journal Maritime Engineering, Apr-Jun 2017.
- [12] Yang, Y., and Jiang, B. (2004, June). Variable structure robust fin control for ship roll stabilization with actuator system. In *IEEE American Control Conference*, 2004. Proceedings of the 2004, Vol. 6, pp. 5212-5217.
- [13] Perez, T., and Goodwin, G. C. (2008). Constrained predictive control of ship fin stabilizers to prevent dynamic stall. *Control Engineering Practice*, 16(4), 482-494.
- [14] Fukushima, N. (2006). Optimal control of mechanical system based on energy equation, *Trans. of JSME(C)*, 72-722, 3106/3114.
- [15] Fukushima, N., Arslan, M. S., and Hagiwara, I. (2009). An optimal control method based on the energy flow equation. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 17(4), 866-875.
- [16] Taylan, M. (2000). The effect of nonlinear damping and restoring in ship rolling. *Ocean Engineering*, 27(9), 921-932.
- [17] Surendran, S., Lee, S. K., and Kim, S. Y. (2007). Studies on an algorithm to control the roll motion using active fins. *Ocean Engineering*, 34(3-4), 542-551.
- [18] Perez, T. (2005). *Ship motion control: Course keeping and roll reduction using rudder and fins*. London: Springer.

-
- [19] Fossen, T. I. (2002). Marine control systems: Guidance, navigation and control of ships, rigs and underwater vehicles. Trondheim: Marine Cybernetics.
 - [20] Hickey, N. A., Grimble, M. J., Johnson, M. A., Katebi, M. R., and Melville, R. (1997). Robust fin roll stabilisation of surface ships. In Decision and Control, 1997., Proceedings of the 36th IEEE Conference on, Vol. 5, pp. 4225-4230.
 - [21] Göktaş, G., Sever M., Yazici H., Küçükdemiral İ.B. (2015). Doğrusal Matris Eşitsizlikleri Tabanlı Dayanıklı Doyumlu Eyleyicilere Sahip H2 Durum Geri-Beslemeli Kontrolör ile bir Geminin Yalpa Hareketinin Kontrolü, TOK 2015, Denizli, Türkiye, 10-12 Eylül 2015, ss.783-788.
 - [22] Ochi, M. K. (2005). Ocean waves: the stochastic approach (Vol. 6). Cambridge University Press.
 - [23] Jensen, J. J. (2001). Load and global response of ships (Vol. 4). Elsevier Ocean Engineering Book Series.
 - [24] Arslan, M. S., and Fukushima, N. (2015). Energy optimal control design for steer-by-wire systems and hardware-in-the-loop simulation evaluation. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 137(7), 071005.
 - [25] Sahin, H., Fukushima, N., Mochizuki, T., and Hagiwara, I. (2010). Hardware-in-the-loop simulation evaluation of a novel hybrid-type linear actuator for self-powered active suspension systems. Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan, 41(6), 1211-1218.
 - [26] Arslan, M. S., Fukushima, N., and Hagiwara, I. (2008, May). Control of an ellipsoidal underwater vehicle with single actuator. IEEE CCECE 2008. (pp. 001433-001436).
 - [27] Uchida, H., Fukushima, N., and Hagiwara, I. (2011). Application of Energy Optimal Control to Energy Management of Hybrid Vehicle (No. 2011-39-7244). SAE Technical Paper.
 - [28] Warhurst, F., and Cerasani, A. J. (1969). Evaluation of the Performance of Human Operators as a Function of Ship Motion. Naval Ship Research and Development Center, (No. ELECLAB-225/68).
 - [29] Kim, J. H., and Kim, Y. H. (2011). Motion control of a cruise ship by using active stabilizing fins. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 225(4), 311-324.
-

This Page Intentionally Left Blank



Application of Alternative Maritime Power (AMP) Supply to Cruise Port

Duygu YILDIRIM PEKŞEN¹, Güler ALKAN²

¹Yalova University, Department of Maritime and Port Management, Turkey

²Iskenderun Technical University, Barbaros Hayrettin Ship Building and Maritime Faculty, Turkey

duygu.yildirim@yalova.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7245-5114>

guler.alkan@iste.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6809-0784>

Abstract

The International Maritime Organization, the European Union Council and the US government force ship owners to take necessary measures through international conventions and national legislation to minimize ship-based emissions which damage to the environment and has reached a serious level. Thus, ship operators began to turn towards alternative technologies and fuels that reduce emissions to ensure the maritime trade smoothly. On the other hand, some port operators has started to supply alternative maritime power (AMP) which is electricity from city grid line to the ships at the berth. It is a fact that AMP is one of the best emission reduction alternative technologies for ships during berthing period. This kind of ports providing AMP will be compulsory choice for many ship operators who still use fossil fuel-powered engines in their ships and cannot meet the emission limit requirements at ports, also these ports will contribute to the environmental protection.

In this study, AMP application will be examined for the Ege Ports in Kuşadası. Purpose of the study is to calculate the amount of emissions and external costs and to compare with marine gas oil (MGO) when the AMP system is applied to a port. According to comparison of AMP technology with MGO (0.1%S); total air pollutant is reduced by 94% via decreasing SO₂ 23%, NO_x 97%, PM 88%, CO 99%, VOC 64%. On the other hand, it is estimated that total released greenhouse gases are minimized by 41% via decreasing CO₂ 41%, N₂O 85% and CH₄ 81%. Finally, total emission reduction was about 43%. The economic and environmental benefits to the port hinterland and its country has been estimated by finding external cost. Total externality cost of MGO for human health, ecosystem quality and climate change was found as about Euro 3 million while Euro 0,4 million occurred from AMP.

Keywords: Cruise Port, Emission Reduction, Alternative Technology, AMP.

Kruvaziyer Limanına Alternatif Güç Kaynağı (AMP)'nin Uygulanması

Öz

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), Avrupa Birliği Konseyi ve ABD hükümeti, gemi sahiplerine çevreye zarar veren ve ciddi bir düzeye ulaşan emisyonları en aza indirmek için uluslararası sözleşmeler ve ulusal mevzuat ile gerekli önlemleri almaya zorlamaktadır. Böylece gemi sahipleri ve gemi işletmecileri, deniz ticaretini sorunsuz bir şekilde sağlamak için emisyonları azaltan alternatif teknolojilere ve yakıtlara yönelmişlerdir. Öte yandan, bazı liman işletmecileri, şehir şebekesi hattından rıhtımdaki

This paper was presented at 23rd International Conference on Researches in Science and Technology (ICRST), 12-13 Oct 2017, Dubai and only abstract will be published.

To cite this article: Yıldırım Pekşen, D. and Alkan, G. (2018). Application of Alternative Maritime Power (AMP) Supply to Cruise Port. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(4), 307-318.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.15870>

gemilere ve diğer birçok hizmete alternatif olan alternatif deniz gücü (AMP) sağlamaya başladılar. AMP'nin yavaş yavaş safhasında gemiler için en iyi emisyon azaltma alternatif teknolojilerinden biri olduğu bir gerçektir. AMP alternatifi sunun bu tip limanlar, gemilerinde fosil yakıtla çalışan motorları kullanan ve limanlardaki emisyon sınırlama gereksinimlerini karşılayamayan birçok gemi operatörü için zorunlu bir seçim olacaktır. Ayrıca bu limanlar da çevre korumaya katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmada, Kuşadası'ndaki Ege Limanları için rıhtımdaki gemiler için emisyon azaltıcı teknoloji olarak AMP uygulaması incelenecektir. Çalışmanın amacı, AMP sistemi bir limana uygulandığında emisyon ve dış maliyetlerin miktarını hesaplamak ve deniz yakıtı (MGO) karşılaştırmaktır. AMP teknolojisinin MGO ile karşılaştırılmasına göre (% 0,1 S); Toplam hava kirliliği% 94 azalırken SO₂% 23, NO_x% 97, PM% 88, CO% 99, VOC% 64 azaltılmıştır. Öte yandan, toplam salınan sera gazlarının% 41 azalarak CO₂% 41, N₂O% 85 ve CH₄% 81 oranında azaldığı tahmin edilmektedir. Son olarak, toplam emisyon azaltımı yaklaşık% 43 olmuştur. Ayrıca liman iç bölgelerine ve ülkesine ekonomik ve çevresel faydalar, maliyet dışı maliyetler kullanılarak tahmin edilmiştir. MGO'nun insan sağlığı, ekosistem kalitesi ve iklim değişikliği için toplam dışsalılık maliyeti yaklaşık 3 milyon Euro, AMP'den 0,4 milyon Euro olarak gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kruvaziyer Limanı, Emisyon Azaltımı, Alternatif Teknoloji, AMP.

1. Introduction

Ships at berth need electricity for routine operations such as communications, lighting, heating or cooling, ventilation, and using onboard devices. This electricity is produced generally from generators (auxiliary engines) by the combustion of marine fuels. Required electricity power depends on the ship's type, size, and berthing time. Especially the cruise ship needs a considerable amount of electricity at berth because of its hotel concept which suggest that all rooms in every deck should be heated or cooled immediately after each client's order. It means giant air conditioners always have to work. For this reason, cruise ships cause much emission than other ships while staying at the port. During the berthing period, the ship turns off the main engine but she has to sustain running its auxiliary engines and boilers to produce electricity. Unfortunately, combustion of marine fuel causes air emissions which damage the environment, air quality, human health, and cultural heritage. Thus, cruise ports can be called "bad neighbors" in terms of air quality and human health [1].

Because of increasing air pollution from ships worldwide, major actors (as

International Maritime Organization (IMO), the European Union Council and the US government) in maritime sector have taken some measures through international conventions and national legislations to minimize and limit ship-based emissions. Therefore, ships have to use clean fuel or technology in order to continue marine trade. Many options for emission reduction target are offered to ship owners or port operators such as cleaner fuel, water-based fuel treatment, or clean engine after combustion treatment while the ship is at berthing mode. Also one of the emission reduction alternatives for ships is using alternative maritime power (AMP), which means having electricity from the national grid in place of producing it by ship auxiliary engines.

Hence, AMP is a beneficial solution for cruise ports to considerably reduce ship-caused emissions. Ege Ports is one of the most important ports in Turkey for cruise tourism. Clean and beautiful sandbanks with many historical places in Kuşadası attract the tourists and this port has been preferred by the cruise ship operators. As a result, it was estimated that the amount of emissions (SO₂, NO_x, PM, CO, VOC, CO₂, N₂O, CH₄) was roughly 13,000 tons from the 506

ships that visited Kuşadası port in 2015, [2]. We analyzed how effective this solution is to reduce ship-based emissions at this cruise port.

1.1. Literature Review

Chang and Wang (2012), who studied on Kaohsiung port, have deduced that if AMP were used instead of fuel at berth period, CO₂ and Particulate Matter (PM) emissions could be reduced by 57% and 39%, respectively [3].

Andria et al. (2013) found that using AMP could reduce ship-based emissions at berth 94% for NO_x, 42% for CO₂ and 90% for PM emissions [4].

Ballini (2013) calculated emissions amount for the Port of Copenhagen. The total SO₂, NO_x, PM emissions from the 70 cruise vessels (308 calls) in the summer season of 2012 were approximately 9 tons, 408 tons, 4 tons respectively. If all the ships used AMP instead of MGO, the difference of emissions of SO₂, NO_x, PM and CO₂ release would be less than 65%, 98%, 90%, 34% respectively, and also the differences of external costs would be same rates [5].

According to Zis et al. (2014), the provision of AMP for ships at berth can lead to reductions of CO₂, SO₂, NO_x and BC emissions. The rate of reduction is 48-70%, 3-60%, 40-60%, and 57-70% respectively [6].

Yustiano (2014) analyzed the Port of Tanjung Perak. As a result, the total amount of emission from passenger vessels were 4,785 tons, which included 122.27 tons (NO_x), 37.83 tons (SO₂), 2.6 tons (PM₁₀), 2.1 tons (PM_{2.5}), 9.7 tons (CO), 4,601 tons (CO₂), 3.5 Ton (HC), 7 tons (VOC). The externality cost of the total amount of passenger ship emissions was \$ 700,465 [7].

The result of study of Tseng and Pilcher (2015) is that if the 60% of the total visiting ships at the Kaohsiung Port used the AMP, reduction of NO_x and CO₂

emissions would be 428 ton/y, 25,391 ton/y respectively and reduction of NO_x environmental cost 2,136,148 (US\$/year), of CO₂ environmental cost 660,166 (US\$/year) [8].

According to Environ Final Report (2015), the emissions reduction of HC, CO, NO_x, PM and SO_x are respectively about 76%, 61%, 80%, 79% and 80% for the Port of San Francisco for cruise ships [9].

1.2. Alternative Maritime Power

Ships can shut down the auxiliary engine at berths and use the required power from national grid to reduce air emissions for meeting EU and IMO sulphur limits. This technology is known as 'alternative maritime power', 'cold ironing', 'shore-side power', 'high-voltage shore connections (HVSC)' [10]. AMP technology has been used for a long time in the military fields so it is not a new technology. Nowadays it is very popular because of new regulations regarding emission from ships [1].

Pros and cons:

- AMP can decrease SO₂, NO_x, PM, CO, VOC, CO₂, N₂O, CH₄ emissions considerably. Their amounts depend on sources of electricity power.
- This system eliminates noise and vibration from ships at the port area.
- Because of less emissions and noise, AMP affect air quality and human health positively [1].
- It requires a high capital cost.
- There is no standardized voltage, frequency and electric demands. Ships use different voltages (6.6 kV or 11.0 kV) and ports in the world use different frequencies (50 or 60 Hz).
- AMP only affects emissions amount while at berth not at voyage.
- Power requirements are various by ships type
- AMP needs spaces for on-board transformer. It may affect the weight restrictions of the ship [12].

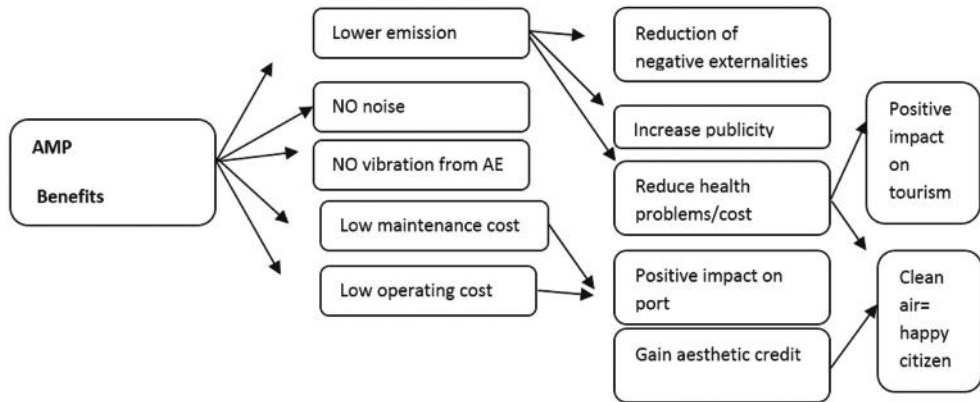


Figure 1. Alternative Maritime Power Benefits [11]

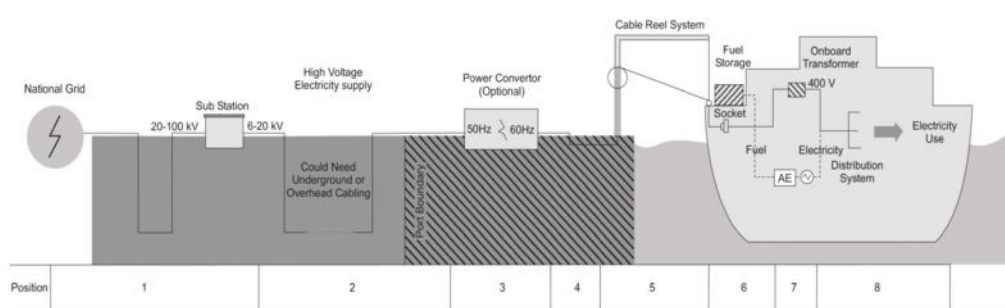


Figure 2. Alternative maritime power system [10]

Figure 1 summarizes the benefits and effects of AMP to air quality, citizens' health, and clean environment.

AMP system consists of three basic components:

1. Shore-side electrical system and infrastructure; a land-based power source, substation, transmission system, conduits, shore-side electrical vault, connectors and other components supply electricity to ship at berth.
2. Cable management system; in which cables, reel and connectors carry shore-side electric power to the ship.
3. Ship-side electrical system; retrofit of onboard electrical system is required for existing ship while the required system can be added when new ships are built. The ship using AMP needs a socket, transformer and distribution system [12].

ENTEC has summarized the above-mentioned system comprehensively as seen Figure 2;

According to Figure 2, positions mean that;

1. The system needs a link to the national grid for carrying 20-100 kV power from a local substation.
2. Cables conduct the 6-20kV power that is converted in the substation to the port terminal.
3. Power is converted to 50 or 60 Hz which is required for ships
4. Electricity is distributed to the terminal.
5. The cable reel tower that is built on the berth with a cable reel, davit and frame can be used to prevent handling of high voltage cables. The davit and frame would be used to raise and lower the cables to the vessel by electro-mechanically powered and controlled.

6. The ship needs a socket for connecting cable.
7. The ship needs an onboard transformer for transforming the high voltage electricity to 400 V.
8. The electricity is then distributed around the ship, and the auxiliary engines are switched off [10].

2. Material and Methods

2.1. Case Study and Data

Ege Ports is located in Aegean Sea, western Turkey and is also a substantial cruise port for both Turkey and East Mediterranean Region.

Cruise ship operators prefer to visit this port because of the city's location, historical importance and beautiful coast, especially in the summer season. Table 1 summarized that how many ships and passengers have visited to 3 most important cruise ports in Turkey for last three years. Number of cruise ships reduced dramatically in 2016 in Turkey, especially in Istanbul. The security issue is the main reason of that. Hence, many cruise operators have removed Turkey's cruise ports from their port call list, especially after some terror attack in Istanbul. On the other hand, such adverse events have not impressed Kuşadası Ege Ports as much as the other Turkish ports. Factors that make Kuşadası so attractive for tourists are historical and sacred places such as Ephesus, Artemis Temple, Virgin Mary's House, St John's Basilica, Priene, Miletus, Didim, Claros, as well as the region's soft climate, virgin beaches, transparent seas and natural beauties. In addition, cruise operators prefer this city because of its high standard port with its infrastructure and service concept [14,15]. According to survey reports, especially American, British, Canadian, German, Spanish, French, Italian, Greek, South Korean and Dutch prefer to travel to this city [16].

In this study, ships visited Ege Ports

Table 1. The Number of Ships and Passengers of Turkey's Most Important Cruise Ports [13]

Cruise Port	Year	2014	2015	2016
Kuşadası	Number of ships	448	506	271
	Number of passengers	556,745	567,315	349,781
İstanbul	Number of ships	317	345	56
	Number of passengers	518,935	595,880	43,543
İzmir	Number of ships	124	114	24
	Number of passengers	257,233	241,716	27,619

Table 2. Information of ships berthing to Kuşadası Port between April and September 2015

Ship Information			
Total number of different ships	62		
Total number of berthing	385 (76%)		
Total berthing hours	4,190 hours		
Average berthing hours	10.8 hours		
Dimension			
	Max	Min	Average
GRT	125,366	1,206	45,094
Passenger capacity	3,782	49	1,268

between April and September (summer season) in 2015 are analyzed as seen in Table 2. The average number of ships arriving in the summer is 76% of the total number of ships. The data about ships information regarding berthing time and GT were taken from the website of Kuşadası District Governorship, other information about ships and passenger capacity were taken from the website of marinetraffic.com and from their operators' websites [17,18].

2.2. Estimation of Fuel Consumption

Simonsen (2014) calculated the amount of fuel consumption of cruise ships to produce electric energy at berth. This fuel consumption was measured from cruise ships which visited Skagway berth in 2008 and proportioned the number of passenger on board. By this rate, Simonsen found 'k' constant that states diesel oil consumption per passenger per GT per hour [19].

Formula;

$$FC_{bi} = GT * k * Pa * t_{bi} * 0.84 \quad (1)$$

$$FC_b = \sum_{i=1}^n FC_{bi} \quad (2)$$

FC_{bi} : fuel consumption at berth (kg)

GT: Gross Tonnage (GT)

t_{bi} : i. voyage's berthing time (hr)

k: 0.0000106 (diesel oil consumption per passenger per GT per hour)
(lt/Pa*GT*hr)

Pa: number of passenger

i: voyage number

n: number of voyage

*1 lt DO = 0.84 kg DO

2.3. Estimation of Required Electric Energy

After the calculation of fuel consumption by means of above formulas, required electric energy can be estimated with the assumption of ENTEC. Specific Fuel Consumption of Auxiliary Engine (SFC_{AE}); [10]

$MCR_{AE} > 800 \text{ kW} \rightarrow 220 \text{ g/kWh}$

$MCR_{AE} < 800 \text{ kW} \rightarrow 230 \text{ g/kWh}$

Cruise ships' auxiliary engine power is more than 800 kW in general so it is assumed that;

$$220 \text{ g MGO} = 1 \text{ kWh} \quad (3)$$

2.4. Estimation of Emission Amount

The emission factor varies by fuel type, ship type, engine type and phase of cruising, maneuvering and berthing. According to EU Directive 2005/33/EC, the ships that approach to EU ports are required to use only marine fuel with a sulphur content

not exceeding 0.1% by mass. This provision entered into force on 1 January 2010 with some exemptions in which the 0.1% sulphur cap if ships are berthed less than two hours. Therefore, as the emission factors, as shown in Table 3, emission factors of MGO fuel by 0.1% sulphur were used in this study. Table 3 presents average values of selected emission factors which also acquired from four different studies [20].

These emission factors in Table 4 were calculated by using data from Table 5-6. Table 5 indicates emission factors (g/kWh) that are caused by fuel type which are used for generating electricity by Argonne National Laboratory in 2012 for the US Department of Energy. 73,146.8 MW total installed power was produced in Turkey in 2015 by fuel type of which the rates are shown in Table 6. According to the rate of fuel type in 2015 and emission factors of these fuel types, average emission factors for 2015 were calculated as shown in Table 4.

2.5. Estimation of External Cost of Ship Emission

Emission effects are causing expenditure to countries affected by ship emissions. "A New Environmental Accounting Framework Using Externality Data and Input - Output Tools for Policy Analysis" (EXIOPOL) that was built up by European Union (EU) aims to define theoretical-mathematical concepts of linking environmental extensions (EE) to the framework Supply-and Use-Tables (SUT) for 43 countries (including Turkey) [23]. Table 7 shows that external cost of human health, ecosystem quality and climate change external for transport for Turkey.

Calculated emission from MGO and electricity obtained by above formulas will be used to estimate external cost for Turkey by the help of data of EXIOPOL project as shown in Table 7.

Table 3. Emission Factors of 0.1% MGO While Ship is Berthing [20]

Factor	Polluting Types							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	PM	CO	VOC
g/kg fuel	3213.429	0.166	0.134	2.741	63.019	1.521	8.007	1.984

Table 4. Emission Factors of Electricity Generation per kWh in Turkey for 2015

Factor	Polluting Types								
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	VOC
g/kWh	415	0.00700	0.00430	0.46186	0.40998	0.03392	0.04688	0.01218	0.15600

Table 5. Emission Factors of Fuels in Generation of Electricity [21]

Emission Factors (g/kWh)	Coal			Natural Gas	Geothermal Nuclear Hydraulic Wind	Fuel Oil	Diesel
	Lignite	bituminous	sub bituminous				
CO ₂	901.8	829.1	864.2	631.2	0	791.1	1179.3
CH ₄	0.01161	0.01078	0.01148	0.01253	0	0.03058	0.05075
N ₂ O	0.01723	0.01583	0.01711	0.00143	0	0.0059	0.01018
NO _x	0.75184	0.839622	0.77258	0.83724	0	1.35301	1.79151
SO _x	1.88299	2.43893	1.48558	0.00449	0	3.29910	4.81600
PM ₁₀	0.13151	0.11939	0.03684	0.03528	0	0.13979	0.11794
PM _{2.5}	0.23652	0.17863	0.02596	0.03528	0	0.11591	0.07948
VOC	0.01447	0.00878	0.010205	0.02714	0	0.02555	0.03897
CO	0.125635	0.10018	0.112125	0.40760	0	0.02557	0.25638

Table 6. Distribution of Total Installed Power by Type of Energy Source for Turkey in 2015 [22]

Year	Coal			Natural Gas	Geo thermal	Fuel Oil	Diesel	Sun	Other	Biogas-Waste	Hydraulic	Wind	MW
	lignite	Bitu-Minous	subbitu minous										
2015	9330.5	755	6064	24906	624	440	1	249	43.6	362.4	25867.8	4503	73147

Table 7. External Cost Factors per ton for Transport (Euro/ton) [23]

Pollutant	Human Health	Ecosystem Quality	Climate Change	Total
SO ₂	6,300	200	0	6,500
NO _x	5,700	1,000	0	6,700
PM	350,000	0	0	350,000
CO	29	0	33	62
VOC	940	-70	0	870
CO ₂	0	0	21	21
N ₂ O	0	0	6,200	6,200
CH ₄	0.51	0	480	480.51

3. Result and Discussion

The total amount of MGO consumed by all cruise ships approached Ege Ports in 2015 was calculated 3,076.642 tons with formula 1 and 2, summarized in Table 8 [2]. Assuming that auxiliary engine of cruise ships was bigger than the 800 kW, the fuel consumption has converted to 13,984,738.11 kWh by using equation 3, and that figure shows required electric energy amount. In addition, emission amounts caused by producing this electric energy were calculated in Table 8, and the emission reduction rates were calculated

according to MGO (0.1%).

The ship emission reduction potential of AMP technology is clearly visible in Table 8 and Figure 3. It is seen that total air pollutant is reduced by 94% by decreasing SO₂ 23%, NO_x 97%, PM 88%, CO 99%, VOC 64%. On the other hand, it is estimated that total greenhouse gas decreased by 41% by decreasing by CO₂ 41%, N₂O 85% and CH₄ 81%. Finally, total emission reduction is about 43%.

Figure 3 shows that emission amount of MGO and AMP, and clearly seen that using AMP is better than MGO.

Table 8. Comparisons of Emission Amount

Emission amount (kg)	SO ₂	NO _x	PM	CO	VOC	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Total Emission
MGO	8432	193888	4680	24634	6104	9886571	412	509	10,125,230
AMP	6459	5733	565	170	2182	5803666	60	98	5,818,934
Reduction (%)	0,23	0,97	0,88	0,99	0,64	0,41	0,85	0,81	0,43

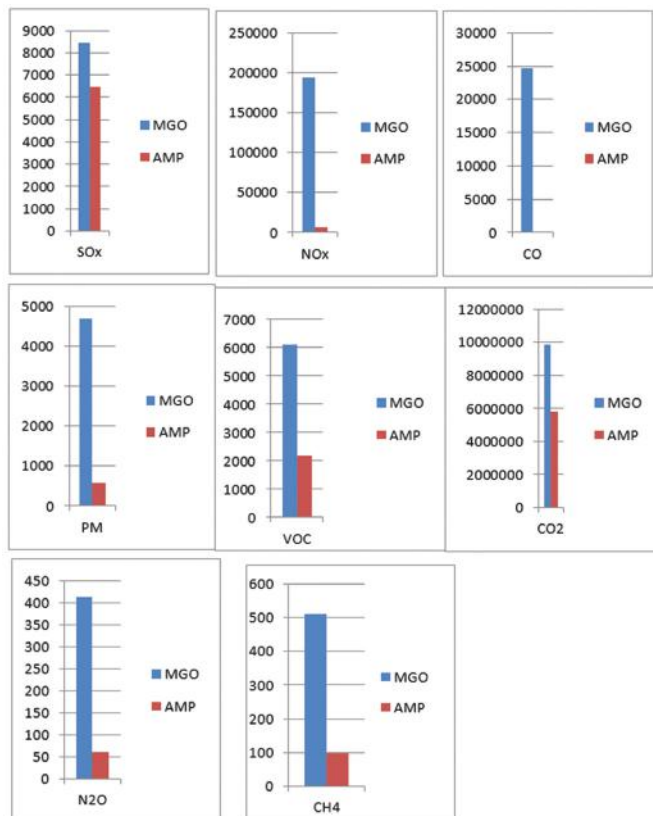
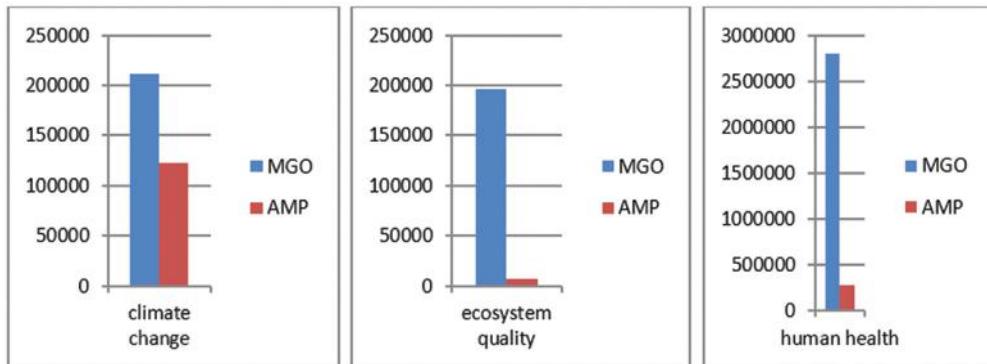


Figure 3. Comparisons of Emission Amount of MGO and AMP

Table 9. Comparison of External Cost (Euro)

Emission Type	MGO				AMP			
	Human Health	Ecosystem Quality	Climate Change	Total	Human Health	Ecosystem Quality	Climate Change	Total
SO ₂	53,120	1,686	0	54,806	40,692	1,292	0	41,983
NO _x	1,105,163	193,888	0	1,299,051	3,2681	5,733	0	38,414
PM	1,638,120	0	0	1,638,120	197,744	0	0	197,744
CO	714	0	813	1,527	5	0	6	11
VOC	5,738	-427	0	5,311	2,051	-153	0	1,898
CO ₂	0	0	207,618	207,618	0	0	121,877	121,877
N ₂ O	0	0	2,553	2,553	0	0	373	373
CH ₄	0	0	244	245	0	0	47	47
Total	2,802,855	195,147	211,228	3,209,230	273,172	6,873	122,302	402,347

**Figure 4.** Comparisons of External Cost of MGO and AMP (Euro)

The external cost on human health, ecosystem quality and climate change in Table 9 is calculated by multiplying data in Table 7 and by using MGO emission amount and total required electric energy amount as above. AMP also reduces PM and NO_x emission remarkably and also affect human health positively.

As it is known well, NO_x gases damage ecosystem quality too. The effect of AMP on NO_x emissions of berthed ships is to stop negative impacts on ecosystem quality by resetting a great amount of NO_x emissions. In addition to NO_x, CO₂ also affects climate change considerably and AMP even reduces this emission about 40% and its bad impact on climate change. In conclusion; external

cost of AMP has been estimated about Euro 402,347 whereas external cost of MGO has been found about Euro 3,209,230. Figure 4 summarizes that external costs of MGO and AMP for climate change, ecosystem quality and human health. The difference is so high on ecosystem quality and human health.

Table 10 shows that emission reduction rates between different ports through the world if the vessel uses the alternative maritime power at berth instead of MGO. One of the important issue is that electric power is produced from different sources. If the electric power is obtained from a cleaner source, the emission reduction rate will be higher.

Table 10. Comparison of Emission Reduction Rates

Port Emission Types	CO ₂	PM	NO _x	SO ₂	CO	
Port of Kaohsiung	57%	39%				[3]
Port of Taranto	42%	90%	94%			[4]
Port of Copenhagen (cruise ships)	34%	90%	98%	65%		[5]
Port of San Francisco (cruise ships)		79%	80%	80%	62%	[9]
Port of Ege Ports (cruise ships)	41%	88%	97%	23%	99%	Authors

4. Conclusion

Limitations on the amount of emissions have encouraged port operators as well as shipowners should find solutions. After the implementation of the max 0.1% S restriction implemented at the ports after 2012, all ships are required to pass to clean fuel or alternative emission abatement technology when they arrive ports. The only alternative technology for port operators is seen as AMP. Innovative pursuits in the increasing competitive environment of the port industry have led some ports to use AMP. If the vessels arriving at these ports are not equipped with the suitable technologies or having fuel of unsuitable contents or the price of clean fuel is more expensive than the electricity, the port offers this service option to customer.

Since cruise ships consume high volume of MGO to meet to necessary energy power while at ports, such ports hosting cruise ships have a serious negative impact on the quality of the country because of released emissions in their area, and they are known as bad neighbour. Use of cleaner fuels or technologies in such ports may in some cases lead to more costs for the shipowner, but will be indisputable method for human health and a cleaner environment in the future. When looking at the results for the Ege Ports, it is clear that there can be a significant decrease in emission reduction with AMP technology, these numbers can be further reduced

compared to the source of electrical energy. If electricity is produced with cleaner sources, it is now possible to define eco-friendly ports for ships.

Moreover, the decline in the amount of these emissions is also beneficial to the environment, human health and ecosystem quality according to externality cost calculation and also proves to be beneficial to the country in terms of the economic outcome. Finally, AMP's most important difference from other alternative technologies and fuels is to reduce noise. It is especially very important for the touristic cities that have dense population.

Result of this study may guide to future studies on the installation and running cost of AMP technology and how ship owners can decide to select a suitable alternative technology for their ships.

References

- [1] Theodoros, P. G. (2012). A Cold Ironing Study on Modern Ports, Implementation and Benefits Thriving for Worldwide Ports, Thesis, School of Naval Architecture & Marine Engineering National Technical University of Athens
- [2] Pekşen, Y.D. (2016). Kruvaziyer Truziminin Çevreye Etkisinin Değerlendirilmesi; Kuşadası Kruvaziyer Limanı Örneği, International Multidisciplinary Congress of Eurasia, Odessa, 2016.

-
- [3] Chang, C. C., Wang, C. M. (2012). Evaluating the effects of green port policy: Case Study of Kaohsiung Harbor in Taiwan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(3), 185-189.
- [4] Andria, G., Attivissimo, F., Cavone, G., Lanzolla A.M.L., Spadavecchia, M. (2013). Environmental Impact Assessment of the Marine Traffic In Port of Taranto: A Preliminary Study, 4th Imeko TC19 Symposium on Environmental Instrumentation and Measurements Protecting Environment, Climate Changes and Pollution Control, June 3-4, 2013, Lecce, Italy,
- [5] Ballini, F. (2013). Air Pollution from Ships in Danish Harbours: Feasibility Study of Cold-ironing Technology in Copenhagen, Department of Naval, Electrical, Electronic and Telecommunication Engineering, Ms.c University of Genoa, Italy 2013
- [6] Zis, T., North, R.J., Angeloudis, P., Ochieng, W.Y, Bell, M.G.H. (2014). Evaluation of Cold Ironing and Speed Reduction Policies to Reduce Ship Emissions near and at Ports, *Maritime Economics & Logistics*, 16(4), 371-398
- [7] Yustiano, O.Y. (2014). Cost and Benefit Analysis of Shore Side Electricity in the Port of Tanjung Perak, Indonesia, MS.c, World Maritime University, Sweden, 2014.
- [8] Tseng, P., Pilcher, N. (2015). A Study of the Potential of Shore Power for the Port of Kaohsiung, Taiwan: to introduce or not to introduce? *Research in Transportation Business & Management*, 17 (2015) 83-91
- [9] ENVIRON International Corporation Seaworthy Systems, Inc. (2015). Shoreside Power Feasibility Study for Cruise Ships Berthed at Port of San Francisco.
- [10] ENTEC (2005). Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, Task 2a: The use of shore-side electricity, for the European Commission, DG Environment, Entec UK Ltd.
- [11] Samosiri, D. H., Markert, M. and Busse, W. (2016). The Technical and Business Analysis of Using Shore Power Connection in The Port of Hamburg, *Jurnal Teknik Its* Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [12] Tetra Tech (2007). Draft Use of Shore-Side Power For Ocean-Going Vessels White Paper.
- [13] Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü Kruvaziyer Turizmi İstatistikleri (2017) https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_kruvaziyer.aspx
- [14] Sezer, İ. (2014). Kruvaziyer Turizmi'nde dikkat çeken bir nokta: Kuşadası Limanı. *Doğu Coğrafya Dergisi* - 32.
- [15] Görgün, E. (2011). Geleceğin turizm anlayışında kruvaziyer turizm uygulamaları. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Dönem Projesi*, Edirne.
- [16] Kuşadası Ticaret Odası (2011). Dünyada ve Türkiye'de kruvaziyer turizmi ve Kuşadası Limanı. Kuşadası.
- [17] Marine Traffic <http://www.marinetraffic.com/tr/ais/index/ships/all>
- [18] Kuşadası Kaymakamlığı, (2015). Retrieved from <http://kusadasi.gov.tr/marina>
- [19] Simonsen, M. (2014). Cruise Ship Tourism. A LCA Analysis, Western Norway Research Institution.
- [20] Peksen, N. H. (2013). A New Approach for Turkish Ports to Reduce Ship Emissions Case Study: Application of Cold Ironing System for Marport Container Terminal with Investment Analysis, MS.c, World Maritime University.
-

- [21] Cai, H., Han, J., Wang, M. and Elgowainy, A. (2012). Updated Greenhouse Gas and Criteria Air Pollutant Emission Factors and Their Probability Distribution for Electric Generating Units, Argonne National Laboratory, Energy Systems Divisions, ANL/ESD/12-2, May 2012, USA.Pg:31-33. Retrieved from <http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei20/session8/hcai.pdf>
- [22] TEİAŞ (2016). http://www.emo.org.tr/ekler/18ff249800ead7f_ek.pdf
- [23] EXIOPOL (2011). A New Environmental Accounting Framework Using Externality Data And Input-Output Tools For Policy Analysis, Final report providing external cost values to be applied in an EE SUT framework, March 2010, PROJECT N. 037033, pg: 57.



Analysis of Empty Container Accumulation Problem of Container Ports

Ünal ÖZDEMİR

Mersin Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Türkiye

unalozdemir@mersin.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6865-9977>

Abstract

In this study, the empty container problem is evaluated by quantification of factors related to empty container accumulation as well as alternative ways that can be followed for solutions. The study is mainly constructed as two parts; the first part is on identifying involving factors by using DEMATEL and the second part deals with alternative solutions by applying TOPSIS method. The main causes affecting empty containers were found as trading imbalance, irregular distribution, delivery time, unbalanced freight charges and inadequate port management. Finally, based on applied Multi Criteria Decision Making approach, this study suggests that empty container problem can be solved by sharing infrastructures and equipment among logistic companies, allocating storage areas for empty containers outside the ports and following robust fast custom regulations.

Keywords: Empty Container, Container Ports, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy TOPSIS.

Konteyner Limanlarına Yönelik Boş Konteyner Yığılması Probleminin Analizi

Öz

Bu çalışma ile limanlarda boş konteyner yığılmasına neden olan etkenler tespit edilmiş ve bu soruna ilişkin uygulanabilir, pratik çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır. Çalışma iki aşamadan oluşmakta olup ilk aşamada konteyner limanlarında yaşanan boş konteyner yığılmasına neden olan kriterler tespit edilmiş ve bu kriterlerin birbirleri ile olan ilişkileri, önem dereceleri bulanık DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi ile değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise bu soruna çözüm getirebilecek olan alternatifler belirlenerek bulanık TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) yöntemi yardımı ile alternatifler arasında sıralama yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre konteyner limanlarında boş konteyner yığılmasına neden olan en önemli faktörlerden bazıları sırasıyla; ticari dengesizlik, düzensiz sevkiyat ve teslimat süreleri, navlun fiyatlarındaki dengesizlikler ve yetersiz liman yönetimleri olarak tespit edilmiştir. Bu soruna çözüm getirebilecek en önemli alternatiflerden bazıları ise; ortak ekipman kullanımı / firmalar arası konteyner havuzu, liman dışı konteyner depolama alanlarının oluşturulması ve gümrük düzenlemeleri olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Boş Konteyner, Konteyner Limanları, Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS.

1. Introduction

International maritime trade shows a sharp trend towards containerization and multi-modal logistics. The total volume of international cargo transferred by containers is constantly rising. A new era in maritime logistics started after commencement of the container box in to the international logistics. Containers are much more preferable in logistics compared to classic boxes, bales and packs as they ease the handling operations on shipboard and ports as well as being suitable for multi-modal cargo transfers. Moreover, container usage can diminish port time, handling costs, loss of cargo and time needed for paperwork [1, 2, 3, 4].

The volume of total container traffic steadily increases as global maritime trade market shows growing trends that can be accounted of billions of dollars each year. According to authorities, the total number of containers circulated in the global maritime logistic chain will continue rising for the next five or ten years. Therefore, capacity increase is needed both for the ports and for the oceangoing merchant ships [5, 6, 7, 8]. Another forcing factor for expanding the port capacities is the rising number of the empty containers that should be stored and wait until next shipment [9, 10].

Empty container problem became an issue of high priority in maritime industry. Moreover, the volume of cargo shipped with the containers is also increasing in accordance with related port infrastructures and newly built very large container ships. This problem is also triggered by recently well-received multi-modal transportation model in maritime logistics. Therefore, maritime logistic sector, port authorities and companies seek for a solution in order to overcome the empty container management problem [3, 4, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

In terms of container traffic, there should be a balance between imported

and exported container counts but unfortunately this balance is not accomplished in every geographic location of the world. Therefore, empty containers needed to be transferred from one node to another in different logistic hubs. The root cause of the empty container accumulation can only be explained by imbalance between importing and exporting countries in world wide scale. For example, in the central regions of the world production markets such as China, a need for empty container is very high and sometimes logistic companies suffer from empty container shortage whereas in some countries empty container become a demanding problem due to imbalance between imported and exported manufactured products [3, 8, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

From the managerial perspective, the empty container issue can cause some extra problems stemmed from rising costs and delivery which is potentially harmful for the prestige of the companies and the open market conditions. Therefore, simulating global container traffic and estimation of empty container hot spots is highly important for smooth and effective container logistics [1, 14, 17, 26, 27, 28, 29]. Moreover, the freight charges of the goods transported to some geographic regions with luxury and high living standards is always high then the opposite route which makes difficult to transfer the empty container to their origins. Besides that, the cost of a new container is relatively low thus many logistic companies prefer to buy new containers instead of using the empty ones [11, 12, 19, 22, 29, 30, 31, 32].

Effective and efficient management of the empty containers is one of the major problems in the field of maritime logistics. Deciding on forwarding an empty container from one node to another is a critical strategic approach in terms of maritime operations. The root cause of empty container problem is the imbalance

of the wealth and prosperity among different geographic regions of the world. Furthermore, some geographic regions such as America and Northern Europe are generally covered by importing countries whereas some others such as Far East countries are exporting much more goods than their total imported volume. Therefore, the port efficiency of the former countries is negatively affected by the accumulation of the empty containers [2, 4, 8, 12, 27, 29, 31, 32, 33]. The authorities estimate that these types of ports are not likely to continue their service after introducing a fully equipped and well founded new container ports to the industry because, speed and efficiency are the major two factors that are sought by the customers of the container ports. Thus, for a long term customer satisfaction renovation or rehabilitation of those ports are inevitable to enhance the physical conditions of the ports and extend the container storage area [3, 21, 34]. Undoubtly, the empty container problem is very well recognized by the actors of the maritime logistics and port authorities [13, 23, 35].

Therefore, the issue of the empty container is regarded as a multicriteria decision making problem as there are many factors involved in accumulation of the empty containers and also many alternatives that can be ranked according to expert judgements. It is deterministically correct way to seek the inner relations between involved factors in empty container problem by using fuzzy quantitative evaluations. This is one of the best alternative methodologies to reach a realistic solution in case of multicriteria problems [36, 37, 38, 39, 40].

In this study, the empty container problem is investigated by analyzing involved criteria and alternative solutions based on expert evaluations. Fuzzy DEMATEL and Fuzzy TOPSIS techniques were used in a step wise manner for

determination of the criteria and ranking the alternative solutions.

2. Methodology

Empty container accumulation problem is very well recognized by the port managers, authorities and logistic companies but availability of many criteria that potentially influence the container storage stays an issue of high priority. Empty container accumulation problem in seaport companies has become an issue of high priority and needs to be evaluated by analytical techniques. Therefore, a MCDM approach can be one of the best solutions for deciding and quantitatively evaluating the empty container problem and such problems are successfully eliminated using Fuzzy MCDM techniques in literature [38, 39, 40, 41, 42]. Ideal solution of the problem should take in to account the complex inner relationships among various criteria and finally simplify the problem. Therefore, the reasons of empty container accumulation in ports were determined with the help of available literature and personal interviews carried in different ports. After defining the criteria set, expert evaluations were received to find the relative weights of each criterion. The weight and relations of the criteria were calculated using Fuzzy DEMATEL technique. Finally, ranking of the alternatives was completed by applying Fuzzy TOPSIS (Chen, 2000)[43]. The applied techniques were briefly described in the next sub-sections.

2.1. Fuzzy DEMATEL Technique

The term "DEMATEL" is an abbreviation of "The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory" which is first introduced to the literature from Battelle Memorial Institute in Geneva. The aim was to solve complex problems following a hierarchical structure. The technique is based on graph theory. The inter relations among factors are also modeled by using

pairwise comparisons and dividing the criteria set to cause and effect groups.

The DEMATEL technique is different from other decision analysis techniques in terms of its several capabilities such as priority determination of the involved factors according to relation type, inter-relations among criteria and the impact of each factor on another one. [42, 44, 45, 46].

Fuzzy DEMATEL technique was first applied by Lotfi A. Zadeh who is accepted as a father of the fuzzy mathematics. Fusing DEMATEL with Fuzzy sets may help to better describe and model the real world problems. The Fuzzy DEMATEL technique is briefly described as follow [42, 46, 47, 48];

A membership function for the Fuzzy set $\tilde{A}$ can be represented by triangular fuzzy numbers as (r, y, z) and written as,

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < r \\ \frac{x-r}{y-r}, & r \leq x \leq y \\ \frac{z-x}{z-y}, & y \leq x \leq z \\ 0, & x > z \end{cases}$$

Step 1. Definition of the criteria and deciding on Fuzzy Linguistic Scale:

The first step of the technique requires designing of the fuzzy linguistic scale that is necessary to convert pair wise comparison statements to triangular fuzzy numbers. The values shown in Table 1 can be used as a reference scale;

Table 1. Linguistic terms and corresponding linguistic values [42, 43, 49]

Linguistic Terms	Linguistic Values
No influence (0)	(0;0;0.25)
Little influence (1)	(0;0.25;0.50)
Low influence (2)	(0.25;0.50;0.75)
High influence (3)	(0.50;0.75;1)
Strongly influence (4)	(0.75;1;1)

Step 2. In this step, direct-relation matrix is obtained by using pair wise comparisons provided by experts' evaluations. This

$(n \times n)$ dimension matrix can be written as $\check{K} = [\check{K}_{ij}]_{n \times n}$ where $\check{K}_{ij}$ is the weight effect of the criterion "i" on criterion "j".

Step 3. The normalized fuzzy direct-relation matrix $\check{A} = [\check{a}_{ij}]_{n \times n}$ is computed according to Eq.1 and Eq.2 in this step.

$$\check{a}_{ij} = \frac{\check{K}_{ij}}{s} = \left(\frac{r_{ij}}{s}, \frac{y_{ij}}{s}, \frac{z_{ij}}{s} \right) \quad (1)$$

$$s = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n r_{ij} \right) \quad s = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n y_{ij} \right) \quad s = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n z_{ij} \right) \quad (2)$$

Step 4. Fuzzy total-relation matrix is defined as " $\check{T}$ " and can be separated to three sub-matrices (A_r, A_y, A_z) and written according to Eq.3 as follow,

$$\check{T} = \check{A} + \check{A}^2 + \check{A}^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \check{A}^i = \check{A} (I - \check{A})^{-1} \quad (3)$$

Where "I" an identity matrix and $\check{T} = [\check{t}_{ij}]_{n \times n}$ is total-relation matrix, $\check{t}_{ij} = (\check{t}_{ij,r}, \check{t}_{ij,y}, \check{t}_{ij,z})$ are the weights attributed by an expert for each criteria, this step is repeated for all sub-matrices separately and finally the results are combined in one matrix.

Step 5. Sending and receiving group criteria are defined in this step. Assuming, the sum of the row "i" is $\check{D}_i = \sum_{j=1}^n \check{t}_{ij}$ and sum of the column "j" is $\check{R}_j = \sum_{i=1}^n \check{t}_{ij}$. The component " $\check{D}_i$ " is direct and indirect sending function of criterion "i" on other criteria whereas " $\check{R}_j$ " is a receiving function. Therefore, $(\check{D} + \check{R})$ is the impact level of criterion "i" on both receiving and sending factors and $(\check{D} - \check{R})$ is the net effect of criterion "i" on the decision network. The value of $(\check{D} - \check{R})$ is used to decide if the criterion is sending or receiving considering the all involved criteria.

Step 6. Defuzzification processes has to be applied in order to obtain practical absolute values of the decision problem. There are many defuzzification techniques in literature. In this study arithmetic mean is used as shown in Eq.4 and Eq.5.

$$(\check{D}_i + \check{R}_i) = \frac{r+y+z}{3} \quad (4)$$

$$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i) = \frac{r+y+z}{3} \quad (5)$$

According to results of the defuzzification process, a threshold value should be decided and used to choose which criteria will be included in the cause and effect diagram.

Step 7. The final step is on calculating the criteria weights normalized between [0,1] by using Eq.6 and Eq.7.

$$w_i = \sqrt{[(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)]^2 + [(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)]^2} \quad (6)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (7)$$

2.2. Fuzzy TOPSIS Technique

The second technique used for ranking the alternatives of empty container accumulation problem of container ports selection is based on FuzzyTOPSIS methodology [43, 50, 51]. The FuzzyTOPSIS technique has a flexible structure that can deal with both quantitative and qualitative criteria loads. Different from classical TOPSIS, the fuzzy version of the technique is capable of converting verbal variables to the numbers to make a quantitative ranking of the alternatives. This technique was proved to be very successful in group decision making where the intercomparisons of the alternatives are necessary [37, 50, 51].

There are many techniques in literature that suggest using of TOPSIS method. In this study the Chen (2000)[43] triangular fuzzy numbers based on vertex range scaling was used. This technique is widely used to ranking the alternatives of fuzzy decision making problems. Application of the technique was explained below.

Fuzzy TOPSIS technique introduced by Chen (2000)[43] is followed in this study. This technique is applied in five steps [42, 50, 51].

Step 1. Fuzzy decision matrix is normalized to [0,1] interval by applying Eq.8 and Eq.9.

$$\tilde{D} = [\tilde{d}_{ij}]_{m \times n} \quad \text{and} \quad \tilde{a}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \quad (8)$$

$$\tilde{D} = [\tilde{d}_{ij}]_{m \times n} \quad \text{and} \quad \tilde{a}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad (9)$$

In Eq.8 and Eq.9, if "j" is the benefit criterion, then $c_j^+ = \max_i c_{ij}$; and if it is cost criterion then $a_j^- = \min_i a_{ij}$.

Step 2. As a second step, Criteria weights and normalized fuzzy decision matrix is multiplied to obtain the weighted fuzzy decision matrix as presented in Eq.10.

$$\tilde{K} = [\tilde{k}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2, \dots, m \quad j=1,2, \dots, n \quad \text{ise} \quad \tilde{k}_{ij} = \tilde{d}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad (10)$$

Step 3. This step involves calculating the distances, the distance from fuzzy positive ideal solution (A^+) of each criterion is (m_i^+) and from fuzzy negative ideal solution (A^-) is (m_i^-). Then, the positive and negative distances can be calculated as shown in Eq.11 and Eq.12.

$$m_i^+ = \sum_{j=1}^n m(\tilde{k}_{ij}, \tilde{k}_j^+) \quad i=1,2, \dots, m \quad (11)$$

$$m_i^- = \sum_{j=1}^n m(\tilde{k}_{ij}, \tilde{k}_j^-) \quad i=1,2, \dots, m \quad (12)$$

For the "benefit" criteria, A^+ and A^- are calculated by applying Eq.13 and Eq.14

$$A^+ = (k_1^+, k_2^+, \dots, k_n^+) \quad \text{and} \quad k_j^+ = (1, 1, 1), \quad (13)$$

$$A^- = (k_1^-, k_2^-, \dots, k_n^-) \quad \text{and} \quad k_j^- = (0, 0, 0), \quad (14)$$

For the "cost" criteria " A^+ " ve " A^- " are calculated as shown in Eq.15 and Eq.16

$$A^+ = (k_1^+, k_2^+, \dots, k_n^+) \quad \text{and} \quad k_j^+ = (0, 0, 0) \quad (15)$$

$$A^- = (k_1^-, k_2^-, \dots, k_n^-) \quad \text{and} \quad k_j^- = (1, 1, 1) \quad (16)$$

Step 4. At this step, proximity coefficient is calculated. The calculation of the coefficient " CC_i " is based on positive and negative distances among criteria and given in Eq.17.

$$CC_i = \frac{m_i^-}{m_i^+ + m_i^-}; \quad \text{where} \quad i=1,2, \dots, m \quad (17)$$

Step 5. Finally, ranking of the alternatives is carried out according to calculated

proximity coefficient beginning from the most effective one.

3. Case Study

Application of the case study on empty container accumulation problem was carried out in four stages. At first stage, criteria, alternatives, fuzzy number type, related fuzzy scales and pairwise comparison matrix results were obtained. Furthermore, the hypotheses on the solution of these problems were determined to identify the alternatives. In the second stage, expert group views were obtained and datasets that included paired comparison matrices were produced. And then third section involved with application of the proposed techniques and completion of calculations. Therefore, obtained data were analyzed with the proposed models and methods. Finally, fourth section, results of the study were analysed and suggestions

on labor turnover in seaport companies were made and included the interpretation of the analysis results and the findings and the presentation of the solution recommendations. The flow diagram of the study is depicted on Figure 1.

3.1. Determine Selection Criteria and Alternatives

In accordance with research model in this study, criteria were decided by reviewing the available literature on empty container accumulation problem. In order to determine the study criteria and alternatives, a detailed literature review (on scientific articles, reports and statistics, current information resources, theses, etc.) was conducted. It was decided that a further field study should be conducted to obtain applicable study results that are adequate to empty container accumulation problem due to the lack of a detailed study

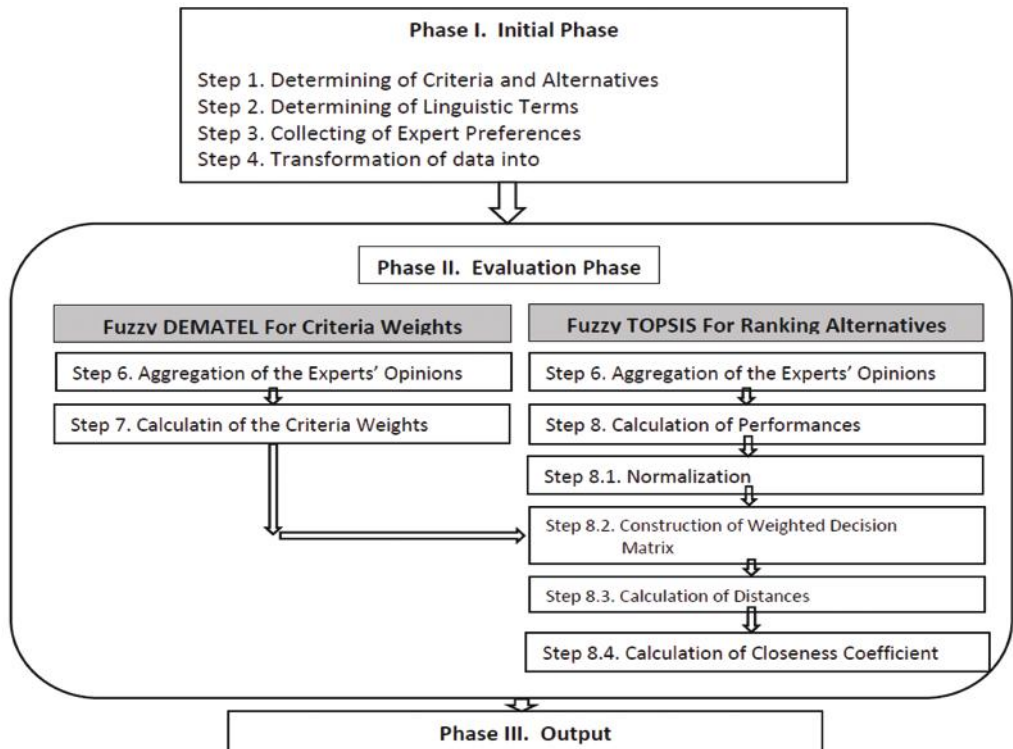


Figure 1. Flow Diagram of the Case Study

on the subject. The field study was carried out in two stages. In the first stage, a questionnaire that included open-ended and multiple-choice questions was applied to 37 seaport management officer managers who includes 17 port managers, 13 port operations chiefs and 7 port authorities, in different container ports of large cargo scale in Turkey. In the second stage of the field study, the views of the 24 faculty members in the maritime and logistic department who conducted several studies on the fields of transportation, maritime management and port management were obtained. Collection of data lasted about 3 months. Finally, in order to determine the related criteria and alternatives and 24 faculty members were interviewed. As a result, the large number of data and views obtained in the literature review and field study were organized and the criteria and alternatives presented in Figure 2.

3.2. Determination of Expert Group

A digital questionnaire was designed in order to carry out the pairwise comparisons

evaluations with corresponding expert group that included 17 individuals was selected to determine and evaluate the paired comparison matrices for the study data. The expert group consisted of 9 persons from port managers and 8 persons faculty members from the different maritime faculties departments which are focused on port management research area. Totally 17 experts' opinions were acquired for determining the most effective criteria and sort out the possible alternatives for the empty container accumulation problem in seaports.

3.3. Analysis

Electronic survey forms were designed in order to compare the data presented in Figure 2 and to obtain paired comparison matrices and presented for the scrutiny of the expert group. Each expert was properly completed the pairwise comparison matrix using the linguistic scale. As a step forward, the verbal replies were converted to the triangular fuzzy numbers by previously determined linguistic scale given in Table 1

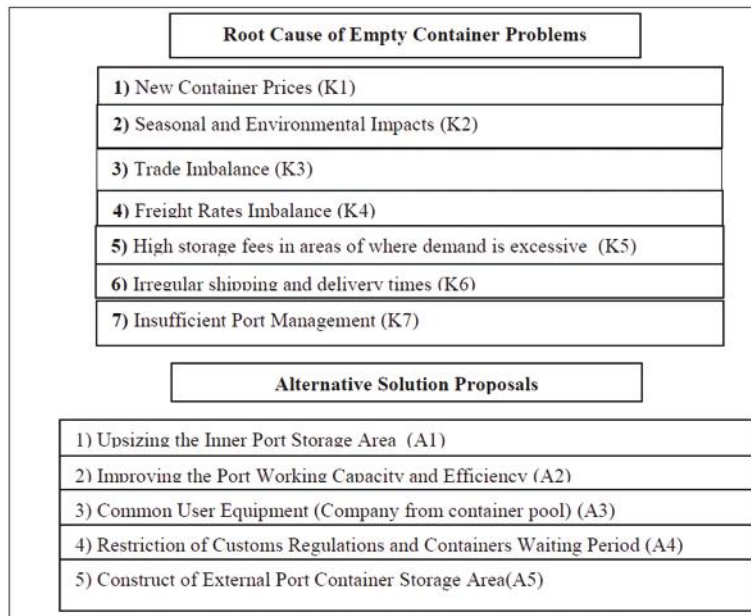


Figure 2. Criteria and Alternatives Determined for the Study.

and Table 2. MCDM literature was used to compile the necessary linguistic scales used in this study [43, 51]. Weighted average mean was used to combine all matrices in to a single matrix. Then, a common matrix was obtained by taking the arithmetic mean of 17 matrices in total and the normalized fuzzy direct correlation matrix was calculated with the Equations 1 and 2 and shown in Table 3.

Table 2. Linguistic Terms and Corresponding Linguistic Values for Alternatives [43, 42, 51]

Linguistic Terms	Fuzzy Numbers Values
Very Low influence	(0, 0, 3)
Low influence	(0, 2.5, 5)
Medium influence	(2.5, 5, 7.5)
High influence	(5, 7.5, 10)
Very High influence	(7, 10, 10)

Table 3. Normalized Fuzzy Direct Relation Matrix

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	0;0;0	0,03;0,08;0,11	0,09;0,11;0,14	0,20;0,19;0,18	0,06;0,09;0,12	0,03;0,08;0,11	0,09;0,09;0,12
K2	0,20;0,19;0,17	0;0;0	0,09;0,11;0,14	0;0;0,5	0,03;0,08;0,11	0;0,06;0,11	0,14;0,15;0,17
K3	0,23;0,21;0,18	0,26;0,23;0,18	0;0;0	0,14;0,15;0,17	0,26;0,23;0,18	0,14;0,15;0,17	0;0,04;0,08
K4	0,09;0,09;0,14	0,26;0,23;0,18	0,14;0,15;0,17	0;0;0	0,23;0,21;0,18	0,20;0,19;0,17	0,06;0,09;0,12
K5	0;0;0,5	0,20;0,19;0,17	0,26;0,23;0,18	0;0;0,06	0;0;0	0,14;0,15;0,17	0,03;0,08;0,11
K6	0,17;0,17;0,16	0;0;0	0,17;0,17;0,16	0,17;0,17;0,18	0,09;0,11;0,14	0;0;0	0,06;0,09;0,12
K7	0;0,06;0,09	0,20;0,19;0,18	0,09;0,11;0,14	0,23;0,21;0,18	0;0;0,5	0,09;0,11;0,14	0;0;0

Table 4. Sum of Influences Given and Received on Each Criterion

	$\check{D} + \check{R}$	$\check{D} - \check{R}$	$(\check{D}_i + \check{R}_j)$	$(\check{D}_i - \check{R}_j)$	w_i
K1	8,00; 10,02; 14,31	-0,21; -0,63; -0,28	8,45	-0,89	0,165
K2	3,62; 6,30; 11,12	0,43; 0,44; 0,24	12,34	-0,74	0,158
K3	9,60; 11,64; 15,60	-1,13; -0,77; -0,59	10,23	2,11	0,192
K4	5,58; 7,70; 12,30	2,80; 2,62; 2,00	11,29	0,87	0,175
K5	3,62; 6,30; 11,12	-1,76; -1,56; -1,16	9,67	-1,74	0,152
K6	6,69; 9,11; 14,18	0,43; 0,44; 0,24	9,13	1,12	0,184
K7	6,54; 9,09; 13,38	-1,13; -0,77; -0,59	8, 12	0,42	0,171

Normalized direct relation matrix fuzzy numbers (A_r, A_y, A_z) were joint by applying Eq.3 to compute the total fuzzy relation matrix " $\check{T}$ ". To decide on sending and receiving criteria weights, $(\check{D} + \check{R})$ and $(\check{D} - \check{R})$ values were calculated. As a step forward, defuzzification was achieved by applying Eq.4 and Eq.5. Finally, criteria weights were defined according to Eq.6 and Eq.7, the weights were shown in Table 4. A digraph showing causal relations is depicted in Figure 3.

According to Figure 3, factors affecting the empty container accumulation are trade imbalance, irregular logistic and delivery times, freight charge fluctuations and inadequate port management whereas affected factors are new container prices, seasonal and environmental conditions and high storage prices for empty containers.

In order to complete the ranking, the previously determined alternatives, Fuzzy TOPSIS technique was applied. Combined

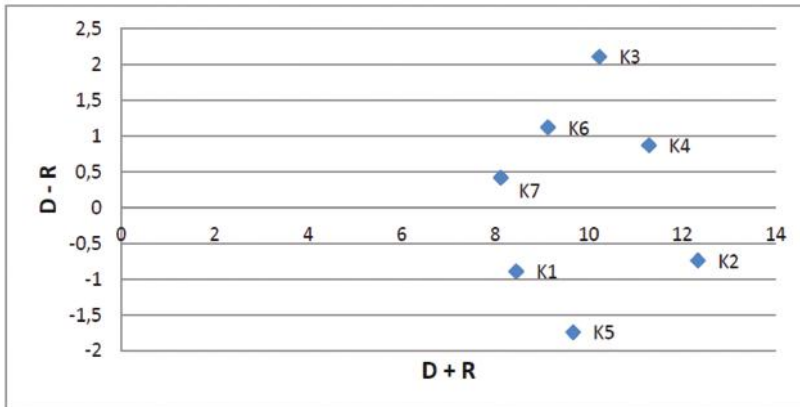


Figure 3. A Digraph Showing Causal Relations Among Criteria

Table 5. Normalized Fuzzy Decision Matrix.

	A1			A2			A3			A4			A5		
K1	0,737	0,643	0,444	0,259	0,526	0,357	0,842	0,786	0,667	0,067	0,017	0,159	0,046	0,027	0,056
K2	0,895	0,857	0,778	0,517	0,526	0,357	0,579	0,429	0,111	0,052	0,013	0,098	0,136	0,136	0,129
K3	0,579	0,429	0,111	0,690	0,579	0,429	0,789	0,714	0,556	0,075	0,042	0,105	0,076	0,076	0,076
K4	0,947	0,929	0,889	0,517	0,842	0,786	0,684	0,571	0,333	0,037	0,021	0,069	0,154	0,040	0,324
K5	0,684	0,571	0,333	0,345	0,789	0,714	0,842	0,786	0,667	0,103	0,099	0,110	0,025	0,000	0,086
K6	0,842	0,786	0,667	0,603	0,632	0,500	0,895	0,857	0,778	0,133	0,114	0,114	0,057	0,049	0,075
K7	0,895	0,857	0,778	0,259	0,737	0,643	0,947	0,929	0,889	0,193	0,158	0,171	0,062	0,016	0,123

decision matrix of expert opinions was calculated according to Eq.20 and Eq.21. Table 2. was used to convert linguistic values to triangular fuzzy numbers.

$$\tilde{c}_{ij} = (1/N) \otimes (\tilde{c}_{ij}^1 \oplus \tilde{c}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{c}_{ij}^N) \quad (20)$$

$$\tilde{d}_{ij} = (1/N) \otimes (\tilde{d}_{ij}^1 \oplus \tilde{d}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{d}_{ij}^N) \quad (21)$$

To obtain weighted decision matrix, normalized fuzzy decision matrix and criteria weights given in Table 4 must be multiplied by applying Eq.10.

Distances (m_i^+ ; m_i^-) from ideal positive (A^*) and ideal negative (A^-) solution for each alternative was computed according to Eq.11, Eq.12 and Eq.13 and the results were given in Table 6. and Table 7. The similarity of each alternative to ideal solution was defined by applying Eq.14, the results shown in Table 8.

Table 6. Total Distance of Each Alternative from A^* .

Alternatives	Total Distance
A1	4,387
A2	4,654
A3	4,257
A4	4,857
A5	4,562

Table 7. Total Distance of Each Alternative from A^- .

Alternatives	Total Distance
A1	2,603
A2	2,435
A3	2,687
A4	2,801
A5	2,731

Table 8. *The Ideal Solution to The Similarity of Each Alternative.*

Alternatives	Total distance
A1	0,319
A2	0,332
A3	0,375
A4	0,351
A5	0,364

4. Results and Discussion

Empty container accumulation problem has some negative impacts on international trade and logistic flow of the goods and services. This study pinpoints the cause and effects of empty container accumulation and suggests alternative solutions by following an analytical approach based on multicriteria decision making. As inferred from findings of the study, international trade imbalances, irregular logistics and delivery, freight charge fluctuations and inadequate port management are main factors causing accumulation of the empty containers.

According to Zhang et al. (2017) [8] the global trade fluctuations are the main causes of the accumulation problem of empty containers. The same study suggests that the problem can be solved by better policy of international trade management and establishing a shared container pool. Similarly, Akyüz and Lee (2016) [18] stated that empty container problem is one of the most complex problems facing the global maritime trade and may limit the international container transport logistics in future as there is no stable solution that widely acceptable for the problem. In order to avoid empty container accumulation, the international liner logistic which is mostly causing the problem should be more effective in repositioning and management their containers [4, 29]. Zheng, Sun and Gao (2015)[26] and Belayachi et al. (2017) [29] also suggested better management of the empty container problem by stressing its

importance in terms of international trade logistics.

In accordance with available literature and management of empty container problem recommendations, the current study suggests equipment sharing and establishing empty container pool among logistic companies can be an alternative solution to overcome the problem. Moreover, allocation of additional container storage areas inside and outside of the ports, automatized and enhanced custom services, increasing port handling capacity and productivity would be some other alternatives that can be followed by governing bodies or stakeholders related to empty container accumulation problem.

It can be very difficult and unrealistic to say that proposed alternatives can totally solve the empty container accumulation but raising the awareness among related figures may help to trigger of optimization process by focusing on the problem. Because, the current international trade flow seems to continue in near future. Technologic tools and multicriteria decision making can facilitate the problem by applying analytical techniques or simulations.

It is known that empty container is not only causing high logistic freight charges but also affecting the overall productivity of a port. Therefore, an empty container management plan for every container port is a necessity that can be used in emergency situations for transferring and storage of the empty containers.

Finally, the current study can potentially help to port authorities, port managers and logistic companies when they face with empty container problem as it serves an analytical approach based on fuzzy multicriteria decision making. It is believed that the proposed stepwise approach can be easily followed by related bodies and may guide to container port management strategies by providing a reliable approach to the maritime logistics community.

Therefore, it is proved that Fuzzy DEMATEL and Fuzzy TOPSIS methods can produce reliable solutions in problems that need to evaluate many criteria such as container ports management procedure. Finally, the container port management procedure for empty container accumulation problem is presented in detail to improve the available literature and provide a guide for the maritime logistic sector.

5. Conclusion

In the present study, multi-criteria decision-making methods were used to scrutinize the problems experienced by empty container accumulation problem in the maritime industry in Turkey and their alternative solutions. The objective as to provide decision makers with an ideal, flexible and uncomplicated analysis method using MCDM techniques. In conclusion, it is considered that analytic approaches based on MCDM methods in occupation oriented port management would contribute to an increase in productivity in the long term. Furthermore, the fact that the utilized techniques are effective, realistic and reliable would contribute to the literature by application to different problems in field that require expert opinion, similar to the present study, especially in the maritime industry. It is believed that, the maritime sector could benefit from the quantitative evaluations presented in the current study, which is kept as simple as possible to be understood and applied by all stakeholders involved in the sector. The proposed methodology can be also applied to some other major problems of the maritime sector due to its simplicity and quantification capability. It is considered that the present study would guide future studies by filling the gap in the literature.

References

- [1] Crainic, T.G. (1993). Dynamic and Stochastic Models for the Allocation of Empty Containers. *Operations Research*, 41, 102-126.
- [2] Lam, S.W., Lee, L.H. and Tang, L.C. (2007). An Approximate Dynamic Programming Approach for The Empty Container Allocation Problem. *Transportation Research Part C*, 15, 265-277.
- [3] Özdemir, Ü., Güneroğlu, A., Köse, S. and Demirel, F.B. (2015). A Survey of Empty Container Flow Balance in Turkish Ports. *Journal of Maritime and Marine Sciences*, 1, 12-23.
- [4] Moon, I. K., and Hong, H.J. (2016). Repositioning of Empty Containers Using both Standard and Foldable Containers. *Maritime Economics and Logistics*, 18, 61-77.
- [5] Esmer, S. (2009). Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli. Dokuz Eylül University, Social Sciences Institute, Phd Thesis İzmir, Turkey (in Turkish).
- [6] Özdemir, Ü. (2011). Türk Limanlarına Yönelik Boş Konteyner Sorunun Araştırılması. Msc Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon (in Turkish).
- [7] UNCTAD, (2015). Review of Maritime Transport 2015. United Nations Publication, New York and Geneva.
- [8] Zhang, S., Ruan, X., Xia, Y. and Feng, X. (2017). Foldable container in empty container repositioning in intermodal transportation network of Belt and Road Initiative: strengths and limitations. *Maritime Policy and Management*, Accessed February 2018: <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1400699>.
- [9] Song, D.P. and Carter, J. (2009). Empty Container Repositioning in Liner Shipping. *Maritime Policy & Management*, 36, 291-307.

-
- [10] Song, D. P. and Zhang, Q.A. (2010). A Fluid Flow Model for Empty Container Repositioning Policy with a Single Port and Stochastic Demand. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 48, 3623-3642.
- [11] Veenstra, A.W. (2005). Empty Container Repositioning: The Port of Rotterdam Case. *Managing Closed-Loop Supply Chains*, 3, 65-76.
- [12] Boile, M. (2006): "Empty Intermodal Container Management", Final Report, New Jersey Department of Transportation Bureau of Research and U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
- [13] Shintani, K., Imai, A., Nishimura, E. and Papadimitriou, S. (2007). The Container Shipping Network Design Problem with Empty Container Repositioning. *Transportation Research Part E*, 43, 39-59.
- [14] Bandeira, D.L. (2009). A DSS for Integrated Distribution of Empty and Full Containers. *Decision Support System*, 47, 383 – 397.
- [15] Kron, L. and Vrijens, G. (2010). Returnable Containers: An Example of Reverse Logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2, 56 - 68.
- [16] Koh, M.H. (2010): "The Present State of "Korean Security Deposit System on Empty Container" and Its Reform Measure". *ICLEM Logistics for Sustained Economic Development Conference*, October 2010, Chengdu - China, *Proceeding Book*, 205 –212.
- [17] Liu, C. (2010). Robust Optimization for Empty Container Allocation Problems Under Uncertainties. *Proceedings of the 8th World Congress on Intelligent Control and Antomation*, July, Jinan, China, *Proceeding Book*, 245 – 253.
- [18] Akyüz, M. H., and Lee, C.Y. (2016). Service Type Assignment and Container Routing with Transit Time Constraints and Empty Container Repositioning for Liner Shipping Service Networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 88, 46-71.
- [19] Chen, R., Dong, X.J. and Chung, Y.L. (2016): "Pricing and Competition in a Shipping Market with Waste Shipments and Empty Container Repositioning", *Transportation Research Part B: Methodological*, 85, 32-55.
- [20] Dejax, P. and Crainic, T.A. (1987). A review of Empty Flows and Fleet Management Models in Freight Transportation. *Transportation Science*, 21, 227-247.
- [21] Wang, R. (2004). The Study on Empty Containers Allocation in the Container Transportation. *Maritime Economics & Logistics*, 23, 104 – 112.
- [22] Julia, H., Chassiakos, A. and Ioannou, P. (2006). Port Dynamic Empty Container Reuse. *Transportation Research Part E*, 42, 43-60.
- [23] Wang, B. and Wang, Z. (2007). Research on the Optimization of Intermodal Empty Container Reposition of Land-Carriage. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 7, 29 – 33.
- [24] Song, D.P. (2007). Characterizing Optimal Empty Container Reposition Policy in Periodic-Review Shuttle Service Systems. *Journal of the Operational Research Society*, 58, 122 –133.
- [25] Francesco, M.D., Crainic, T.G. and Zuddas, P. (2009). The Effect of Multi-Scenario Policies on Empty Container Repositioning. *Transportation Research Part E*, 45, 758-770.
-

-
- [26] Zheng, J., Sun, Z. and Gao, Z. (2015). Empty container exchange among liner carriers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 83, 158-169.
 - [27] Olivoi, A. and Zuddasi, P. (2005). An Operational Model for Empty Container Management. *Maritime Economics & Logistics*, 7, 199-222.
 - [28] Mittal, N., Boile, M., Bavejac, A. and Theofanis, S. (2013). Determining Optimal Inland- Empty Container Depot Locations Under Stochastic Demand. *Research in Transportation Economics*, 42(1), 50-60.
 - [29] Belayachi, N., Gelareh, S., Yachba, K. and Bouamrane, K. (2017). The Logistic of Empty Containers' Return in The Liner-Shipping Network. *Transport and Telecommunication*, 18(3), 207-219.
 - [30] Song, D., P. and Dong, J.X. (2009). Container Fleet Sizing and Empty Repositioning in Liner Shipping Systems. *Transportation Research Part E*, 45, 860-877.
 - [31] Le-Griffin, H. D. and Griffin, M.T. (2010). Managing Empty Container Flows Through Short Sea Shipping and Regional Port Systems. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 2, 59 - 75.
 - [32] Huang, F.Y., Hu, K.J. and Yang, B. (2015). Liner Services Network Design and Fleet Deployment with Empty Container Repositioning", *Computers & Industrial Engineering*, 89, 116-124.
 - [33] Francesco, M.D. (2007). New Optimization Models for Empty Container Management. PhD Thesis, Università Degli Studi Di Cagliari, Gennaio.
 - [34] Esmer, S. and Oral, E.Z. (2008). Türkiye'de Konteyner Limanlarının Geleceği, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları, VII. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı. 27 - 30 May, 2:551-558 (in Turkish).
 - [35] Belmecheri, F. (2009). Modelling and Optimization of Empty Container Reuse: A Real Case. Study *IEEE*, 65, 118 - 127.
 - [36] Zhang, G. and Lu, J. (2002). An Integrated Group Decision-Making Method Dealing with Fuzzy Preferences for Alternatives and Individual Judgments for Selection Criteria. *Group Decision and Negotiation*, 12, 501-515.
 - [37] Jahanshahloo, G.R., Lotfi, F.H. and Izadikhah, M. (2006): "Extension of the TOPSIS Method for Decision Making Problems with Fuzzy Data", *Applied Mathematics and Computation*, 181, 1544-1551.
 - [38] Yang, T. and Hung, C.C. (2007). Multiple-Attribute Decision Making Methods for Plant Layout Design Problem. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(1), 126-137.
 - [39] Chao, L.S., and Lin, Y. (2011). Evaluating advanced quay cranes in container terminals. *Transportation Research Part E*, 47, 432-445.
 - [40] Awad, M.R., Nazmy, T and Ismael, I.A. (2013). Integrating Approach for Multi Criteria Decision Making (Case Study: Ranking for Bulk Carrier Shipbuilding Region). *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2 (10), 77-86.
 - [41] Özdemir, Ü. and Güneroğlu, A. (2015). Strategic Approach Model for Investigating the Cause of Maritime Accidents. *Promet Traffic & Transportation Research*, 27, 113-123.
 - [42] Özdemir, Ü. (2016). Investigation of Occupational Accidents Occurred in Ports by Using Fuzzy DEMATEL and Fuzzy TOPSIS Methods. *Journal of Eta Maritime Science* 4(3), 235-247.
 - [43] Chen, C.T. (2000). Extensions of The Topsis for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
-

- [44] Wu, W.W. and Lee, Y.T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32, 499–507.
- [45] Li, W. C. and G.H. (2009). Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximummean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductorintellectual property mall. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 9891-9898.
- [46] Bali, Ö., Tutun, S., Pala, A. and Çörekçi, C. (2014). A Mcdm Approach with Fuzzy Dematel and Fuzzy Topsis for 3 PL Provider Selection. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 32, 222-239.
- [47] Chang, B., Chang, W.C. and Wu, C.H. (2011). Fuzzy DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850–1858.
- [48] Shahraki, A.R. and Paghaleh, M.J. (2011). Ranking The Voice of Customer with Fuzzy DEMATEL and Fuzzy AHP. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(2), 363-375.
- [49] Chen. C.T., Torng, C.L. and Huang, S.F. (2005). A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management. *International Journal of Production Economies*, 38, 1-13.
- [50] Yang, ZL, Bonsall, S. and Wang, J. (2011). Approximate TOPSIS for vessel selection under uncertain environment. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14523–14534.
- [51] Özdemir, Ü. and Güneroğlu, A. (2018). Cargo Type Selection Procedure Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Techniques: "The Case of Dry Bulk Cargo Ships". *International Journal of Shipping and Transportation*, 10(3), 259-280.



Liman Kılavuzluk Hizmetlerinde Durumsal Farkındalık Analizi

Serkan KAHRAMAN¹, Yusuf ZORBA²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Türkiye

cptkahraman@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6941-1367>

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

Özet

Durumsal farkındalık, genel anlamda; hayatın her aşamasında etrafında neler olup bittiğinin farkında olup, algılanan bilgilerin o anda ve yakın geleceğe yansıtmak şeklinde tanımlanmaktadır. Çıkış alanı ilk olarak askeri havacılıkta olmuş, son 10 yıl içinde ise sivil havacılık, hava ve deniz trafik operatörleri, nükleer santraller, açık deniz sondaj çalışanları gibi operatör / kullanıcı temel merkezli; bilgisayar - yarı bilgisayar kaynaklı ve / veya amaca yönelik yardımcı sistemlerin kullanıldığı, karar vermenin ön planda olduğu alanlarda uygulanmıştır. Bu çalışmada, denizcilik endüstrisinin içinde bulunan liman kılavuzluk hizmetlerinde gemi kaptanları ve kılavuz kaptanların durumsal farkındalık analizi SAGAT yöntemiyle simülasyon ortamında analiz edilmeye çalışılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda durumsal farkındalık kavramının teknik seyir hizmetleri kalitesini arttıran öneriler de sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Durumsal Farkındalık, Kılavuzluk, Teknik Seyir Hizmetleri, SAGAT, Liman Manevrası.

Situational Awareness Analysis of Port Pilotage Services

Abstract

Situational Awareness (SA) is generally described as the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future. SA has emerged in the military aviation for improving safety and prevention of accidents. In the last decade, it was also used in user-focused areas like civil aviation sector, air and sea traffic operations, nuclear plant facilities, offshore oil platforms etc. In this study, maritime pilots and shipmasters situational awareness levels have been analyzed with the SAGAT method using bridge simulator system and the results have been obtained. The importance of the study is to examine the concept of situational awareness for port pilotage services, which is extremely important for the maritime safety. Some of the key findings are positive effects of experience on situational awareness and those who pay attention to factors such as speed and distance in maneuver possess highest situational awareness. In addition, some improvements are proposed in accordance with the conclusions of this study, to increase the quality of the techno nautical services used by pilots and masters.

Keywords: Situational Awareness, Marine Pilotage, Techno-Nautical Services, SAGAT, Port Maneuvering.

1. Bu makalenin araştırma konusu, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'ne yüksek lisans projesi olarak sunulmuş ve kabul edilmiştir.

To cite this article: Kahraman, S. and Zorba, Y. (2018). Liman Kılavuzluk Hizmetlerinde Durumsal Farkındalık Analizi. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(4), 333-347.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.48569>

1. Giriş

Denizcilik, ilk insandan bugüne keşifler, ticaret, savaşlar ve ulaştırma gibi birçok etkenle gelişmiş ve değişmiştir. Gemilerin dar su yolları, boğazlar, kanallardan geçmesi ve limanlara yanaşıp ayrılması ciddi bir operasyondur ve “gemi manevrası” olarak adlandırılmaktadır. Emniyet kavramının birincil seviyede olduğu gemi kullanma, gemiyi etkileyen tüm etmenlerin etkilerini, sonuçta gemiye istenilen hareketi yaptıracak bileşkeyi ortaya çıkaracak biçimde yönetmektir [1]. Kılavuzluk ise seyir esnasında akıntı, rüzgâr ve diğer etkenlerle tehlike ve yüksek risk içeren boğaz, geçit, kanal, körfez ve liman gibi su yollarında taşıtların emniyetle yol almasını sağlamak üzere bu tehlike ve riskleri tanıyıp ona göre davranma bilgi ve deneyimine sahip kişilerce verilen ve tavsiye niteliğindeki bir hizmettir. Geminin kılavuz kaptan eşliğindeki seyrine de **kılavuzlamak** denilmektedir [2].

Kılavuzluk hizmeti gemi trafiğinin yoğun olduğu tüm dar su yolları, boğazlar, liman yaklaşımları, yanaşma/kalkış ile özel kanallarda (Süveyş Kanalı, Panama Kanalı, Kiel vb.) öne çıkan bir hizmettir. Kılavuzluk hizmeti ülkelerin ulusal mevzuatına göre değişiklikler gösterse de uluslararası standarda sahiptir. Bu standartlar dışında gemi kaptanının veya kılavuz kaptanının, görevini ifa ederken gerekli bilgiyi alması, her an değişen şartlara göre karar vermesi, acil durumlara göre zincirleme planı olması gerekir.

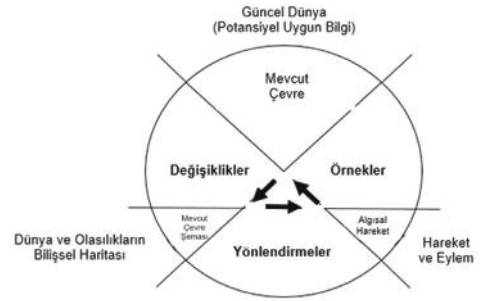
İlk ve en geniş olarak havacılık sektöründe yer alan durumsal farkındalık (DF) ise yinelenen durum değerlendirmelerinden elde edilen bilginin entegrasyonuna dayanan bilişsel bir aktivitedir [3]. Artan trafik, büyüyen gemiler ve dar su yollarında her türlü hava ve deniz koşullarındaki gemi manevraları için emniyetin kaçınılmaz olduğu ve gemi manevrasının doğru zamanda ve doğru

karar vermeye dayalı olması nedeniyle de DF, kılavuzluk ve emniyet ilişkisi bu çalışmada¹ ele alınmaktadır. Bu makale, Durumsal Farkındalık (DF) ile denizcilik-kılavuzluk için Türkçe kaynak olması bakımından önem arz etmektedir.

2. Durumsal Farkındalık Kavramı, Modelleri ve Ölçüm Teknikleri

Durumsal farkındalık (DF) ile ilgili olarak literatürde üç önemli tanım bulunmaktadır.

1. Algısal Döngü [4]: DF, belli bir çevre faktöründeki anlık bilgi üretimi ve belirlenen hedeflere ulaşmak için talep edilen davranıştır.



Şekil 1. Algısal Döngü

Kaynak: Smith ve Hancock, 1995:141'dan uyarlanmıştır.

2. Etkinlik Teorisi (Bedny and Meister, 1999): DF, bireyin içinde bulunduğu durumla ilgili dinamik yansıma bilincidir. Sadece geçmişi, şu anı ve geleceği yansıtmaya fırsatı sağlamakla kalmaz, o durumun potansiyel geleceğini de etkiler [5].

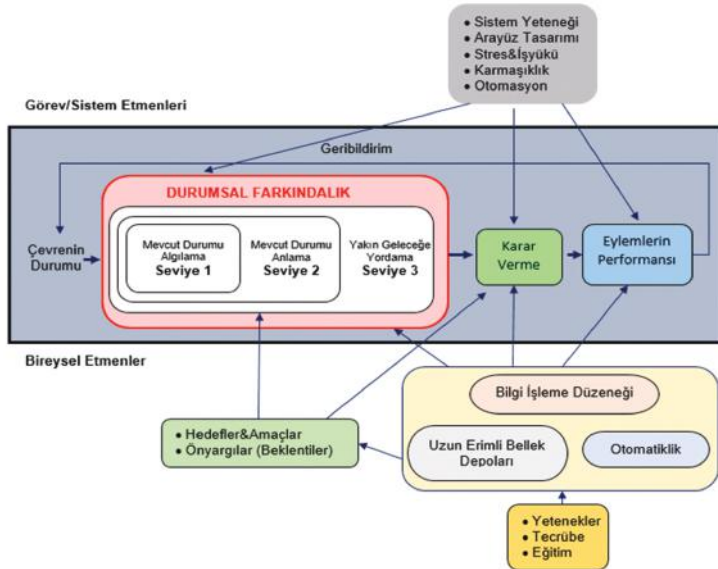
3. 3'lü Seviye - Endsley: DF, karar verme aktivitelerini yürütmek için gerekli bir zihin durumudur. Bu durum, çevresel elemanları algılamak, bu elemanların ne anlama geldiğini kavramak ve statülerini yakın geleceğe yansıtmaya işidir [6]. Karakteristiği ise algılama, anlama ve projeksiyon (yordama) olarak bilinir.

DF kavramı askeri havacılıkla kavramsallaşması ile birlikte günümüzde

kritik öneme sahip (operasyonel) işlerde özel hedef ve amaçlar için kullanılmaktadır [7]. Sürekli devam eden çevresel bilginin ayıklanarak, bilginin tutarlı bir zihinsel resim haline getirilip ön bilgi halinde bütünleşmesi sağlanarak gelecek algısının yönlendirilmesi ve gelecekteki olayları tahmin işlemidir (Dominguez'den aktaran [8]). Şekil 2'de gösterildiği üzere, Endsley [7] belirli bir zaman ve mekânda çevremizdeki unsurları algılayıp, anlamlarını kavrayıp, yakın geleceğe izdüşümünü yapıp, hedefe yönelik gelecekteki olayların önemini vurgulamaktadır [9].

algılanması): DF için ilk adım durumun özelliklerini ve özneteliklerini kavrayarak değişkenlerin dinamiğini anlamaktır. Her iş türü için DF gereksinimleri çok farklıdır. Bir insan yanlışlıkla ya da algılayamadığı için görevle veya amacıyla ilgili bilgiyi idrak edemeyebilir [7].

DF Seviye 2-Anlama (Mevcut durumu anlama): Ulaşılabilecek hedef ve amaçlarla ilgili veri ve ipuçlarını anlamaktır. Seviye 1'deki unsurların hedeflerle ilgili bilgilerle karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Bu yapılırken birçok bilgi parçacığının bütünleşmesi ve bilgi akışının önceliği



Şekil 2. Durumsal Farkındalık Dinamik Karar Verme Modeli

Kaynak: [6] Endsley, M.R., *Human Factors*, 1995a: 35'den uyarlanmıştır.

Şekil 2’de gösterildiği üzere DF dinamik bir sistemde insan aktivitesinin bilişsel modeli içinde gömülüdür. İki kişiden farklı sonuçların çıkması, insanların farklı yetenekleri, tecrübesi ve eğitiminin farklı olması ve görevlerdeki tepkilerinin sonucudur. Model, genel bilişsel süreçlere dayalı, birçok uygulama alanında geniş bir teorik yapı sunar [6].

Endsley'e [6] göre DF üç seviyedir;

DF Seviye 1-Algılama (Değişkenlerin

önemlidir. Bir şeyi okurken sadece kelimeleri okumak yerine yüksek derecede anlayarak okumak örnek gösterilebilir [7].

DF Seviye 3-Yansıtma (Gelecekteki durumu yansıtma): Hedef için gerekli elemanları ve ne anlama geldiklerini bilen kişinin geleceği tahmin yeteneğidir. Ancak gelecekteki durum yanlış öngörülebilir. Örnek olarak öndeki araçla aynı anda şerit değiştiren ve arkasında yoğun trafik varken sol şeritte yavaş giden sürücüler

gösterilebilir [7].

Zaman, zaman algısı ve olaylarla ilişkili dinamikler, DF'ı formalize etmede önemli bir rol oynar ve DF2 ile DF3 için çok önemli bir kavramdır [10]. Düşünmeden hareket, kararsızlık ve riskli davranışlar gibi bireysel özellikler, zayıf karar verme eğilimini artırır. Ancak uçak kazalarında yeterli DF'a rağmen zayıf karar vermenin sebep olduğu da tespit edilmiştir [11]. Literatürde yer alan DF tespit teknikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Durumsal Farkındalık Küresel Değerlendirme Tekniği (SAGAT-Situation Awareness Global Assessment Technique) ise 1980'li yıllarda Endsley'nin ortaya koyduğu, askeri havacılıkla başlayıp yaygınlaşan, güvenilirliği yüksek bir ölçümdür. Gerçekleşen olayla bireyin algıladığı durum karşılaştırılarak objektif bir ölçüm sunar [14]. SAGAT, uzmanlar

tarafından DF gereksinimleri incelenerek hazırlanmış senaryo temelinde simülâtörde ve simülasyonun rastlantısal olarak durdurulduğu, o anki çevreyle ilgili bireyin bilgisinin soru seti ile sorgulandığı bir tekniktir. Bu bilgi insan bilişsel sisteminin farklı seviyelerinden birine karşılık gelmektedir. Deneğin davranışını/ eylemlerini ve özünde DF'ı etkileyen sahip olduğu bilgi seviyesi yanında başka faktörler de mevcuttur [7].

Gereksinimler DF kavramında belirtildiği üzere üç ayrı seviyeye bölünmüştür. SAGAT, birinci seviyede verilerin algılanması, ikinci seviyede anlamlarının kavranması, üçüncü seviyede yakın geleceğe projeksiyon yapılmasıyla, sahip olunan doğru ve kapsamlı bilginin DF'ın doğru orantılı olduğu varsayımına dayanarak,

Tablo 1. Durumsal Farkındalık Ölçüm Teknikleri

Durumsal Farkındalık Ölçüm Tekniği	Teknik				Yazar / Kaynak
	Çevrimiçi	Çevrim Dışı	Öznel	Gözlemci	
SAGAT		X			Endsley (1995a)
SART		X	X		Taylor (1989)
SA-SWORD		X	X		Vidulich (1989)
SALSA		X			Haus ve Eyferth (2003)
SACRI		X			Hoog ve diğerleri (1995)
SARS		X	X		Waag ve Hauck (1994)
SPAM	X				Durso ve Dattel (2004)
SASHA	X	X			Jeannot ve diğerleri (2003)
SABARS	X			X	Neal, Griffin, Paterson and Bordia (1998)
MARS		X	X		Matthews ve diğerleri (2002)
CARS		X			McGuinness ve Foy (2000)
C-SAS	X	X	X	X	Dennehy (1997)
PSAQ		X	X		Matthews, Pleban, Endsley ve Strater (2000)
CAST	X			X	Gorman, Cooke & Winner (2006)
SAVANT	X				Willems and Heiney (2002)
SAPS	X				Deighton (1997) ve Jensen (1999)
QUASA	X				McGuinness (2004)

Kaynak: [12] ve [13]'ten uyarlanmıştır.

Tablo 2. SAGAT Özellikleri

Avantajları	Dezavantajları	Uygulama Esasları
-Genel DF belirlenmesi için kabul edilmiştir. -Geçmiş hatırlamadan kaçınılır -DF önyargısı minimumdur -İyi psikometrik kalite -Gerçek olayın içinde ve dinamik bir çevreye sahiptir -Takım DF'i için uygundur	-Senaryo içinde durdurulması -Senaryo hızı ve gerçek zamanlı akışı etkilenebilir	-DF için detaylı analiz ister -Görevle ilgili sorular kullanılır -Takım için çoklu bilgi gerekir -Dondurma 2-3 dakika sürmelidir -Dondurma zamanı öngörülebilir olmamalıdır -Dondurma, saha operasyonlarında sorunlu olabilir

Kaynak: [7]'den uyarlanmıştır.

operatörün sahip olduğu DF hakkında nesnel bir değerlendirmedir. Gerçek bir olay üzerine kurgulanan senaryo ve uygulanan simülasyon sonucunda SAGAT, davranışların, eylemlerin DF dışındaki faktörlerden etkilenebileceği, dolayısıyla ölçümün salt bilgi üzerinden yapılmasının uygun olacağı esasına dayanır [12-16]. Bilgi tabanlı ölçüm bakış açısıyla, SAGAT'ın DF gereksinim analizi, senaryo hazırlığı ve soruların belirlemesi bölümlerinde alan uzmanlarını kullanması, tekniğin hassaslığını da sağlamaktadır [12].

SAGAT yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlerin temelde bireysel ölçümler olduğu ancak grupların toplam skorlarına da bakılarak genel kabul görecektir kavramsal yaklaşımlar elde edilebilir [13].

Yapılan literatür araştırması sonucunda çıkış ve gelişmesi havacılık sektörüyle başlayıp (askeri havacılık, sivil havacılık, hava trafik operatörleri), nükleer enerji güç yönetim sistemleri, kontrol odası operatörleri, siber alanlar ve bilişim sektörü, kompleks sistemler, güvenlik yönetimi, sistem güvenliği, kimyasal tesisler, bilgi güvenliği, şoförler, otomasyon ve yarı otomatik tarım araçları operatörleri, sağlık sektörü (hasta bakımı ve hemşirelik), eğitim, endüstriyel operatörleri ve bilişsel alanlarda durumsal farkındalık çalışmaları tespit edilmiştir.

Deniz ulaştırması alanında DF uygulama alanları:

- Fransa'da son sınıfta okuyan denizcilik öğrencilerine yapılan gemi manevra

kabiliyetlerini geliştirmek için karar vermeyle bağlantılı durumsal farkındalık manevra eğitimi yapılmıştır [18].

- Tokyo Üniversitesi'nde yapılan araştırmada gemi geçiş esnasında gemi kullanıcıların daha önce SAGAT yöntemi kullanılarak yapılmış çalışma sonuçlarına göre durumsal farkındalığı artırıcı tespitler belirlenmiştir [17].
- Açık deniz sondaj çalışanları için yapılmış olan SAGAT temel prensibiyle "Work Situation Awareness-WSA bilişsel boşlukların neler olduğu amacıyla öz-bildirim ölçeği kullanılarak off-shore platformlarında çalışan 185 kişiye özel bir DF tekniği geliştirilerek ölçülmüştür [19].
- Yine açık deniz sondaj çalışanlarına Norveç'te 166 gemiadamına Endsley'in üçlü modeli esas alınarak ölçülmüş bir çalışma vardır [20].
- Denizcilik ve açık deniz sondaj endüstrisinde çalışan Dinamik Pozisyonlama (DP) operatörlerinin (kaptan-zabit) içinde olduğu 24 kaza araştırılarak DF ve karar verme ilişkisi tespit edilmeye çalışılmıştır [21].
- Diğer bir çalışmada, 39 geminin karıştığı 27 adet denizde çatışmanın "HFCS (Human Factor Analysis and Classification System) ile durumsal farkındalık, dikkat açığı ve iletişim eksikleri araştırılmıştır [22].
- Gemi trafik hizmetleri operatörü (VTS - Vessel Traffic Services) olması beklenen 134 Cadiz Denizcilik Okulu öğrencisini

değerlendirmek için yapılan SAGAT temelli "Situation Awareness Test for Vessel Traffic Services (SAT-VTS)" [23] yapıldığı görülmekle birlikte bunun dışındaki deniz ulaştırma alanlarında benzer çalışmalara rastlanılmamıştır. Dolayısıyla emniyet kavramının ulaştırma sektöründeki önemi göz önüne alındığında kılavuzluk gibi liman manevralarına ilişkin hizmetlerde de durumsal farkındalık kavramlarının ölçülmesinin önemi büyüktür.

3. Liman Kılavuzluk Hizmetleri ve Durumsal Farkındalık

Bir geminin kılavuzlanması dinamik bir iştir ve her seferinde değişen gemi tipi, rıhtım, hava, deniz ve görüş şartlarında yapılır. Tıpkı havacılıktaki gibi gemi manevrası da doğru zamanda ve doğru karar verme üzerine kurulmuştur. Gemi Kaptanı/Kılavuz Kaptan; geminin anlık hızını, pozisyonu, ana makine, dümen, baş/kıç iter ve diğer manevrayı etkileyecek teçhizatın arızasını fark edip algılayabilme, anlayabilme, durma/dönüş zaman ve mevkiini doğru öngörüp hem geminin tepkilerini hem de çevresinde neler olup bittiğiyle ilgili değişimleri yordamak zorundadır.

Son araştırmalarda, teknolojinin de gelişmesi ile yapılan ölçümlerle kişinin bilişsel düzeyinin önem kazandığı görülmektedir [6]. Mesleki bilgi ve tecrübenin yanında olaylara hâkim olmak, yaşanan ortamın şartlarını kavrayıp, bir sonraki adımı tüm bunlara göre yorumlayabilmek kişinin mesleki ve hatta sosyal yaşamını etkilemektedir.

Endsley'in üçlü modeline göre rutin bir yanaşma manevrasında yaşanabilecek DF aşamalarını; içinde bulunduğu hava ve deniz şartları bilgisine sahip kılavuz kaptanın manevra senaryosunu gemi kaptanına aktarması (DF Seviye 1); manevraya yardımcı römorkörlerle, yanaşma sırasında ve sonrasında gemiyi rıhtımda tutacak halatların bağlanmasına

yardımcı olan dok kaptanı ve palamar ile irtibata geçmesi (DF Seviye 2) manevra sırasında vereceği komutları bir sonraki anı değerlendirerek yapması (DF Seviye 3) şeklinde örneklemek mümkündür. Tüm bu olayların akışı sırasında acil durumlar haricinde kaptan/kılavuz kaptanın dikkatini dağıtacak, algısını etkileyecek dış etkiler çoktur. Telsiz konuşmaları, köprüüstündeki diğer ekip üyeleri, liman otoritelerinin uyarı ve soruları, römorkörün yaklaşımı ve bağlanması, yerel deniz trafiği, art arda yapılan manevralardaki zaman kaygısı bu duruma örnek olarak belirtilebilir.

4. Araştırmanın Konusu ve Amacı

Araştırmanın konusunu liman kılavuzluk hizmetlerinde emniyetli liman manevralarının DF çerçevesinde incelenmesi oluşturmaktadır. Araştırmanın temelini ise, çevresel faktörlerin gemi üzerindeki etkileriyle gelişen koşulları kullanıcının algılaması doğrultusunda DF'nin tespiti oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı ise DF kavramının liman kılavuzluk hizmetlerindeki önemini ortaya koymak, aktif çalışan kaptan ve kılavuz kaptanlar arasında DF seviyeleri açısından farklılık olup olmadığını ve varsa hangi açılardan DF farklılığı olduğunu tespit etmektir.

5. Araştırmanın Önemi

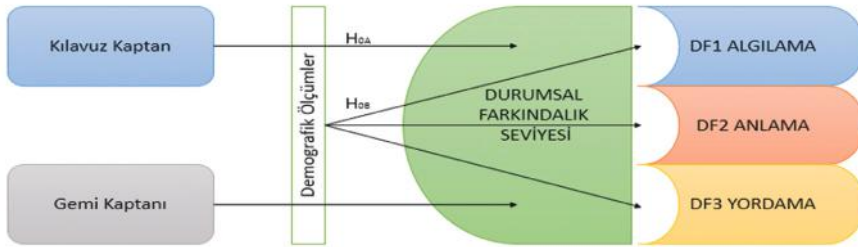
Yapılan literatür taramasında yukarıda da belirtildiği üzere açık deniz sondaj çalışanlarında, denizde meydana gelen çatışmalarda insan faktörü içindeki durumsal farkındalığın tespitinde, deniz trafik kontrolörlerinde ve DP Sistem kullanıcısı zabıtlarda yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Ancak doğrudan gemi kaptanları ve / veya liman kılavuz kaptanlarını içeren herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla emniyetli liman manevraları açısından kılavuz kaptanların ve gemi kaptanlarının durumsal farkındalıkları son derece önem arz etmektedir.

6. Araştırmanın Kısıtları

Araştırmada temel kısıt örneklemdir. Görev yapmakta olan tüm kılavuz kaptanlara ulaşılabilmesi, Türkiye’de çalışmakta olan Kılavuz Kaptanlar’ın neredeyse tamamının erkek olması, sadece Türk Kaptanlar için yapılmış olması gibi kısıtlar belirtilmelidir. Simülasyonun fiziksel koşullar açısından sınırlılıklar göstermesi de (rüzgârın hissedilememesi gibi), aynı anda hem sancak hem de iskele bordası gibi alanların gözle taranamaması, vb. bir kısıt olarak görülmüştür.

7. Araştırmanın Modeli

Araştırmanın modeli aşağıda Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. Araştırmanın Modeli

Çalışmanın temel hipotezleri ise; H_{0A} : Kılavuz kaptanların DF seviyesi ile gemi kaptanları DF seviyesi arasında fark yoktur. (H_{1A} : Kılavuz kaptanların DF seviyesi ile gemi kaptanları DF seviyesi arasında fark vardır.) H_{0B} : Kılavuz kaptanlar ile gemi kaptanlarının DF seviyeleri arasında demografik özelliklerine göre farklılık yoktur. (H_{1B} : Kılavuz kaptanlar ile gemi kaptanlarının DF seviyeleri arasında demografik özelliklerine göre farklılık vardır.) şeklindedir. Temel hipotezlere bağlı olarak Bölgede çalışan Kılavuz Kaptanlar ile diğer Kılavuz Kaptanlar ve gemi kaptanlarının DF seviyesi arasında fark vardır (H_{1A1}), 40 yaşın altında olanlar ile 40 yaşın üstünde olanlar arasında DF seviyesinde fark vardır (H_{2A1}), Deniz hayatı 10 yıl ve üstünde olanlar ile 10 yıl ve

altında olanlar arasında DF seviyelerinde fark vardır (H_{2A2}), Birden fazla ehliyete sahip Kılavuz Kaptanların DF seviyesi daha yüksektir (H_{2A3}) alt hipotezleri de değerlendirilmiştir.

8. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada literatürde de yaygın kabul gören Endsley’in üçlü DF modeli esas alınmış ve SAGAT yöntemi kullanılmıştır. SAGAT yönteminde deneklerin DF seviyelerinin ölçümü amacıyla gerçek gemi yerine NTPro 5000 Köprüüstü Simülatörü kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan simülasyon sistemi, DEÜ-BAP destekli 2013.KB.FE.001 numaralı “Liman Modelleme Simülatörü”dür. Simülasyon

yazılımı ise her türlü çevresel etkilerle manevraların gerçekçi ortamlarda test edilmesine olanak sağlamakta olan Transas Marine International AB, İsveç tarafından üretilmiş, DNV (Det Norske Veritas) tarafından 2012 Aralık ayında NTPro 5000 lisansı ile IMO/STCW sözleşmesi I/12 sayılı yönetmeliğe uygun A Sınıfı Simülatör olarak sertifikalandırılmıştır.

Simülasyon öncesinde form yardımıyla ön bilgilendirme yapılmıştır ve özellikle “bireyin mesleki, teknik yeteneklerini ve/veya özelliklerini ölçecek hiçbir değerlendirmesi yoktur ve olmayacaktır” bilgisine yer verilmiştir. Katılımcının görev tanımı DF bileşenleri bütününde;

Coğrafi DF: mevki, diğer gemiler, liman ve trafik durumu, acil durum demir yerleri, dönüş noktaları,



Şekil 4. NTPro 5000 Köprüüstü Simülâtörü

Konumsal/Geçici DF: Geminin teknik bilgileri (Pilot kartı, makine tipi, dümen tipi, baş pervane), rota, hız, öngörülen yanaşma yeri

Sistem DF: Sistem durumu, fonksiyonlar ve simülâtör kullanıcı ayarları

Çevresel DF: Rüzgâr, deniz, görüş ve beklenen durum bilgisi,

Taktiksel DF: Tanımlama, gemi tip, yetenekler, diğer gemilerin / römorkörlerin bölgesel dinamikleri senaryoya uygun şekilde açıklanmıştır.

Simülasyonun başlatılmasının ardından rasgele olarak simülasyon durdurulmuş, önce 1. Grup, en fazla 2 dakikalık durdurma süresinin ardından yeniden başlatılarak yine rasgele durdurularak 2. Grup sorular sorulmuştur. Verilerin elde edilmesine müteakip simülasyon deneyi tamamlanmıştır. SAGAT yöntemine uygun olarak 1. ve 2. grup sorular altışar adet olup her bir grup ikişer adet DF 1, 2 ve 3 soruları içermektedir.

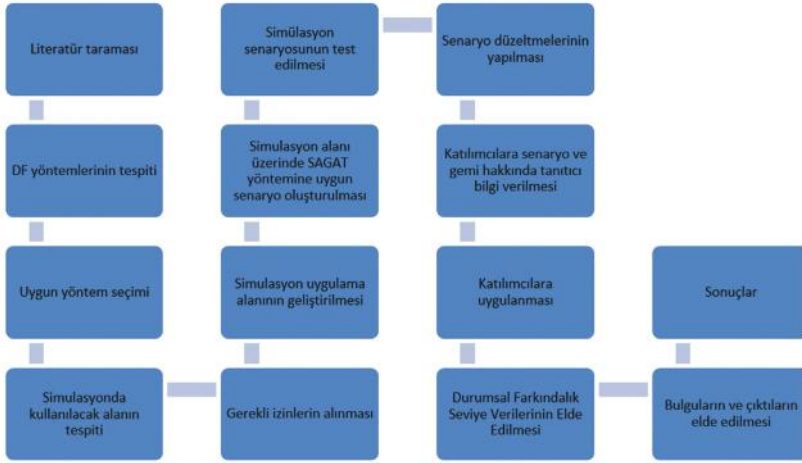
9. Araştırmının Süreci

Kullanılan yöntemler detaylı olarak araştırılmış ve Tablo 2'de de gösterildiği

üzere hem zaman hem de maliyet açılarından uygun olması nedenleri ile SAGAT yönteminde karar kılınmıştır. Bu doğrultuda yukarıda detayları belirtilmiş olan köprüüstü simülâtör sisteminde önce uygulama alanı simülasyonu hazırlanmış sonra da bu alan üzerinde kullanılacak senaryo geliştirilmiştir.

Senaryo hazırlanırken İzmir Limanı liman manevraları göz önünde tutularak Endsley'in üçlü modeli esasına uygun ve durumsal farkındalığın daha net belirlenmesini sağlayacağı tasarlanan Alsancak 20 No'lu rıhtıma yanaşma manevrası tercih edilmiştir. Bu manevrada yaklaşım, gemi tipi, hava şartları ve liman trafiği anlamında zorluk derecesi olarak orta zorlukta bir senaryo oluşturulmuştur.

Oluşturulan senaryoda katılımcıların mesleki bilgi ve becerileri ölçülmemiş ancak başarısız olarak değerlendirilen deneyler de SAGAT prensipleri gereği değerlendirmeye alınmamıştır. Senaryo deneylerinde katılımcıların Türkiye kıyılarında görev yapan kılavuz kaptanlardan ve gemilerde kaptanlık yapmış uzakyol yeterliliğine sahip kaptanlardan oluşması planlanmıştır.



Şekil 5. Araştırma Süreci

Senaryo hazırlandıktan sonra İzmir limanından 2015 Kasım ayında emekli olmuş iki kılavuz kaptana ve daha önce İzmir’de senaryoya uygun manevra yapmış bir uzakyol kaptanına denetilerle test edilmiştir. Testler sonrasında SAGAT yöntemine de uygun olarak geliştirilen ve soruları oluşturulan çalışma uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Bu aşamada, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Bilişsel Bilimler Bölümü’nde “Çalışma belleği, dikkat ve deneyimin pilot durumsal farkındalığı üzerinde etkileri” (Haziran 2011) adlı doktora tezini hazırlayanlar ile Ankara’da bir araya gelinerek uçak pilotlarına uyguladıkları SAGAT yöntemi, modellemesi ve ölçülmesi hakkında görüşme yapılmıştır. Ayrıca hazırlanan simülasyon senaryosu hakkında bilgi verilmiş uzman görüşü alınarak fikir alışverişinde bulunulmuştur.

SAGAT yönteminde kullanılacak soruların seçiminde ilk önce taslak sorular hazırlanmış ve sorular DF 1, 2 ve 3 seviyelerine göre sınıflandırılmıştır. Yine sorular belirlenirken katılımcının adaptasyonu ve motivasyonunu engelleyici olmaması ve gerçekleştirilen görevden katılımcıyı uzaklaştırmayacak şekilde cevaplara sahip olmasına özen gösterilmiştir.

Araştırmanın bu safhasında senaryo uygulamalarına başlanmış ve uygulamalar 9 Şubat 2016 tarihi ile 1 Mart 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Uygulamalara 3’ü test, 2’si kontrol grubu olarak katılanlarda dâhil olmak üzere toplam 35 kişi katılmış, 28’i DF değerlendirmesine alınmıştır.



Şekil 6. Simülasyonda İzmir Limanı Portolon ve Manevra Görüntüsü

Senaryo uygulamaları sonrası elde edilen bulgular hem SAGAT yöntemine uygun olarak matematiksel yöntemlerle hem de araştırma sorusu kapsamında SPSS 22 programı kullanılarak analiz edilmiştir.

10. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı verilerine göre Türkiye’de faal olarak çalışan toplam 388 Kılavuz Kaptan (Eylül 2016) ile Türk Siciline kayıtlı 3593 (son beş yılda

yeterlik belgesini yenileyen-Eylül 2016) Uzakyol Gemi Kaptanları oluşturmaktadır. Evrenin tamamına ulaşmak söz konusu olmadığından “amaçsal (kasti-kararsal) örneklem” metodu kullanılarak İzmir limanında görev yapmakta olan 9 kılavuz kaptana ilave olarak Türkiye’de değişik bölgelerde kılavuzluk yapmakta olan 9 kılavuz kaptan daha çalışmaya dâhil edilmiştir. Katılımcı sayısı, örneklem sayısı göz önüne alındığında bu tip bir araştırma için oldukça yeterlidir.

Amaçsal (Kasti-Kararsal) Örneklem, evrenin özellikleri hakkındaki bilgiye dayanılarak ve araştırma problemlerine cevap bulacağına inanılan kişilerden seçilen örneklemidir [15]. Araştırmacının evren hakkında bilgili olduğu durumlarda kullanılabilir ve araştırmanın amacına hizmet edecek kişileri seçmeyi tercih ederler [16].

Çalışmalara katılan 5(3+2) kişilik test ve kontrol grubu hariç 18 kılavuz kaptanın yanı sıra uzakyol kaptan yeterliliğine sahip 14 Kaptan’ın sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma öncesi tüm katılımcılara “Gönüllü Katılım Formu” doldurtularak izinleri alınmıştır. Çalışmaya katılan uzakyol kaptanlarından 2 kişinin senaryoyu tamamlayamadığı için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kaptan sayısı belirlenirken hem İzmir Kılavuz Kaptanlarının sayısı [9] hem de diğer bölgelerden gelen Kılavuz Kaptanların sayısı göz önüne alınmıştır. Diğer bölgelerden gelen kılavuz kaptanlar ise Çanakkale Boğazı (1), İstanbul Boğazı (1), İzmit Körfezi Dekeş (1), Ceyhan Botaş (1), Nemrut Liman Uzmar (1), Aliğa

Petkim (2), Aliğa Tüpraş (1) ve Çeşme (1) Kılavuz kaptanı olmak üzere toplam 9 Kılavuz Kaptandır.

11. Bulgular ve Değerlendirme

Hazırlanmış olan 12 soru senaryo uygulamasında katılımcılara yönlendirilerek cevaplar toplanmış, yanıtlara bağlı olarak DF seviyesi ölçülmüştür. Katılımcıların DF seviyelerine ilişkin tespitlerin standartlaştırılabilmesi amacıyla cevaplarla simülasyon verileri hazırlanan Excel dosyası yardımıyla çözümlenmiştir. Katılımcılara ait elde edilen DF değerleri Şekil 6’da verilmiş olup bu değerler ayrıca SPSS programında bireylerin demografik verileriyle de karşılaştırılmıştır. Bu veriler yaş, mezuniyet, toplam deniz hayatı (kariyer), kaptanlık tecrübesi, kılavuz kaptanlık süresi ve sahip olduğu ehliyet sayısı şeklindedir.

Katılımcıların DF değerleri Şekil 7’de belirtilmiş olup 11., 29. ve 30. katılımcı verileri yukarıda açıklandığı üzere değerlendirmeye alınmamıştır. Araştırmaya katılanların DF seviyeleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve buna göre DF1, DF2 ve DF3 değerleri tespit edilmiştir. Tablo 3’te görüleceği üzere DF2 seviyesi ile DF3 arasında 0,05 anlamlılık seviyesinde 0,516 değerinde ilişki olduğu görülmektedir. Bir başka ifade ile DF2 ve DF3 seviyeleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Daha açık bir ifade ile anlama seviyesi yüksek olanların projeksiyon seviyesi de yüksektir.



Şekil 7. Katılımcı Toplam DF Değerleri

Tablo 3. Katılımcıların Durumsal Farkındalık Seviyeleri Arasındaki Korelasyonlar

		DF1	DF2	DF3
DF1	Pearson korelasyonu	1	,036	,170
	Anlamlılık çift-kuyruk		,854	,388
DF2	Pearson korelasyonu	,036	1	,516**
	Anlamlılık çift-kuyruk	,854		,005
DF3	Pearson korelasyonu	,170	,516**	1
	Anlamlılık çift-kuyruk	,388	,005	

a. Katılımcıların 14'ünün 40 yaşın altında diğer 14 kişinin 40 yaş üstü olduğu görülerek dağılımın yarı yarıya olduğu görülmüştür. Bu dağılıma göre en geç katılımcının 32 yaşında ve en yaşlı katılımcının ise 64 yaşında olduğu, katılımcıların deniz hayatının en az 7 yıl olduğu, 10 yıl ve üstü deniz hayatına sahip katılımcıların % 78,7 olduğu, katılımcıların daha çok 4 ve 5 yıllık kaptanlık tecrübesine sahip olduğu, mesleğe yeni başlayanların yanı sıra, meslekte 25 yılını tamamlayan kılavuz kaptanlar da olduğu ve 6 bölgeye ait ehliyeteye sahip % 28,6'lık oranla 8 kişi olduğu tespit edilmiştir.

b. H_{1A} hipotezine yönelik “Bağımsız değişkenli t-testi”ne göre %95 seviyesinde anlamlılık aranmış ve Kılavuz Kaptanlar ile Gemi Kaptanları arasında anlamlı seviyede DF farkı olmadığı (anlamlılık > 0,05), buna bağlı olarak H_{1A1} : Bölgede çalışan Kılavuz Kaptanlar ile diğer Kılavuz Kaptanlar ve gemi kaptanlarının DF seviyesi arasında fark vardır “hipotezi için de anlamlı bir fark bulunmadığı (anlamlılık > 0,05),

c. H_{0B} : Kılavuz kaptanlar ile gemi kaptanlarının DF seviyeleri arasında demografik özelliklerine göre farklılık olmadığı (anlamlılık>0,05),

d. Benzer şekilde (H_{2A1}) 40 yaşın altında olanlar ile 40 yaşın üstünde olanlar arasında DF seviyesinde fark vardır alt hipotezinin de reddedildiği (anlamlılık > 0,05),

e. “ H_{2A2} : Kılavuz Kaptan ve gemi kaptanlarının deniz hayatı 10 yıl ve üstünde olanlar ile altında olanlar arasında DF seviyelerinde fark vardır” alt hipotezinin desteklendiği ve beş başlık için anlamlı farklılık olduğu (anlamlılık 0,038<0,05),

Tablo 4. 10 Yıllık Hizmet Süresine Göre DF Seviyesi “Bağımsız değişkenli t-test” Sonuçları

		Ortalama	F	T	Anlamlılık Çiftkuyruk
DF	10 yıl <	2.175400	1,520	2,182	,038
	10 yıl >	1.573806		1,967	,069

f. “ H_{2A3} : Kılavuz Kaptanlardan birden fazla ehliyeteye sahip olanların DF seviyesi daha yüksektir” için ise rüzgar yönünü fark etme ve ekipman arızasını fark etme alt başlıklarında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Tablo 5’te görüleceği üzere rüzgâr yönü farkındalığının anlamlılık değeri 0,019 ve rüzgâr yönü değişim farkındalığının anlamlılık değeri 0,013 olmuştur.

Tablo 5. Kılavuz Ehliyet Sayısına Göre DF Seviyesi “Bağımsız Değişkenli T-Test” Sonuçları

		Ortalama	F	T	Anlamlılık Çiftkuyruk
RÜZGÂR YÖNÜ	Tek ehliyet	1,000000	40,000	1,405	,179
	Birden fazla	,642857		2,687	,019
EKİPMAN	Tek ehliyet	,000000	16,211	-1,494	,155
	Birden fazla	,160714		-2,857	,013

Katılımcılara ait DF sonuçları için birbirleri arasında korelasyon sonuçları da araştırılmıştır. Buna göre Tablo 6'da görüleceği üzere; helikopter geçişinin farkındalığı ile rüzgâr farkındalığı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki (Pearson: 0,442 Sig:0,19), Pozisyon farkındalığı ile Rüzgâr farkındalığı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki (Pearson: 0,399 Sig:0,35) ve Rüzgâr değişimi farkındalığı ile mesafe farkındalığı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki (Pearson: 0,469 Sig:0,12) tespit edilmiştir.

• Katılımcıların deniz hayatı 10 yıl ve üstünde olan 18 kişi ile deniz hayatı 10 yıl ve altı olan 10 kişi arasında DF2 (anlama) seviyesinde beş ayrı kriter için anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Tecrübenin durumsal farkındalık açısından önemli bir faktör olduğu literatüre uygun olarak bu çalışmada da desteklenmiştir. Birden fazla bölgeye ait kılavuzluk ehliyetine sahip olanların DF seviyelerinin daha yüksek olduğu bunun nedeninin de farklı bölgelerdeki değişik etkileri algılama ve anlama konusunda tecrübeye sahip

Tablo 6. Katılımcılara Ait Çıkan DF Sonuçlarının Diğerleri ile Korelasyonu

	Helikopter	Pozisyon	Mesafe
Rüzgâr farkındalığı			
Pearson korelasyonu	0,442	0,399	
Anlamlılık çift-kuyruk	0,19	0,35	
Rüzgâr yönü değişim farkındalığı			
Pearson korelasyonu			0,469
Anlamlılık çift-kuyruk			0,12

Sonuç ve Tartışma

Gemi kaptanları ve kılavuz kaptanların durumsal farkındalığı SAGAT yöntemi kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

• Gemi kaptanları ile kılavuz kaptanlar arasında DF düzeylerinde bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Amacın emniyetli manevra olması iki görev grubunu da ortak paydada buluşturmaktadır. Katılımcılardan en yaşlı ve en geç arasında bir farklılık tespit edilmemiş ve çıkan sonucun da bu öngörüyle desteklediği görülmüştür. İzmir Limanı kılavuz kaptanı olarak çalışanlar (9 kişi) ile gemi kaptanı ve diğer bölge kılavuzları (10+9 toplam 19 kişi) arasında DF düzeylerinde anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Aynı bölgede sürekli çalışan kılavuz kaptanların diğer bölgedeki kılavuz kaptanlar ile ve kılavuz kaptanlık yapmayan gemi kaptanları arasında DF farklılığı olmaması dikkat çekici bir sonuçtur.

olmaları olarak yorumlanmıştır.

• Farkındalık türleri arasında yapılan korelasyonda DF2 yüksek olanların DF3 seviyelerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Bu da literatürdeki çalışmalarla benzerdir. Dolayısıyla toplam DF seviyelerinin arasında yapılan ilişkiye göre DF temel yaklaşımı gereği algılama ve anlama seviyesi yüksek olanların yordama seviyesi yüksektir. DF dinamik karar verme modülüne göre bir sistemde insan aktivitesinin bilişsel modeli içinde gömülü olması nedeniyle durumsal farkındalığın bireysel bir özellik olduğu yukarıdaki sonuçlarla da desteklenmiştir.

• Deniz ulaştırılması alanında Fransa'da beşinci sınıfta okuyan denizcilik öğrencilerine yapılan gemi manevra kabiliyetlerini geliştirmek için karar veremeye bağlantılı durumsal farkındalık manevra eğitimi yapılmıştır [18]. Tokyo Üniversitesi'nde yapılan araştırmada gemi geçiş esnasında gemi kullanıcıların daha önce SAGAT yöntemi kullanılarak yapılmış

çalışma sonuçlarına göre durumsal farkındalığı arttırıcı tespitler belirlenmiştir. [17] Açık deniz sondaj çalışanları için WSA (Work Situation Awareness) tekniğiyle yapılan çalışma sonucunda [19] yüksek stres ve yorgunluğun durumsal farkındalığı düşük seviyelere indirdiği dolayısıyla emniyetli olmayan çalışma davranışları ve kaza riskini arttırdığı tespit edilmiştir. Açık deniz sondaj çalışanlarına Norveç'te 166 gemiadamına Endsley'in üçlü modeli esas alınarak ölçülmüş bir çalışmanın [20] sonucunda durumsal farkındalığı etkileyen faktörlerin on üç maddelik bir envanteri çıkarılmış, DF'nin kişisel bir bilişsel özellik olduğu ve çalışma sırasındaki durumsal farkındalığın stres, yorgunluk ve uyku kalitesiyle ilişkili olduğu görülmüştür. Denizcilik ve açık deniz sondaj endüstrisinde çalışan Dinamik Pozisyonlama (DP) operatörlerinin (kaptan-zabit) DF ve karar verme ilişkisi için yapılan çalışmada [21]; doğru karar vermek için DF'nin gerekli olduğu ancak herhangi bir acil durum nedeniyle operatörlerin dikkat kaynaklarının ve bilgi toplama yerlerinin farklılaşmasıyla farkındalık sıralamasının değiştiği ve kazayı önleme adına prosedür dışına çıkıldığı anlaşılmıştır. 39 geminin karıştığı 27 adet denizde çatışmanın "HFCS (Human Factor Analysis and Classification System) ile, durumsal farkındalık, dikkat açığı ve iletişim eksikleri araştırılmış [22], emniyetli olmayan eylemlerin %85'inin yanlış karar vermeye bağlı olduğu, durumsal farkındalığı kaybetmedeki faktörler belirlenmiş ve bunların etkisiz gözcülük, köprüüstü kaynak yönetimi zayıflığı, eksik haberleşme ve iletişim, yetersiz liderlik ve yanlış bilgilerin alınması gibi sonuçlar çıkmıştır. Gemi trafik hizmetleri operatörü olmak isteyenler SAGAT temelli "Situation Awareness Test for Vessel Traffic Services (SAT-VTS)" [23] çalışmanın sonucunda denizcilik emniyeti için gerekli olan "Gemi Trafik Hizmetleri-Durumsal Farkındalık" ilişkisi belirlenmiştir.

Bu çalışmada da deniz ulaştırması sektöründe yapılmış olan diğer çalışmalar ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Kılavuz kaptanların her zaman aynı bölgede farklı gemilerle ve farklı meteorolojik şartlarda daha çok manevra yapmasının farkındalık seviyelerinin gemi kaptanlarına göre daha yüksek olması beklenirken, literatürde belirtildiği üzere Endsley (1995a) DF dinamik karar verme modülüne göre bir sistemde insan aktivitesinin bilişsel modeli içinde gömülü olması nedeniyle durumsal farkındalığın bireysel bir özellik olduğu yukarıdaki sonuçlarla da desteklenmiştir. Her iki görevde olanların DF ölçümü için gemi kullanıcı olarak kabul edilmesi gerektiği ve ortalama aynı tepkileri verdiği görülmüştür. Bununla birlikte kılavuz kaptanların da mesleki altyapı sebebiyle daha önce gemi kaptanlığı yapmış olması da bir etken olabilir. Gemi manevrasını etkileyen sert hava şartlarının ister gemi kaptanı olsun ister kılavuz kaptan olsun dikkat seviyesini, yaklaşımını ve stres yükünü etkilediği görülmüştür. Etkin bilgi akışının sağlanması halinde çabuk ve kolay karar verildiği, doğru adaptasyon ve anlama ile emniyetli yanasma manevrası hedefiyle yola çıkan gemi kullanıcısının başarılı şekilde manevrayı tamamlamıştır.

- Kılavuzluk hizmetlerinde DF dikkate alınması, ölçülmesi, değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve belirli aralıklarla yeniden test edilmesi gereken önemli bir faktör olduğu anlaşılmış olup, denizcilik şirketleri için gemi kaptanlarına ve aynı zamanda kılavuzluk teşkilatlarının kılavuz kaptanlara ilk işe alımında ve meslek içi eğitimlerinde "DF testi" yapılmasında fayda olacağı değerlendirilmesi de yapılmıştır.

Gelecekte bu çalışmanın daha çok katılımcı ile ve/veya diğer ölçüm teknikleri (SPAM, SART vb.) ile karşılaştırılması, benzer bir çalışmanın farklı liman veya bölgede tekrarlanması bilimsel açıdan önemlidir. Rutin seyirlerde, boğaz-kanal geçişlerinde, gemi kaptanlarına ve zabıtlere

yönelik DF tespiti için ölçümler yapılarak, denizcilik alanında DF'yi en çok etkileyen faktörler araştırılabilir. Ayrıca, römorkör kaptanları için yaklaşımlar planlanabilir. Özellikle insansız (un-manned) makineye sahip otomasyon temelli gemilerde başmühendis ve makine zabıtları için de DF araştırılabilir.

Kaynaklar

- [1] Erol, A. (1987). Gemi Kullanma. İstanbul: Güryay Matbaacılık Tic.Ltd. Şti.
- [2] Koraltürk, M. (2004). Türkiye'de Kılavuz Kaptanlığın Tarihi. İstanbul: Türk Kılavuz Kaptanlar Derneği.
- [3] Sarter, N:B, Woods, D.D. (1991). Situation Awareness: A critical but III-Defined Phenomenon. The International Journal of Aviation Psychology. 1(1): 45-57.
- [4] Smith, K., Hancock, P.A. (1995). Situation Awareness is adaptive, externally directed consciousness. Human Factors.(ss.137-148).
- [5] Panteli, M ve Kirschen, D.S. (2015). Situation awareness in power systems: Theory, challenges and applications. Electric Power Systems Research. 122: 140-151.
- [6] Endsley M.R. (1995a) Toward a theory of situational awareness in dynamic systems. Human Factors (32-64). Lubbock: Human Factors and Ergonomics Society.
- [7] Endsley, M.R., Jones,D.G. (2004). Designing for Situation Awareness An Approach to User-Centered Design. Florida: Taylor&Francis.
- [8] Salmon, P.M., Stanton, N:A., Walker, G.H., Jenkins D., Ladva, D., Rafferty, L., Young, M. (2009) Measuring Situation Awareness in complex systems: Comparison of measures study. International Journal of Industrial Ergonomics. 39:490-500.
- [9] Durso, F.T, Hackworth, C.A., Truitt,T.R., Crutchfield, J., Nikolic, D. (1999). Situation Awareness As a Predictor of Performance in En Route Air Traffic Controllers. Oklahoma: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration.
- [10] Endsley, M.R. (2000a) Theoretical Underpinnings Of Situation Awareness: A Critical Review (ss.1-15). NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [11] Endsley, M.R. (1995c). A taxonomy of situation awareness errors. Human Factors in Aviation Operations (pp. 287-292). Aldershot: Avebury Aviation, Ashgate Publishing Ltd.
- [12] Çak, S. (2006) Durumsal farkındalık ölçüm teknikleri. Savunma Teknolojileri Mühendislik A.Ş. (1-12). Ankara.
- [13] Salmon, P.M., Stanton, N.A., Walker, G.H.ve Jenkins D.P. (2009). Distributed Situation Awareness. Surrey:Mpg Book.
- [14] Endsley, M.R. (1988) Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT). Aerospace and Electronics Conference (ss 789-795). Dayton: NAECON.
- [15] Altunışık, R., Çoşkun, R., Yıldırım, E. ve Bayraktaroğlu, S. (2010). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. Sakarya: Sakarya Kitabevi.
- [16] Özen, Y. ve Gül, A. (2007). Sosyal Ve Eğitim Bilimleri Araştırmalarında Evren-Örneklem Sorunu. A.Ü. Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi. 15:394-422.
- [17] Nishizaki, C., Takemoto T ve Kunieda Y. (2017). The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation 11:295-300.
- [18] Chauvin, C., Clostermann, J. ve Hoc, J.M. (2009) Impact of training programs on decision-making and situation awareness of trainee watch officers. Safety Science. 47:1222-1231.
- [19] Sneddon, A., Mearns, K., Flin, R. (2013).

- Stress, fatigue, situation awareness and safety in offshore drilling crews. *Safety Science*. 56:80–88.
- [20] Sætrevik, B. (2013). Developing a context-general self-report approach to measure three-level situation awareness. *International Maritime Health*. 64(2): 66-71.
- [21] Øvergård, K.I., Sørensen, L.J., Martinsen, T.J., Nazir, S. (2014). Characteristics of Dynamic Positioning Operators' Situation Awareness and Decision Making during Critical Incidents in Maritime Operations. *Applied Human Factors and Ergonomics* (ss.1-12).
- [22] Chauvin, C, Lardjane, S., Morel, G., Clostermann, J., Langard, B. (2013). Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS. *Accident Analysis and Prevention*. 59:26–37.
- [23] Cerdón, J.R., Olivier, P.R., Sedeño, M.A.G., Martín, J.W. (2014). Design and validation of a screening test for vessel traffic services operators based on situational awareness assessment. *Journal of Work and Organizational Psychology*. 30: 83-93.
- SASHA: Situation Awareness for Solutions for Human
- SABARS: Situation Awareness Behaviourally Anchored Rating Scale
- MARS: Mission Awareness Rating Scale
- CARS: Crew Awareness Rating Scale
- C-SAS: Cranfield Situation Awareness Scale
- PSAQ: Participant Situation Awareness Questionnaire
- CAST: Co-ordinated Awareness of Situations by Teams
- SAVANT: Situation Awareness Verification Analysis Tool
- SAPS: Situation Awareness Probes
- QUASA: Quantitative Assessment of Situation Awareness

Kısaltmalar

- SAGAT: Situational Awareness Global Assessment Technique
- SART: Situation Awareness Rating Technique
- SA-SWORD: SA Subjective Workload Dominance Metric
- SALSA: Situation awareness of en-route air traffic controllers in the context of automation
- SACRI: Situation Awareness Control Room Inventory
- SARS: Situation Awareness Rating Scale
- SPAM: Situation-Present Assessment Method

This Page Intentionally Left Blank



Gemi Adamlarının İş Tatmini, Görev ve Bağlamsal Performansları Arasındaki İlişkiler

Murat YORULMAZ

Yalova Üniversitesi, Yalova Meslek Yüksekokulu, Deniz Ulaştırma ve İşletme Programı, Türkiye
myorulmaz@yalova.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5736-9146>

Özet

Bu çalışmanın temel amacı, gemi adamlarının iş tatmininin, iş performansının boyutları olan görev ve bağlamsal performans üzerindeki etkisini ortaya çıkartmaktır. Ayrıca, gemi adamlarının görev ve bağlamsal performans düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığı belirlemek çalışmanın diğer bir amacıdır. Çalışmanın amaçları doğrultusunda, tankerlerde çalışan 416 gemi adamından anket yöntemiyle elde edilen veriler, SPSS 21 ve AMOS 21 istatistiksel paket programlarının yardımıyla analiz edilmiştir. Yapısal eşitlik modellemesi ile yapılan yol analizlerinde, gemi adamlarının iş tatmin düzeylerinin hem görev hem de bağlamsal performanslarını, pozitif yönde anlamlı etkilediği tespit edilmiştir. Bunların yanında aralarında doğrusal ilişki bulunan gemi adamlarının görev ve bağlamsal performansları arasında, istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda, gemi adamlarının iş tatmin düzeylerinin, görev ve bağlamsal performanslarındaki değişimi olumlu yönde etkilediği ve gemi adamlarının görev performans algılarının, bağlamsal performans algısına göre daha yüksek olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemi Adamları, İş Tatmini, Görev Performansı, Bağlamsal Performans.

The Relationships Between Seafarers' Job Satisfaction, Task and Contextual Performance

Abstract

The main purpose of this study is to reveal the effect of seafarers' job satisfaction on the task and contextual performance which are dimension of job performance. It is also another purpose of the study to determine whether there are significant differences between the level of task and contextual performance of seafarers. For the purposes of the study, the data obtained by questionnaire from 416 seafarers working on the tankers were analysed with the help of SPSS 21 and AMOS 21 statistical package programs. It has been determined that both task and contextual performances of job satisfaction levels of seafarers affect the positive direction significantly in the path analysis made by structural equation modelling. In addition, there were statistically significant differences in the task and contextual performances of seafarers with linear relationships. At the end of the study, it was learned that seafarers' job satisfaction levels positively affected the change in their task and contextual performance, and seafarers' perception of task performance was higher than perceptual of contextual performance.

Keywords: Seafarers, Job Satisfaction, Task Performance, Contextual Performance.

To cite this article: Yorulmaz, M. (2018). Gemi Adamlarının İş Tatmini, Görev ve Bağlamsal Performansları Arasındaki İlişkiler. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(4), 349-363.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.20981>

1. Giriş

Örgütlerin sahip olduğu maddi olmayan sermayelerinin başında yer alan insan sermayesini, örgütün belirlediği amaçları gerçekleştirmek üzere etkili yönetebilmek için çalışanların iş performanslarını ölçmek ve performanslarını olumlu veya olumsuz etkileyebilecek unsurları belirlemek örgütün başarısı ve devamı açısından önemlidir. Çünkü günümüz örgütleri için verimliliğin sağlanabilmesinin ve sürdürülebilmesinin yolunun insan kaynağından etkili faydalanabilmekten geçtiği ortaya çıkmıştır. Yöneticiler, çalışanlarının örgüte, çalışma arkadaşlarına ve kendilerine yönelik tutumlarını bilmek durumundadırlar. Çalışanların örgüt içerisindeki tutumlarının bilinmesi, yöneticilere çalışanlarının davranışlarını tahmin ve kontrol edebilme ve yönlendirebilme imkânı verebilmektedir. Çalışanların örgütteki tutumları, iş davranışlarını etkileyeceği için bu tutumlar ve sonuçlarındaki davranışlar örgütsel amaçlara ulaşmak için önemli olmaktadır. Çalışanların iş tutumlarından biri iş tatmini, iş davranışlarından biri de çalışma performansıdır.

Performans hem örgüt bazında hem de birey bazında değerlendirilmektedir. Birey bazında artan çalışma performansı, takım performansını, takım performansı bölüm performansını, bölüm performansı da örgüt performansını artırmaktadır. Dolayısıyla bireysel çalışma performansı, örgüt performansının artması için önemli bir unsurdur. Bu nedenle de bireysel çalışma performansının ölçülmesi ve nelerden etkilendiğinin belirlenmesi de önemli olmaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın temel amacı, bireysel çalışma performansının boyutları olan görev ve bağlamsal performansının üzerinde, gemiadamlarının iş tatmininin etkisini ortaya çıkartmaktır. Ayrıca, gemiadamlarının görev ve bağlamsal performans düzeyleri arasında anlamlı

farklar olup olmadığını belirlemek çalışmanın bir diğer amacıdır. Çalışmanın amaçlarına ulaşmak için ticaret gemilerinde çalışan 416 gemi adamından anket yöntemiyle veriler toplanmıştır. Elde edilen verilerle önerilen hipotezler ve araştırma modeli, SPSS 21 ve AMOS 21 istatistik paket programları yardımıyla test edilmiştir. Araştırmada ölçüm araçlarının yapısal geçerliliğini test etmek için *açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri*, güvenilirliğini ölçmek için *güvenilirlik analizi*, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için *korelasyon analizi*, görev ve bağlamsal performans ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için *bağımlı örneklem t-testi*, iş tatmininin, görev ve bağlamsal performans üzerindeki etkisini ortaya çıkartmak için de *yapısal eşitlik modellemesi ile yol analizleri* yapılmıştır.

Gemi adamları çalışma ortamları nedeniyle, en fazla tecrit edilen gruplar olarak kabul edilmektedir. Çünkü denizde aylarca çalışma arkadaşları dışında başkalarıyla temas kurmadan çalışırlar [1] ve çalışma ortamları olan gemilerde yaşamlarını sürdürürler. Gemi adamlarının uzun süre ailelerinden uzak kalmaları ve onlarla sınırlı iletişim kurabilmeleri, iş tatminsizliğinin önemli nedenleri arasında kabul edilmektedir [2]. İş tatminsizliğinin en önemli sonuçlarından biri de çalışma performansının düşmesidir [3]. Dünya mal ticaretinin büyük çoğunluğunun gemilerle yapılması, bu gemilerde çalışan gemi adamlarının iş tatmin düzeylerinin ve performanslarının ölçülmesi ve bu iki önemli örgütsel değişken arasındaki ilişkilerin ortaya çıkartılması, deniz ulaştırma faaliyetleri açısından önemlidir. Ancak ilgili literatür incelendiğinde, denizcilik sektöründe iş tatmini ve çalışma performansı ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir.

Denizcilik sektöründe çalışanların iş tatmini ile ilgili olarak; gemiadamlarının iş tatmininin, iş gücü devrine olan etkisini

[4], denizcilik işletmelerinde çalışanların iş tatmini ile örgütsel iletişimi [5], iş karakteristiği [6] ve örgütsel bağlılık [7], örgütsel motivasyon ve örgütsel performans [8] arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar, gemi acente çalışanlarının iş tatmin düzeylerinin ölçülmesi [9] ve içsel pazarlama faaliyetlerinin iş tatminine olan etkisinin belirlenmesi [10], liman çalışanlarının iş tatmini ile müşteri tatmini arasındaki ilişkiyi [11], gemiadamlarının iş tatmini ile stres [12], iş bırakma [13] ve otantik liderlik ile ilişkisini [14] inceleyen ve gemiadamları ile antrenörlerin iş tatmini ve örgütsel bağlılık düzeylerinin karşılaştırıldığı [15] çalışmalar yapılmıştır.

Denizcilik sektöründe çalışanların bireysel çalışma performansı ile ilgili olarak; gemi adamlarının çalışma performanslarının belirleyicileri [16], gemiadamlarının çalışma performansı ile duygusal zekâ [17], örgütsel bağlılık [18] ve tersane çalışanlarının çalışma performansı ile duygusal bağlılık [19] ve iş tatmini ilişkisini [20], konteyner terminal operatörlerinin görev performansı ile çoklu görev yetenekleri ve kişilik özelliklerinin ilişkisini inceleyen [21] çalışmalar yapılmıştır.

Uluslararası ve ulusal literatür incelendiğinde, birçok sektörde iş tatmini ve çalışma performansı arasındaki ilişkileri inceleyen çok sayıda çalışma olmasına rağmen, denizcilik sektöründe özellikle de gemi adamları açısından söz konusu kavramları inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olması ve araştırmanın konusu olan gemi adamlarının iş tatmini ile görev ve bağlamsal performansları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmanın olmaması, bu çalışmanın önemini göstermektedir.

2. Literatür İncelemesi

2.1. İş Tatmini

İş tatmini birçok farklı şekilde tanımlanmıştır [22]. Çünkü kişilerin yaşam kalitesini de etkileyen iş tatmini, çalışanın

işine karşı geliştirdiği değerler ve işinden elde ettiklerinin etkileşimi sonucu ortaya çıkan duygusal bir tutumdur [23]. İş tatmini, çalışanın işinden hoşlanma düzeyini [24] ve işine yönelik duygularını gösterir [25]. Bu duygular olumlu, olumsuz veya nötr olabilir. Luthans'a [26] göre, iş tatmininin üç önemli boyutu vardır. Bunlar:

- İş tatmini, işe karşı geliştirilen duygusal bir durumdur. Bu nedenle de görülmez ve sadece çalışan tarafından yansıtılabilir.

- İş tatmini, çalışanın beklentileri ile elde ettiklerinin farkları ile ifade edilebilir.

- İş tatmini birbirleriyle ilişkili; işin yapısı, ücret, iş arkadaşları, fiziki ortam ve yönetim anlayışı gibi farklı değişkenlerle ilgilidir.

İş tatmin düzeyi sadece çalışanın mutlu olması veya mutsuz olması gibi bireysel sonuçlar doğurması değil, aynı zamanda örgütsel açıdan ortaya çıkan sonuçlar da önemli olmaktadır. İş tatmin düzeyinin yüksek olması, örgüt açısından iş gücünün, performansın, verimin ve iş devamlılığın artması, iş tatmin düzeyinin düşük olması durumunda ise, işi yavaşlatma, disiplinsizlik, işi bırakma ve iş kazaları gibi örgütsel açıdan olumsuzluklar görülmektedir. Dolayısıyla iş tatmin düzeyinin düşük olması, çalışan ile örgüt arasında sorun yaşanmasına neden olmakta ve örgütü mali açıdan zarar uğratmaktadır [27]. Bu nedenlerden dolayı yöneticiler, çalışanlarının iş tatmin düzeylerini ölçmek ve iş tatminine veya tatminsizliğine yol açan faktörleri belirlemek durumundadırlar.

2.2. Görev ve Bağlamsal Performans

Çalışanların mesleki bilgi, beceri ve yetenekleri ile iş motivasyonlarının bir sonucu olan çalışma performansı, kişilerin elinde olan ve örgütün amaçlarına katkı sağlayan faaliyet ve davranışlardır [28]. Çalışanın, örgütün amaçlarına belirli bir zaman kesitinde yaptığı katkılar olumlu sonuçlanmış ise bireysel performansının yüksek, olumsuz sonuçlanmış ise düşük

olduğu ifade edilmektedir [29]. Örgütün sunduğu hizmetlerde mükemmelliğe ulaşmanın ve sürdürmenin temel koşulu, yüksek performans sergileyen çalışanları istihdam etmektir [30]. Araştırmalar, örgütsel başarıyı etkileyen önemli unsurların arasında çalışanların bireysel çalışma performansının olduğunu göstermektedir [31]. Örgütler için bu denli önemli olan çalışma performansının çok boyutlu bir kavram olduğu kabul [32] görse de genel olarak görev ve bağlamsal performans olarak ikiye ayrılmaktadır [33; 34; 35].

Görev performansı (task performance), çalışanın görev tanımında yer alan işlerin yapılması [36] örgütün çalışanından beklediği ve daha önceden belirlenmiş görevlerin yerine getirilmesi ile ilgili performanstır [37]. Rol içi performans olarak da adlandırılan görev performansı, her bir iş için farklı olan ve bir işin tamamlanmasını sağlayan temel sorumluluklar ve davranışlardır. Görev performansı, çalışanın iradesinde olan, resmi olarak işlerin gereği için tanımlanmış ve ustalık gerektiren faaliyetlerin yürütülmesidir [33]. Bu faaliyetler genel anlamda; ham maddenin ürüne veya hizmete dönüştürülmesi gibi işin teknik yönünün icra edilmesi ve işin teknik yönünün icra edilmesine destek olunması şeklinde iki grupta toplanabilir [38] [39]. Özetle görev performansı, çalışanın görev tanımında yer alan işleri yapmadaki başarısıdır. Bu başarısının diğer bir ifade ile görev performansının temel belirleyicisi, çalışanın sahip olduğu mesleki bilgi, beceri ve tecrübedir.

Bağlamsal performans (contextual performance), çalışanın yapmakla yükümlü olduğu asli görevinin yerine getirilmesi ile doğrudan ilgili olmayan, fakat örgütün sosyal ve psikolojik ortamını etkilediği için değerli kabul edilen görev, faaliyet ve süreçlerin katalizörü olan kişisel çabalar olarak tanımlanmaktadır [33]. Çalışanlar, iş arkadaşlarıyla iyi ilişkiler kurduğunda,

işleri için onlara yardımcı olduklarında ve işi zamanında tamamlamak için fazladan çaba sarf ettiklerinde bağlamsal performans gerçekleştirmiş olurlar [40]. Rol dışı performans olarak da ifade edilen bağlamsal performans, örgütsel amaçlara ulaşmada sosyal ve psikolojik faktörleri kapsamaktadır. Bağlamsal performansın bu özellikleri nedeniyle, görev performansının olumlu biçimde gerçekleşebilmesi için gerekli olan örgüt ikliminin oluşmasına katkı sağladığı söylenebilir.

Görev ve bağlamsal performans arasında bazı farklılıklar vardır. Görev performansı işe ait faaliyetleri kapsamakta, bağlamsal performans ise örgütteki tüm işlerin yürütülmesi adına ortak birtakım faaliyetlerle örgüt iklimine katkı sağlamaktadır [41]. Görev performansına yönelik faaliyetler bir işten diğer bir işe değişiklik gösterirken, bağlamsal performans faaliyetleri de farklı işlerde de aynı olma özelliğindedir [33]. Görev performansı olarak değerlendirilen çalışan davranışları, belirlenmiş rol tanımlaması içerisinde yer alırken, bağlamsal performans olarak değerlendirilen çalışan davranışları, örgütte değer yaratan rol tanımının dışındaki davranışlardır.

Çalışma performansının boyutları olan görev ve bağlamsal performansı belirleyen özellikler, birlikte çalışma performansını ortaya çıkartan özelliklerdir. Örneğin, seyir yöntemlerini ve denizde emniyet ilkelerini iyi bilen tecrübeli bir vardiya zabitanın görev performansının yüksek olması beklenir. Ancak, vardiya zabitanın bağlamsal performansının göstergeleri arasında yer alabilecek olan denizcilik mesleğini ne kadar sevdiği, denizcilik örf ve adetlerine olan bağlılığı, üstlerine karşı saygılı, astları ile uyumlu ve takım bilincinin olup olmadığını, sorumluluk duygusu, dürüstlüğü, güvenilirliği, kurallara uyma ve işini yapmadaki ciddiyeti ve hassasiyeti de bütüncül çalışma performansını etkileyen unsurlardır. Buna göre mesleki

bilgi, beceri ve tecrübeleri yeterli olan bir vardiya zabitanın görev performansı yüksekken, diğer gemiadamları ile uyumlu çalışmaması, gemide huzursuzluk yaratması, örgütüne sadık olmaması ve örgütün amaçlarını göz ardı etmek gibi olumsuz davranışlarda bulunmasıyla, vardiya zabitanın bağlamsal performansı düşük olabilir. Dolayısıyla bütüncül çalışma performansının değerlendirilmesinde hem görev hem de bağlamsal performans ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

2.3. İş Tatmini, Görev ve Bağlamsal Performans Arasındaki ilişkiler

Görev ve bağlamsal performanslar bazı açılardan farklılıklar gösterse de aralarında kavramsal ve mantıksal bir ilişki vardır [33; 42]. Aşağıda bu ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Özdevcioğlu ve Kanıgür [43] yaptıkları çalışmada, 267 otel çalışanının liderlik algılarının görev ve bağlamsal performansa olan etkisini incelemişlerdir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre, görev ve bağlamsal performans arasında pozitif yönlü anlamlı ($r=0,544$; $p<0,01$) bir ilişki bulunmuştur.

Doğan ve Özdevcioğlu [44] çalışanların duygusallıklarının, görev ve bağlamsal performansları üzerindeki etkisini ortaya çıkartmak için 392 hemşire üzerinde yaptıkları çalışmada, korelasyon analiz sonuçlarına göre görev ve bağlamsal performans arasında pozitif yönlü ($r=0,343$; $p<0,01$) anlamlı bir ilişki tespit etmişlerdir.

Onay [45] 72 hemşireye anket uygulayarak yaptığı çalışmada, korelasyon analizi ile görev ve bağlamsal performans arasında pozitif yönlü ($r=0,425$; $p<0,01$) anlamlı bir ilişki olduğunu rapor etmiştir.

Conway [41] tarafından yapılan ve 14 araştırmanın incelendiği meta-analizi çalışmada, görev ve bağlamsal performansların birbirlerinden farklı performanslar olduğu ve aralarında pozitif yönlü anlamlı ilişkilerin bulunduğu

rapor edilmiştir. Literatürdeki bu bulgulardan hareketle aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir:

Hipotez 1: Gemi adamlarının görev performansları ile bağlamsal performansları arasında anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki vardır.

Hipotez 2: Gemi adamlarının görev ve bağlamsal performans düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar vardır.

Önemli örgütsel çıktılar olan görev ve bağlamsal performansı etkileyen faktörlerin belirlenmesi de önemli olmaktadır. Çalışanların görev ve bağlamsal performanslarının örgüte sağladıkları katkılarının yanında, söz konusu performansları dolayısıyla bütüncül çalışma performansını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Araştırmanın amacına yönelik olarak bu çalışmada, görev ve bağlamsal performansı üzerinde sadece iş tatmin düzeyinin etkisi ele alınmıştır. Buna göre çalışma performansı ve boyutları olan görev ve bağlamsal performans ile iş tatmini arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Bağcı [46] değişik faaliyet alanı olan işletmelerde çalışan 217 kişi üzerinde yaptığı çalışmada, çalışanların iş tatmininin hem görev hem de bağlamsal performanslarını pozitif ve anlamlı yönde etkilediğini tespit etmiştir. Basit doğrusal regresyon analizi kullanılarak yapılan çalışmada, çalışanların iş tatmininin, bağlamsal performansının görev performansına göre daha fazla etkilediği rapor edilmiştir.

Scotter [40] yaptığı çalışmada, Hava Kuvvetlerinde mekanikçi olarak çalışanların görev ve bağlamsal performansları ile iş tatmini, işten ayrılma ve duygusal bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkiler 1992 ($n=414$) ve 1993($n=919$) yılları olmak üzere iki farklı örneklem üzerinde incelenmiştir. Her iki örneklemde de yöneticiler tarafından değerlendirilen çalışanların hem görev hem de bağlamsal performansları ile iş tatmini

ve duygusal bağlılıkları arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler olduğu ve ayrıca görev ile bağlamsal performans arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmada, bağlamsal performansı yüksek olan çalışanların iş tatmin düzeylerinin ve örgütsel bağlılık düzeylerinin de yüksek olduğu vurgulanmıştır.

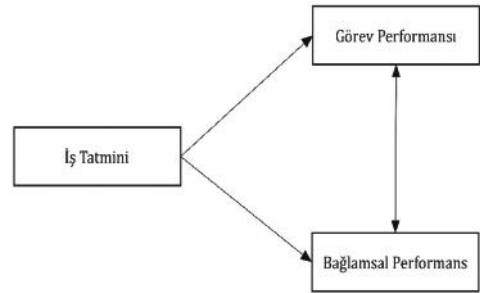
Perera vd. [47] giyim sektöründe faaliyet gösteren 17 işletmenin 322 çalışanı ile yaptıkları anket çalışmasında, yapısal eşitlik modellemesi analiz edilmiştir. Araştırmada çalışanların iş tatmininin, iş performanslarını pozitif ve anlamlı yönde etkilediğini ve çalışma performansındaki değişimin %76,8'ni açıkladığını tespit etmişlerdir.

Peng [48] Tayvan'da 80 üniversite kütüphanesinde görev yapan 554 çalışanın iş tatmin düzeylerinin, görev ve bağlamsal performansları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Anket yöntemiyle elde edilen verilerle yapısal eşitlik modellemesi kullanmıştır. İş tatminin, içsel ve dışsal iş tatmini olarak iki boyutta ele alındığı çalışmada, her iki iş tatmini boyutunun hem görev hem de bağlamsal performansı pozitif yönde anlamlı etkilediği ortaya çıkmıştır. Çalışmada, içsel iş tatmininin, dışsal iş tatminine göre bağlamsal performans üzerinde, görev performansından daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

Zoghbi-Manrique-de-Lara ve Ting-Ding [49] 215 otel çalışanı örnekleminde, görev ve bağlamsal performansı ile prosedürel adalet algısının arasındaki ilişkide iş tatmininin ara değişken etkisini incelemişlerdir. Anket yöntemiyle toplanan verilerle yapılan yapısal eşitlik modellemesi yol analizlerinde, çalışanların iş tatmin düzeylerinin hem görev hem de bağlamsal performanslarını pozitif yönde etkilediği ayrıca prosedürel adalet algısı ile performanslar arasındaki ilişkide, iş tatmininin tam ara değişken etkisinin olduğunu tespit edilmiştir. İş tatminin tam ara değişken etkisine sahip olması, iş

tatmininin prosedürel adalet algısına göre görev ve bağlamsal performansları üzerinde daha baskın olduğunu ve prosedürel adalet algısının, çalışanların performanslarını artırabilmesi için öncelikle tatmin olmaları gerektiğini göstermektedir.

Yuen vd. [50] zabitan sınıfı 116 gemi adamının katıldığı anket çalışmalarında, gemi adamlarının iş tatminini ve çalışma performansını belirleyen unsurları incelemiştir. Ödül, iş stresi, işin özellikleri ve ruhsal durumların gemi adamlarının iş tatmini etkileyen unsurlar olarak belirlendiği çalışmada, gemideki iş stresinin yoğunluğu ve ödülün cazibesi ve iş tasarımı çekiciliğinin, iş tatmini üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca iş tatmini ve çalışma performansı arasında güçlü bir ilişki olduğu ve yapısal eşitlik modellemesi ile yapılan yol analizlerinde, gemi adamlarının iş tatmini performanslarını pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği ve gemi adamlarının iş tatmin düzeyinin, performanslarındaki değişiminin %20'sini açıkladığı tespit edilmiştir. Literatürdeki bu bulgulardan hareketle aşağıdaki hipotezler ve araştırma modeli geliştirilmiştir:



Şekil 1. Araştırmanın Teorik Modeli

Hipotez 3: Gemi adamlarının iş tatmini, görev performanslarını anlamlı ve pozitif yönde etkiler.

Hipotez 4: Gemi adamlarının iş tatmini, bağlamsal performanslarını anlamlı ve pozitif yönde etkiler.

Şekil 1'deki araştırma modelinde, bağımsız değişken olan gemi adamlarının iş tatmininin, bağımlı değişkenler olan ve aralarında doğrusal ilişki bulunan görev ve bağlamsal performans üzerindeki etkisi gösterilmektedir.

3. Yöntem

3.1. Örneklem

Araştırma, Türkiye'de faaliyette bulunan ve tanker işletmeciliği yapan üç firmanın gemi adamları üzerinde yapılmıştır. Bünyesindeki gemilerinde aktif olarak çalışan veya izinde olan ve araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 416 gemi adamından, işletmelerin insan kaynakları bölümlerinin aracılığıyla Şubat-Temmuz 2018 tarihleri arasında elektronik ortamda veya yüz yüze anket yöntemiyle elde edilen veriler analiz edilmiştir. Araştırmada örneklem sayısı açısından 416 kişilik bir örneklem, 1.000.000'den fazla kişilik bir evreni temsil edebilmesi ve ölçeklerde yer alan soru sayısının 5 veya 10 katı kadar örneklem sayısının yeterli olacağını ifade eden araştırmacılardan [51] hareketle toplam 20 soruluk bir ölçek için 416 kişilik bir örneklem büyüklüğünün yeterli olacağı düşünülmektedir.

3.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan anket formu iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, gemi adamlarının yaş, cinsiyet, eğitim durumu, çalıştığı bölüme ve yeterliliklerine yönelik sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde ise, gemi adamlarının iş tatmini ile görev ve bağlamsal performans ölçekleri bulunmaktadır. İş tatmini ölçeği (İT), Brown ve Peterson [52] tarafından yapılan çalışmada kullanılan, tek boyutlu ve beş ifadeden oluşmaktadır. Görev performansı (GP) Goodman ve Syvante [53] tarafından kullanılmış ve dokuz ifadeden, bağlamsal performans (BP) ise Jawahar ve Carr [35] tarafından kullanılmış ve altı ifadeden oluşmaktadır. Tüm ölçüm araçlarındaki

ifadeler 5'li Likert ölçeği esas alınarak (1= Kesinlikle katılmıyorum, 5= Kesinlikle katılıyorum şeklinde) oluşturulmuştur.

3.3. Araştırmanın Kısıtları

Çalışmanın sadece tankerlerde çalışan gemiadamları üzerinde yapılmış olması ve verilerin bu örnekleme sınırlı olması, araştırmanın kısıtlarını göstermektedir.

4. Bulgular

4.1. Betimsel Analizler

Araştırmaya katılan gemi adamlarının %97,4'ü erkek (405) %2,6'sı kadındır (11), gemi adamlarının yaş dağılımı ise %35,4'ü (147) 35-45 yaş aralığında, %6,5'i (27) 18-25 arası yaşlarındadır. Eğitim durumlarına bakıldığında %44,5'i (185) lise mezunu, %3,6'sı (15) ilkokul mezunudur. Katılımcıların %45,7'si (190) güverte, %40,1'i makine (167) ve %14,2'si yardımcı sınıf (59), %59,8'i tayfa (248) ve 40,2'si (168) zabitan sınıfı gemi adamıdır. İş deneyimleri açısından %32,5'ünün (135) 4-7 yıl, %19,2'sinin (80) 3 yıl ve daha az tecrübeye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

4.2. Ölçeklerin Geçerliliği ve Güvenilirliği

Ölçeklerin yapısal geçerliliğini tespit etmek için önce açıklayıcı faktör analizi (AFA) sonra da doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Verilerin AFA'ya uygun olup olmadığını saptamak için Barlett Küresellik Testi (BKT) ile Kaiser Meyer Olkin (KMO) değerleri incelenmiştir. İş tatmini (KMO: 0,799; BKT: 1060,370; $p < 0,01$), ile görev ve bağlamsal performans (KMO: 0,841; BKT: 1454,067; $p < 0,01$) ölçeklerinin AFA yapmak için uygun olduğu anlaşılmaktadır [51]. Temel bileşenler ve Varimax eksen döndürme tekniği kullanılan AFA'da, faktör yükleri 0,50'den ve öz değerleri 1'den büyük olan değişkenler analize alınmış ve elde edilen faktör yükleri ile ankette yer alan ifadeler Tablo 1 ve 2'de verilmiştir. Tablo 1'de iş tatmini ölçeğine ait değişkenlerin faktör yüklerinin 0,770

ve 0,884 arasında değiştiği ve toplam varyansın %64,804'ünün açıklandığı görülmektedir.

AFA'dan sonra elde edilen faktör yapısını doğrulamak için DFA yapılmış ve uyum değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'den

Tablo 1. İş Tatmini Faktör Analizi

Faktörler	Sorular	Faktör Yükleri
İş Tatmini	Çoğunlukla yaptığım işleri heyecanlı bulurum.	0,854
	Bu şirkette çalışmak için zaman ayırmak değerlidir.	0,840
	Bu şirkette tekrar çalışmayı tercih ederim.	0,800
	Genel anlamda işimden memnunum.	0,777
	Çalışmak için bu şirketi başkalarına tavsiye ederim.	0,770
Açıklanan Varyans		64,804
İfade Sayısı		5

Tablo 2'deki görev performansına ait değişkenlerin faktör yüklerinin 0,524 ile 0,779 arasında, bağlamsal performansına ait değişkenlerin faktör yüklerinin 0,552 ile 0,782 arasında değiştiği ve birlikte toplam varyansın %68,694'nün açıkladığı görülmektedir. Görev performansına ait üç anket sorusu boşta kaldığı için analiz dışında bırakılmıştır.

ölçeklere ait uyum indeksleri değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu anlaşılmaktadır [54].

AFA ve DFA ile yapısal geçerlilikleri belirlenen ölçeklerin güvenilirliklerini ölçmek için de Cronbach Alfa (CA) katsayıları incelenmiş ve Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'den görüldüğü gibi tüm değişkenlerin CA katsayıları eşik değer

Tablo 2. Görev ve Bağlamsal Performansı Faktör Analizi

Faktörler	Sorular	Faktör Yükleri	
Görev Performansı	İşime ilişkin hedefleri başarıyla tamamlarım.	0,779	
	İşimdeki tüm görevlerde uzmanlığımı kullanırım.	0,759	
	İşimin gereği olan performans kriterlerini karşılarım.	0,730	
	İşimle ilgili tüm faaliyetlerde yeterliyim.	0,646	
	Görevlerimi benden beklendiği şekilde yaparım.	0,543	
	İşleri istenilen tarihte bitirmek için planlı çalışırım.	0,524	
Bağlamsal Performans	Başkaları şirketimi eleştirdiğinde, ben savunurum.		0,782
	Şirketimi toplum içinde temsil etmek hoşuma gider.		0,761
	Mesai arkadaşlarım eleştirdiğinde, ben savunurum.		0,749
	Belirli bir tarihte bitirilmesi istenen işimi genellikle zamanında ya da daha önce tamamlarım.		0,652
	İşimi olabildiğince en az hatayla yerine getiririm.		0,557
	Geçerli bir mazeretim olsa bile işimi aksatmam.		0,552
Açıklanan Var.		34,969	33,725
Top. Açık. Var.		68,694	
İfade Sayısı		6	6

olan 0,6'dan [51] büyüktür. Bunlara göre tüm ölçeklerin geçerli ve güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

normal dağılım gösterdiği [55] kabul edilmiştir.

Değişkenler arasındaki ilişkileri

Tablo 3. Doğrulamalı Faktör Analizi Uyum Değerleri

Değişkenler	χ^2/sd	GFI	CFI	IFI	RMSEA
İT	0,812	0,995	0,997	0,997	0,008
GP ve BP	2,619	0,952	0,942	0,941	0,062

AFA ve DFA ile yapısal geçerlilikleri belirlenen ölçeklerin güvenilirliklerini ölçmek için de Cronbach Alfa (CA) katsayıları incelenmiş ve Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'den görüldüğü gibi tüm değişkenlerin CA katsayıları eşik değer olan 0,6'dan [51] büyüktür. Bunlara göre tüm ölçeklerin geçerli ve güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3. Hipotezlerin Testi

Araştırmada kullanılan analiz yöntemlerinden parametrik testlerin ve yapısal eşitlik modellemesinin yapılabilmesi için verilerin normal dağılım göstermesi önemli bir ön koşuldur. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini anlamak için çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiş ve Tablo 4'de katsayılar verilmiştir. Tablo 4'den görüldüğü gibi çarpıklık ve basıklık katsayılarının -2 ile +2 aralığında olması nedeniyle, verilerin

belirlemek için korelasyon analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'den Pearson korelasyon katsayılarından, değişkenler arasında orta düzeyde ve pozitif yönlü anlamlı ilişkiler olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgulara göre *Hipotez 1* kabul edilmiştir.

Aralarında pozitif yönlü anlamlı ilişki bulunan gemi adamlarının görev ve bağlamsal performanslarının ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını tespit etmek için bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır.

Tablo 5'deki bağımlı örneklem t-testi bulgularından, gemi adamlarının görev performansı ve bağlamsal performansı ortalamalarındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı ($t:5,023$; $p<0,01$) olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifade ile gemi adamlarının görev performans ortalamasının ($X:4,226$), bağlamsal performans ortalamasına ($X:4,068$) göre

Tablo 4. Korelasyon, Çarpıklık-Basıklık ve Güvenilirlik Tablosu

Değişkenler	Ort.	SS	CA	Çarpıklık	Basıklık	1	2	3
İT	4,099	0,795	0,864	-1,003	0,728	1		
GP	4,226	0,569	0,779	-0,817	0,811	0,430**	1	
BP	4,068	0,665	0,777	-541	591	0,448**	0,478**	1

** $p<0,01$

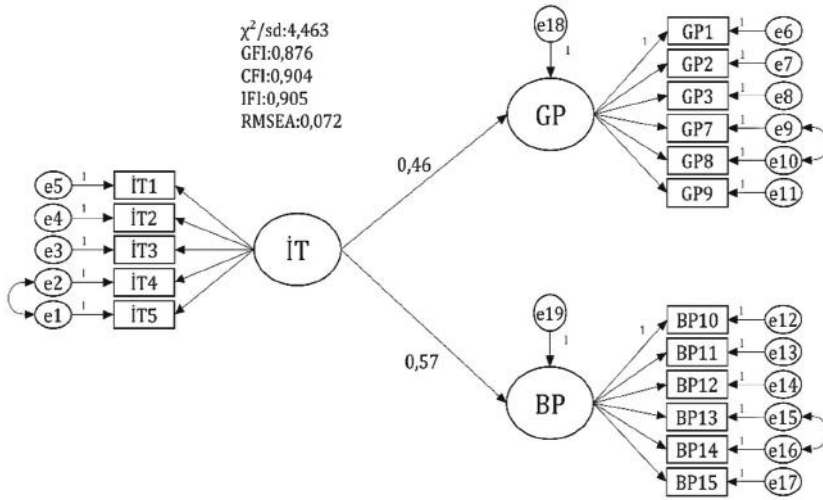
Tablo 5. Bağımlı Örneklem t-Testi

Değişkenler	Ort.	Ort. Farkı	SS Farkı	t	df	p
GP	4,226	0,158	0,641	5,023	415	0,00
BP	4,068					

daha yüksek olması istatistiksel açıdan anlamlıdır. Bu bulgulara göre *Hipotez 2* kabul edilmiştir.

Gemi adamlarının iş tatmininin (İT), görev (GP) ve bağlamsal (BP) performansı üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak için yapılan yol analizleri Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 6’dan gemi adamlarının iş tatmininin, görev performansı üzerinde pozitif yönlü anlamlı bir etkisinin ($\beta = 0,460$; $p < 0,001$) olduğu, aynı tablodan gemi adamlarının bağlamsal performansı üzerinde de pozitif yönlü anlamlı bir etkisinin ($\beta = 0,570$; $p < 0,001$) olduğu



Şekil 2. Araştırmanın Yapısal Eşitlik Modeli

Şekil 2’den görüldüğü gibi araştırmanın yapısal eşitlik modeline ait uyum indekslerinin ($\chi^2/sd: 4,463$; GFI: 0,876; CFI: 0,904; IFI: 0,905; RMSEA: 0,072) yeterli ve kabul edilebilir değerler arasında [54] [55] olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgular araştırma modelinin, veri yapısına uygun olarak doğrulandığına işaret etmektedir. İş tatmini ile görev ve bağlamsal performans arasındaki standardize edilmiş regresyon değerleri (β), anlamlılık seviyeleri (p) ve belirlilik katsayılarının (R^2) tahmin değerleri Tablo 6’da gösterilmiştir.

anlaşılmaktadır. Ayrıca gemi adamlarının iş tatmini, görev performansındaki değişimin %22,7’sini ve bağlamsal performansındaki değişimin %32,4’ünü açıklamaktadır. Bu bulgulara göre *Hipotez 3* ve *4* kabul edilmiştir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Yüksek iş performans gösteren çalışanlara sahip örgütler, amaçlarına ve hedeflerine daha kolay ulaşabilmektedirler. Bu nedenle de yöneticiler, çalışma performansı yüksek çalışanları örgüte

Tablo 6. Araştırma Modelinin Tahmin Değerleri

Değişkenler			Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları (β)	R^2	p
İT	<---	GP	0,46	0,227	,000
	<---	BP	0,57	0,324	,000

kazandırmak veya çalışanların iş performanslarını yükseltecek yönetsel faaliyetler içerisinde olmaktadır. Ayrıca çalışma performansı yüksek olan çalışanlar da örgütleri tarafından çeşitli şekillerde ödüllendirilmekte ya da örgütte istihdam edilmeye devam edebilmektedirler. Dolayısıyla hem örgütlerin hem de çalışanların amaçlarına ulaşabilmesinin yolu çalışanların iş performanslarının düzeyi ile ilişkili olmaktadır. Bu nedenle de gemiadamlarının performanslarını artırmaya yönelik çabaların, işletmelerde ve gemilerde sürekli olarak ortaya çıkması doğal bir süreçtir. Gemi kaptanı ve örgüt yöneticileri tarafından doğal olan bu sürecin sürekli olarak izlenmesi, takip edilmesi ve analiz edilmesi, örgütün amaçlarına ulaşabilmesi için önemli bir gerçektir. Bu gerçekten yola çıkarak ve literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmak amacıyla, bu çalışmada bireysel performansının boyutları olan görev ve bağlamsal performans üzerinde, gemi adamlarının iş tatmin düzeyinin etkisi ölçülmüş ve gemi adamlarının görev ve bağlamsal performans ortalamaları karşılaştırılmıştır. Araştırmada, gemi adamlarından anket yöntemiyle toplanan veriler kullanılarak, geliştirilen dört hipotez; korelasyon analizi, bağımlı örneklem t-testi ve yapısal eşitlik modellemesiyle test edilmiştir.

Araştırmada öncelikle veri toplama araçları olarak seçilen ölçüm araçlarının yapısal geçerliliğini belirlemek için AFA ve sonrasında DFA yapılmıştır. Geçerliliği tespit edilen ölçüm araçlarının güvenilirliklerini belirlemek için de Cronbach Alfa katsayıları incelenmiş ve tüm değişkenlerin oldukça güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır. Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkileri belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucunda, gemi adamlarının görev ve bağlamsal performansları arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmış ve buna göre bu ilişkiyi test etmek

için önerilen Hipotez 1 kabul edilmiştir. Bu bulgu farklı sektörlerde yapılan bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir [33; 45; 49; 43; 44]. Aralarında doğrusal ilişki bulunan bireysel performans boyutlarının ortalamalarını karşılaştırmak için yapılan bağımlı örneklem t-testi sonucunda, gemi adamlarının görev performans ortalamasının, bağlamsal performans ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bulguya göre Hipotez 2 kabul edilmiştir. Bu bulgu [41] ve [40] çalışmalarının sonuçlarıyla tutarlıdır. Gemi adamlarının görev performans algısının, bağlamsal performans algısına göre daha yüksek çıkması, gemideki iş yapısıyla, işlerin tanımlı ve standardize edilmiş olmasıyla açıklanabilir. Başka bir deyişle, gemi adamlarının görev ve sorumluluklarının belirlenmiş ve işlerin belirli bir prosedüre bağlanmış olması nedeniyle, gemi adamlarından bu iş yapısına uymaları beklendiği için gemi adamları görev odaklı performans sergilemektedirler. Dolayısıyla gemi adamlarının yapmak zorunda oldukları görevlerine ilişkin ve mesleki bilgi, tecrübe ve becerilerine göre ortaya çıkan görev performans düzeyi, görev tanımlanmasında yer almayan işleri yapmak ve fazladan çaba göstermek şeklinde ifade edilen bağlamsal performans düzeyinden daha yüksek çıkmıştır.

Yapısal eşitlik modellemesi ile yapılan yol analizlerinde, gemi adamlarının iş tatmininin hem görev hem de performansları üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulgulara göre Hipotez 3 ve 4 kabul edilmiştir. Ayrıca gemi adamlarının iş tatmininin, bağlamsal performans üzerinde daha fazla etkili olduğu ve bağlamsal performanstaki değişimi daha fazla açıkladığı ($\beta = 0,570$; $R^2: 32,4$; $p < 0,001$) tespit edilmiştir. Gemiadamlarının iş tatmininin görev ve bağlamsal performans üzerinde pozitif yönlü anlamlı bir etkisinin olması literatürdeki farklı sektörler için

yapılan bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir [40; 46; 49; 48; 48]. Bu bulgu, işinden mutlu ve memnun olan gemi adamlarının, genel anlamda daha fazla çalışma performansı sergileyeceğini, boyutları bazında ise her iki performans türünün de yüksek olacağı ve ayrıca gemi adamlarının bağlamsal performanslarının, görev performanslarına göre daha yüksek olacağını göstermektedir. Dolayısıyla gemi adamlarının hem görev hem de bağlamsal performanslarını artırmak isteyen örgüt yöneticileri ve gemi kaptanları, gemi adamlarının iş tatmin düzeylerini artırıcı yönetsel faaliyetler uygulamak durumundadırlar. İleride yapılacak araştırmalar için, araştırma modelinin farklı örneklemelerde sınanması örneğin kuru yük, Ro/Ro ve konteyner gemilerinde çalışan gemi adamlarına uygulanması veya araştırma modelinin geliştirilmesi adına, iş tatmini ile görev ve bağlamsal performans arasındaki ilişkide etkili olabilecek başka örgütsel değişkenlerin modele ilave edilmesi önerilebilir. Bu araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak, deniz ulaştırma işletmelerindeki yöneticilere gemi adamlarının iş tatminini artırıcı yönetsel faaliyetler içerisinde olmaları önerilebilir. Zira tatmin düzeyi yüksek olan gemi adamlarının, görev ve bağlamsal performansları da yüksek olacaktır.

Kaynaklar

- [1] Exarchopoulos, G.; Zhang, P.; Pryce-Roberts, N. & Zhao, M. (2018). Seafarers' welfare: A critical review of the related legal issues under the Maritime Labour Convention 2006. Marine Policy. Cilt 93, s. 62-70.
- [2] Papachristou, A., Stantchev, D. & Theotokas, I. (2015). The role of communication to the retention of seafarers in the profession. WMU J. Maritime Aff. Cilt 14, 1, s. 159-176.
- [3] Ziegler, R., Hagen, B. & Diehl, M. Relationship between job satisfaction and job performance: Job ambivalence as a moderator. (2012). Journal of Applied Social Psychology. Cilt 42, 8, s. 2019-2040.
- [4] Türker, F. (2007). Denizcilik sektöründe iş tatmini ve örgüte bağlılığın iş gücü devrine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul : İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5] Esmer, E. (2009). Örgütlerde iletişim ile iş tatmini arasındaki ilişki: Denizcilik sektöründe alan araştırması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul : Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [6] Ayaz, S.İ., Bucak, U. & Cebeci, O. (2016). İş Karakteristiği ve Örgütsel Bağlılığın İş Tatmini Üzerine Etkisi: Zonguldak İli Denizcilik Sektörü Çalışanlarına Yönelik Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İşletme Bölümü.
- [7] Yorulmaz, M. & Yücel. (2016). G. Evaluation Of Job Satisfaction And Organisational Commitment Shipyard And Horticultural Businesses Workers: A Study In Yalova. IIB International Refereed Academic Social Sciences Journal. Cilt 23.
- [8] Pang, K. & Lu, C.S. (2018). Organizational motivation, employee job satisfaction and organizational performance: An empirical study of container shipping companies in Taiwan. Maritime Business Review. Cilt 3, 1, s. 36-52.
- [9] Karaman, Z. (2010). İzmir'de gemi acentelerinde çalışanların iş doyumlarının belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İzmir : Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [10] Baran, E. & Arabelen, G. (2017). The Effects Of Internal Marketing On Ship Agents' Job Satisfaction: A Quantitative Research. Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi Dergisi. Cilt 9, 1, s. 25-54.

- [11] Pantouvakis, A. & Bouranta, N. (2012). The interrelationship between service features, job satisfaction and customer satisfaction: Evidence from the transport sector. *The TQM Journal*. Cilt 25, 2, s. 186-201.
- [12] Ceyhun, G.C. (2006). Gemi adamlarının stres düzeyleri ve iş doyumları arasındaki ilişki: Bir denizcilik şirketinde uygulama . (Yüksek Lisans Tezi). Manisa : Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [13] Yaşar, Z. Türk. (2010). Gemiadamlarında Mesleki Tatmin İle İş Bırakma Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Trabzon : Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [14] Olaniyan, O.S. & Hystad, S.W. (2016). Employees' psychological capital, job satisfaction, insecurity, and intentions to quit: The direct and indirect effects of authentic leadership. *Journal of Work and Organizational Psychology*. Cilt 32, 3, s. 163-171.
- [15] Çap, H. (2016). Takım Sporü Antrenörleri ve Gemiadamlarının İş Tatmin ve Örgütsel Bağlılık Düzeylerinin Karşılaştırmalı Analizi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul : Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- [16] Tsai, C.L. & Liou, Y.W. (2017). Determinants of work performance of seafarers. *Maritime Business Review*. Cilt 2, 1, s. 36-51.
- [17] Kılıç, K. (2013). Duygusal zekanın gemi adamlarının iş performansına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [18] Yücel, R. (2015). Gemiadamlarının Örgütsel Bağlılıklarının, İş Performanslarına Etkileri: İstanbul'da İç ve Şehirler Arası Hatlardaki Yolcu Gemilerinde Çalışan Gemiadamlarına İlişkin Bir Araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*. Cilt 16, 2, s. 227-250.
- [19] Yorulmaz, M. (2018). Tersane Çalışanlarının Duygusal Bağlılık Düzeylerinin İş Performansları Üzerindeki Etkisi: Yalova Örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. Cilt 11, 56, s. 869-876.
- [20] Yorulmaz, M., Pekşen, Y.D. & Büyük, N. (2017). Gemi Sanayinde Çalışanların İş Doyumu ve İş Performansı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi . *Researcher: Social Science Studies*. Cilt 5, 4, s. 513-520.
- [21] Kurapati, S.; Lukosch, H.; Eckerd, S.; Verbraeck, A. & Corsi, T. (2017). Relating planner task performance for container terminal operations to multi-tasking skills and personality type. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*. Cilt 51, s. 47-64.
- [22] Gul, H.; Usman, M.; Liu, Y.; Rehman, Z. & Jebran, K.G. (2018). Does the effect of power distance moderate the relation between person environment fit and job satisfaction leading to job performance? Evidence from Afghanistan and Pakistan. *Future Business Journal*. Cilt 4, 1, s. 68-83.
- [23] Oshagbemi, T. (2000). Gender differences in the job satisfaction of university teachers. *Women in Management review*. Cilt 15, 7, s. 331-343.
- [24] Spector, P.E. (1997). *Job satisfaction: Application, assessment, causes, and consequences*. California : Sage publications.
- [25] Riggio, R.E. & Porter, L.W. (2017). *Introduction to industrial/organizational psychology*. 7th. NewYork : Routledge. 978-1-138-65532-4.
- [26] Luthans, F. (2011). *Organizational Behavior: An Evidence-Based Approach*. 12th. Edition. New York: Mcgraw Hill Publishing. 978-0-07-353035-2.

- [27] Başaran, İ. E. (1998). Örgütsel Davranış. Ankara : Gül Yayınevi.
- [28] Rotundo, M. & Sackett, Paul R. (2002). The Relative Importance of Task, Citizenship, and Counterproductive Performance to Global Ratings of Job Performance: A Policy- Capturing Approach. *Journal of Applied Psychology*. Cilt 187, 1, s. 66-80.
- [29] Özgen, H.; Öztürk; A. & Yalçın, A. (2001). İnsan Kaynakları Yönetimi. Adana : Nobel Kitapevi.
- [30] Li, X., Sanders, K. & Frenkel, S. (2012). How leader-member exchange, work engagement and HRM consistency explain Chinese luxury hotel employees' job performance. *International Journal of Hospitality Management*. Cilt 31, 4, s. 1059-1066.
- [31] Günlük, M., Özer, G. & Özcan, M. (2013). Meslek Memnuniyeti Ve Bireysel İş Performansı İlişkisinde Mesleki Bağlılığın Ara Değişken Etkisi: Muhasebe Meslek Mensupları Üzerinde Bir Çalışma. *International Review Of Economics And Management*. Cilt 5, 4, s. 1-22.
- [32] Befort, N. & Hatrup, K. (2003). Valuing task and contextual performance: Experience, job roles, and ratings of the importance of job behav. *Applied HRM Resea*. Cilt 8, 1, s. 17-32.
- [33] Borman, W.C. & Motowidlo, S.M. (1993). Expanding the criterion domain to include elements of contextual performance. *Personnel Selection in Organizations ; San Francisco: Jossey-Bass*. s. 71-98.
- [34] Scooter, V. J.R. & Motowidlo, S.J. (1996). Interpersonal Facilitation and Job Dedication as Separate Facets of Contextual Performance . *Journal of Applied Psychology*. Cilt 81, 5, s. 525-531.
- [35] Jawahar, I.M. & Carr, D. (2007). Conscientiousness and contextual performance: The compensatory effects of perceived organizational support and leader-member exchange. *Journal of Managerial Psychology*. Cilt 22, 4, s. 330-349.
- [36] Murphy, K.R. (1989). Is the relationship between cognitive ability and job performance stable over time? *Human performance*. Cilt 2, 3, s. 183-200.
- [37] Lin, C. W., Chen, S. L. & Wang, R. Y. (2011). Savouring and perceived job performance in positive psychology: Moderating role of positive affectivity. *Asian Journal of Social Psychology*. Cilt 14, 3, s. 165 - 175.
- [38] Motowidlo, S.J., Borman, W.C. & Schmit, M.J. (1997). A theory of individual differences in task and contextual performance . *Human performance*. Cilt 10, 2, s. 71-83.
- [39] McShane, S.L. & Von Glinow, M.A. (2016). *Organizational Behavior*. 5th. ed. NewYork : McGraw-Hill.
- [40] Scotter, J. R. V. (2000). Relationships of task performance and contextual performance with turnover, job satisfaction, and affective commitment. *Human resource management review*. Cilt 10, 1, s. 79-95.
- [41] Conway, J.M. (1999). Distinguishing contextual performance from task performance for managerial jobs. *Journal of applied Psychology*. Cilt 84, 1, s. 3-13.
- [42] Hoffman, B.J.; Blair, C.A.; Meriac, J.P. & Woehr, D.J. (2007). Expanding the criterion domain? A quantitative review of the OCB literature. *Journal of Applied psychology*. Cilt 92, 2, s. 555-566.
- [43] Özdevcioğlu, M. & Kanigür, S. (2009). Çalışanların ilişki ve görev yönelimli liderlik algılarının performansları üzerindeki etkileri . *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. Cilt 1, s. 53-82.

- [44] Doğan, Y. & Özdevecioğlu, M. (2009). Pozitif ve Negatif Duygusallığın Çalışanların Performansları Üzerindeki Etkisi. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi. Cilt 9, 18, s. 165-190.
- [45] Onay, M. (2011). Çalışanın Sahip Olduğu Duygusal Zekasının ve Duygusal Emeginin, Görev Performansı ve Bağlamsal Performans Üzerindeki Etkisi. Ege Akademik Bakış. Cilt 11, 4, s. 587-600.
- [46] Bağcı, Z. (2014). Çalışanların İş Doyumunun Görev ve Bağlamsal Performansları Üzerindeki Etkisi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. Cilt 12, 24, s. 58-72.
- [47] Perera, G.D.N.; Khatibi, A.; Navaratna, N. & Chinna, K. (2014). Job satisfaction and job performance among factory employees in apparel sector . Asian journal of management sciences & education. Cilt 3, 1, s. 96-104.
- [48] Peng, Y.P. (2014). Job satisfaction and job performance of university librarians: A disaggregated examination. Library & Information Science Research. Cilt 36, 1, s. 74-82.
- [49] Zoghbi-Manrique-de-Lara, P. & Ting-Ding, J.M. (2017). Task and contextual performance as reactions of hotel staff to labor outsourcing: The role of procedural justice . Journal of Hospitality and Tourism Management. Cilt 33, s. 51-61.
- [50] Yuen, K.F.; Loh, H.S.; Zhou, Q. & Wong, Y.D. (2018). Determinants of job satisfaction and performance of seafarers. Transportation research part A: policy and practice. Cilt 110, s. 1-12.
- [51] Altunışık, R.; Coşkun, R.; Bayraktaroğlu, S. & Yildirim, E. (2010). Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Sakarya : Sakarya Yayıncılık.
- [52] Brown, S.P. & Peterson, R.A. (1994). The effect of effort on sales performance and job satisfaction. The Journal of Marketing. Cilt 58, 2, s. 70-80.
- [53] Goodman, S.A. & Svyantek, D.J. (1999). Person-organization fit and contextual performance: Do shared values matter. Journal of vocational behav. Cilt 55, 2, s. 254-275.
- [54] Anderson, J.C. (1998). Gerbing, D.W. Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. Psychological bulletin. Cilt 103, 3.
- [55] Bayram, N. (2010). Yapısal eşitlik modellemesine giriş amos uygulamaları. Bursa : Ezgi Kitabevi.

This Page Intentionally Left Blank



A Qualitative Examination of Relational and Contractual Governance Mechanisms in Aliğa Port Cluster

Bayram Bilge SAĞLAM, Çimen KARATAŞ ÇETİN

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Türkiye

bayram.saglam@deu.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4977-1634>

cimen.karatas@deu.edu.tr; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1867-9982>

Abstract

The rising importance of port-port user relations is a result of widening roles that ports play within the global supply chains and the increasing impact of these relations on the overall performance of the supply chains. In the governance of these relations, both contractual governance and relational governance play the role and the balance between these two governance mechanisms shapes the characteristics and the quality of the relationship. Focusing on the container terminal-liner shipping agency relations in Aliğa as multiple cases, this study aims to investigate how governance mechanisms are handled in the port industry and how the interplay between these two mechanisms occurs. In accordance with this purpose, interviews are conducted with both representatives of the container terminals and representatives of liner shipping agencies in order to reveal the governance dynamics of said relations. The results reveal that relational governance plays an important role in constituting trust and commitment in between parties. On the other hand, the tendency to rely on contractual governance is found out to be mainly related to the organizational culture of the parties, but relatively limited because of the intense competition in the region.

Keywords: Contractual Governance, Relational Governance, Relational Norms, Port, Container Terminal

Aliğa Liman Bölgesinde İlişkisel ve Kontrata Dayalı Yönetişim Mekanizmalarına Yönelik Bir Nitel İnceleme

Öz

Liman-liman kullanıcıları ilişkilerinin artan önemi, limanların geline nokta küresel tedarik zincirlerindeki rolünün genişlemesi ve dolayısıyla bu ilişkilerin tedarik zincirinin toplam performansında belirleyiciliğinin artmasından kaynaklanmaktadır. Bu ilişkilerin yönetilmesinde hem kontrata dayalı yönetim hem de ilişkisel yönetim mekanizmaları rol almakta ve bu iki yönetim yaklaşımı arasındaki denge ilişkinin karakteristiğini ve kalitesini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın amacı, Aliğa bölgesindeki konteyner terminalleri ve düzenli hat acenteleri arasındaki ilişkiye odaklanan bir çoklu vaka çalışması üzerinden, limancılık endüstrisinde yönetim mekanizmalarının nasıl ele alındığını ve bu mekanizmalar arasındaki etkileşimi ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, söz konusu ilişkilerin yönetim dinamiklerini ortaya çıkarmak adına düzenli hat acente temsilcileri ve konteyner terminali temsilcileriyle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulguları ilişkisel yönetişimin taraflar arasındaki güven ve bağlılığın sağlanmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Diğer

To cite this article: Sağlam, B. B. and Karataş Çetin, Ç. (2018). A Qualitative Examination of Relational and Contractual Governance Mechanisms in Aliğa Port Cluster. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(4), 365-378.

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.5505/jems.2018.16362>

tarafтан, kontrata dayalı yönetişime olan eğilimin tarafların temelde örgüt kültürüne bağlı olarak sekillendiği ancak bölgedeki yoğun rekabet koşulları dolayısıyla daha kısıtlı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kontrata Dayalı Yönetişim, İlişkisel Yönetişim, İlişkisel Normlar, Liman, Konteyner Terminali.

1. Introduction

Today, ports are prominent as the most important logistics infrastructures embedded in the global supply chains that shape the international trade. As they are now able to meet the many different logistics needs of supply chain stakeholders, ports play a role beyond its basic functions which is creating the link between sea and land transportation [1, 2]. Considering that the changing role of the ports cover wider functions and greater capabilities, their performance has become even more critical for the success of the overall supply chain performances. Due to the high levels of competition boosted by the inclusion of private ports in industry, there are also visible changes in port management philosophy [3].

Within this point of view, the relationship between ports and port users have become more than a basic buyer-supplier relationship and evolved through the principles of supply chain management by putting a greater emphasis on joint value creation [4, 5]. Now that it has a strategic significance, governance of the relationships with the major port users including liner shipping companies, freight forwarders, cargo owners and customs brokers have gained new aspects to work on such as cooperation and integration [6] [7]. Among all these relations, container terminal-liner shipping company relation has a particular importance with its' sophisticated nature covering many different facets namely operational, financial and contractual relations. Other than that, unlike the relations that the rest of mentioned maritime supply chain actors have with container terminals, the container terminal-liner shipping company relation is direct in all facets and resembles

more of a partnership rather than a simpler buyer-seller relation. With all these aspects, successful governance of this relation plays a key role in maritime supply chains and impacts the satisfaction of rest of maritime supply chain actors [8].

There are two main governance mechanisms that form the relationship management which creates the fundamental differentiation in port management, namely contractual governance and relational governance. While contractual governance determines both the financial and operational liabilities of the parties, relational governance works as a mechanism that shapes the informal side of the relationship with the role of relational norms developed throughout the process. Although the related literature on port network relations partially covers the role of relational norms such as information sharing [9] and flexibility [10], the motive of this study is derived from the need of a theory based qualitative research that would enlighten both facets of the governance mechanisms. In this context, the aim of this study is to carry out an investigation on how these two governance mechanisms function together within the port-port user relationships and how their balance determines the success of the relationship as a whole.

The study is designed as a case study which focuses on Aliğa port cluster where three container terminals with differing managerial structures and technical capabilities are located. Semi-structured interviews were conducted with the representatives of all three terminal operators and five liner shipping companies that works with at least one of the terminals in Aliğa port cluster.

In this framework, the second section is

designed in order to provide the theoretical background on the subject of governance mechanisms. Latter sections respectively give information on the qualitative methodology employed and the results gained from the interviews.

2. Theoretical Background

Interorganizational governance mechanisms are organizational or structural arrangements aiming to determine the behaviors of the parties involved, in a way that would strengthen the relationship and restrain possible exchange hazards [11, 12]. Although there are many theoretical perspectives that are helpful to provide insights on interorganizational exchanges, integration of relational exchange theory (RET) within transactional cost economics (TCE) have proved its' effectuality in terms of explaining the complex and changing nature of the subject [13].

Rooted in institutional economics, TCE suggests that these exchanges can be governed by two different kinds of governance mechanisms, namely "markets" governance through price mechanism and "hierarchies", governance through unified authority structure [14]. The general proposition of TCE is that organizations specify their governance structures by selecting between these two types in order to deal with the exchange hazards that are related with specialized asset investments, difficulties in monitoring and uncertainty [15]. To cope with these hazards, firms may choose to craft formal contracts that are designed to minimize the transactional costs which might occur in any kind of contingency. However, in some cases crafting such contracts might not be as functional or even more costly and would result in firms' decision to vertically integrate [16]. Although this framework has provided valuable information on how firms should design their governance structures appropriately in terms of

safeguarding against unexpected relational outcomes such as opportunistic behavior, it has received criticism for deemphasizing relational and social aspects of interorganizational exchanges [17, 18].

At this point MacNeil [19]'s contribution has widened the scope of the subject and relational governance has been put into focus. Relational governance can be defined as the extent to which exchange partners use relational norms as governance mechanisms with the aim of reaching to a relationship quality level that would enable joint planning and coordination [20, 21]. Unlike the TCE framework, RET perspective focuses on the role of relational norms on mitigating opportunism and seeking mutual interest [22]. In addition to that, this perspective suggests that social structures are more powerful than the institutional ones in terms of explaining the economic behavior of the exchange participants. According to Macauley [23], formal contracts are unnecessary to use in many problems related to the governance of interorganizational relations (IOR), and if they are used, the negative consequences and costs can be high. Thus, governance of the interorganizational relations through social contracting is considered as more effective than formal contracting because of the pragmatic limits of contracting law [19].

Relational norms, being the core constructs that shape the relational governance of interorganizational relations, can be defined as expectations of behaviors that are set by the parties involved in a relationship with the aim of reaching to the collective goals [24, 25]. As they determine the limits of acceptable behavior, relational norms are considered to be critical social constructs that shapes the governance of interorganizational exchanges [26]. Being based on mutuality of interest, norms enhance stewardship behavior and function as a facilitator of the relationships' wellbeing. In other

words, the relational norms framework aims to create a social environment in which the unilateral interests that could harm the relationship as a whole are discouraged and the mutual benefit seeking is appreciated [27]. Although the literature on relational norms is quite broad and steady, still a general agreement on the number and the content of the norms are considered to be problematic. Considering that interorganizational relations may vary in nature due to the type of the relationship (eg. alliance relations, buyer-supplier relations, franchise relations etc.) and also the industrial characteristics, many researchers prefer to eliminate less functional norms in their studies [28].

Similarly, focusing on the terminal operator and liner shipping agency relations in the port industry, this paper takes four of the major relational norms into consideration namely solidarity, flexibility, information sharing and conflict resolution. This selection is carried out with the participants of the interview process by making a comparison between norms in terms of their importance within the port supply chain relations. Table 1 presents the brief explanations of the selected relational norms.

Table 1. Brief Definitions of Selected Relational Norms

Relational Norms	Definition
Information Sharing	Formal and informal sharing of meaningful and timely information between organizations.
Solidarity	Maintenance of the IOR by putting the joint benefits of the parties as the forefront.
Flexibility	A bilateral expectation of willingness to make adaptations as circumstances change.
Conflict Resolution	Application of flexible, informal and personal mechanism to the resolution of conflicts.

Source: Compiled from [20] [29] [30]

Although recent port literature considerably addresses the significance of well managed interorganizational relations within the port network, the main interest was on the issue of port supply chain integration [7, 8, 31]. Major contribution of this stream of literature has been on re-defining the role that ports play in today's competitive environment. Therefore, the managerial suggestions to the ports have been on pointing out the significance of agility [3] and dynamism in IORS [8]. From our point of view, governance mechanisms adopted by the port network actors are also linked with the re-defined role of ports and impacts the change in managerial paradigm. It is expected that the study will be contributive to the port literature by revealing how contracts on one side and the relational norms on the other influence the desired performance outcomes of maritime supply chains.

3. Methodology

Based on the need of carrying out a preliminary study on how relational and contractual mechanisms in port industry work and how they are interrelated, this study adopts a qualitative approach with an explorative nature. With this qualitative framework, the study focuses on a specific port cluster, Aliğa. Container transportation in Aliğa has started in 2009 together with establishment of Nemport as a local terminal operator and TCE Ege as a global terminal operator. In 2017, APM Terminals İzmir, another global actor, has started its' operations and the competition in the region became even denser. Due to the increase of logistics capabilities in the region, the cargo volume that the port cluster aggregately handles have reached to 749.327 TEUs (9,5% of sum of TEUs handled in Turkish container terminals) in 2017 [32]. Beside these increasing shares of the terminals and the competitive structure of the region, another reason that makes

the region suitable for our research is the differences in port governance models of the terminals. As mentioned above, two of the terminals in the cluster, TCE Ege and APM Terminals İzmir, are owned and operated by global terminal operators and Nempot is a local one. Thus, we believe that selecting Aliğa as the research domain fits the requirements of carrying out multiple case study approach as terminals' differences in management and ownership structures is predicted to impact the way they thread relational and contractual governance mechanisms [33].

In accordance with the dyadic nature interorganizational governance, beside the container terminals our research also focused on the liner shipping agencies that work with at least one of the three terminals in Aliğa in order to gain a deeper understanding of these reciprocal relations. In sum, along with the five representatives from the three terminals, five representatives from five different liner shipping agencies have participated to the interview process of the research. For the

participants from the container terminals, sampling consists of total population as it covers representatives from all three terminals in the cluster [34]. However, for the participants from the liner shipping agencies, maximum variation, a kind of purposeful sampling, was employed [35]. In this line, the effort was on involving participants from various company profiles taking their cargo volume, company size, point of origin and alliance membership into consideration. Details of the interviewees and the interview process are presented on Table 2. Upon the request of the participants, the names of their companies and themselves are kept confidential and coded as seen on the table.

In between the dates 05.12.2017 and 25.01.2018 ten semi-structured interviews were carried out with their durations varying from 31 minutes to 1 hour 45 minutes due to the time availability of the participants. The reason behind conducting semi-structured interviews was allowing participants to wander off whenever predetermined questions seem

Table 2. Information on The Interviews

Company Code		Interviewee Code	Title	Date of the Interview	Duration of the Interview
Container Terminals	Container Terminal A	CT-A1	Commercial Manager	05.12.2017	1 h. 6 min.
		CT-A2	Operations Manager	05.12.2017	32 min.
	Container Terminal B	CT- B1	Marketing Assistant	12.12.2017	1 h. 25 min.
		CT-B2	Payment Coordinator	12.12.2017	1 h. 25 min.
	Container Terminal C	CT-C	Deputy General Manager	12.12.2017	31 min.
Liner Shipping Agencies	Liner Shipping Agency A	LSA-A	Agency Manager	18.01.2018	47 min.
	Liner Shipping Agency B	LSA-B	Agency Manager	20.01.2018	1 h. 36 min.
	Liner Shipping Agency C	LSA-C	Manager of Documentation, Operation and Customer Services	23.01.2018	56 min.
	Liner Shipping Agency D	LSA-D	District Representative	23.01.2018	1 h. 45 min.
	Liner Shipping Agency E	LSA-E	Agency Manager	25.01.2018	1 h.

to disfunction in terms of exploring more about the phenomenon [36]. All interviews were recorded with the permissions of the participants. Later on, the recordings were transcribed and translated into English. Coding of the interviews were carried out separately by the authors with the aim of comparing the coding structures to ensure the credibility of the process. In order to achieve trustworthiness of the qualitative research, protocol of Wallendorf and Belk [37] was adapted. Actions taken in order to follow this protocol were; (i) selecting the participants purposively with the aim of achieving transferability, (ii) maintaining the data collection till the data saturation is achieved considering the dependability concerns and (iii) all personal knowledge on the research topic was documented right before each interview so that possible biases would be clarified and the confirmability of the study would be achieved.

4. Findings

4.1. Findings on Contractual Governance Mechanism

In order to figure out how liner shipping companies differ in their contractual governance mechanisms with the terminal operators in Aliğa port cluster, the first section of the interviews was focused on finding out whether there are differences in the content of the contracts or not. It is revealed that main function of the contracts is to set the port tariffs. Other than the tariffs, liabilities of the parties and the procedures on the joint processes is considered as more optional and thus stand as the factor that causes the differences in the content. When it comes to the tariffs it is detected that the differences are resulted from the cargo volumes of the liner shipping companies besides the range of the services that they demand from the terminal operator. However, in terms of inclusion of the liabilities and procedures in details, the contracts have greater diversity.

This diversity in the application is stated to be related with the **organizational culture** of both of the companies and again with the **cargo volume** of the liner shipping company. Focusing on both of these factors, the following statement of the terminal operator representative reveal how they are linked with the content diversity of the contracts.

CT-A1: With some of the shipping lines even a 2 pages long contract can be alright, but in contrast you can also see contracts that are 50 pages long. This might be related with the need of elaboration or the corporate cultures. As an example for the first case, it wouldn't be necessary to have a very detailed contract with a shipping line that would only use your terminal for a very limited handling volume –e.g.5000 TEU. So the volume can be determining. But there might be some shipping lines or container terminals which would always stick on detailed contracts without taking the work volume into account. Our preference is, for instance, to have detailed contracts that would cover all the clauses related to working conditions, insurance issues and the payment terms.

Another terminal operator representative also indicates that, the contracts that they prefer are detailed in content, covering both sides' liabilities especially on the topic of productivity undertakings.

CT-B1: Contracts cover the undertakings of both sides. For instance, in the contracts with the shipping lines our undertaking on productivity takes place. It includes the details of moves per hour and how much is needed to be paid if we perform below or over that level. Contracts also may cover some details on berthing. For instance, we can determine a specific time that one of our berths will be

assigned solely on this shipping line. If the vessel arrives out of that time period, then we can charge them. But if the vessel arrives at time and we have a problem in terms of berth availability, then it is us to be charged.

Similar to the above statements, one of the liner shipping agency representative states that having detailed contracts is also preferred by their side and links it with the organizational culture by making a comparison with the relatively smaller liner shipping companies in the industry.

LSA-B: Our company uses the same contract format in all of its relations with the terminal operators. It's a very detailed contract form. It's a result of being a big company. Every time an undesirable situation arises, our company adds new clauses on that particular issue so the contract gets updated and more detailed over time. Different from the contracts that our competitors have, probably ours have more pages on standard operating procedures. Probably most of the smaller companies only have a contract that is used as a price list for the port services. In our way of doing business, contract is the most appropriate place in order to enlighten the liabilities of both sides and how joint procedures should be handled. We see and use it more like a manual.

Unlike the above examples, statements of the liner shipping company representatives that do not feel the need of having such detailed contracts are presented below.

LSA-C: Our contracts involve the tariffs only. In terms of the liabilities, both of the parties well know their duties as all the processes are standardized. For instance, "damaged containers" is an issue that might be involved in many contracts. However, our contract doesn't need to involve any

statement on that issue as it is now a fixed procedure and each party knows what is expected from their side.

LSA-A: Apart from the tariffs, contracts may involve some operational liabilities of the both sides (e.g. berthing procedures, quay cranes' move per hour). We do not need such details to be included in our contracts. But of course we demand information on the technical capacity and the operation procedures of the terminal operator and make an evaluation before accepting the tariffs that are proposed by their side. In the end, if any problem occurs shifting to another terminal is always an option.

In the light of these statements, it can be said that the reasons behind not having detailed contracts may also vary as it can be a result of the trust between the parties and/or a result of not feeling dependent considering there are other terminal options. Especially the second reason is more related with the competitive environment of the Aliğa port cluster which also increase the bargaining power of the liner shipping companies against the terminal operators. Below comment of the liner shipping company representative also provides insight on how power based on low dependence shapes the contractual governance from the side of liner shipping agencies.

LSA-D: In Turkey, generally agencies may be willingly reject having detailed contracts as any negative outcome caused by the grey zones in the contract is more likely to be advantageous for their side. Thus, we see that many of the contracts include only the tariffs to be applied and a really few statements on the liabilities of the parties'.

4.2. Findings on the Interplay between Contractual and Relational Governance Mechanisms

With the aim of understanding how relational governance influence the

contractual relationship between terminal operators and the liner shipping agencies, the final section of the interviews was focused on getting comments on the interplay between the two governance mechanisms. Although the findings on the previous section revealed that the scope of the contractual governance varies widely based on companies' way of doing business, their viewpoints are more common on the interplay between two governance mechanisms as they all expect the subsidiary role of relational governance in their contractual relationships. In other words, rather than solely focusing on the contractual governance it is found out that both parties see relational governance more functional in terms of determining the nature of their relationships. The following statements of the representatives from CT-A reveal how social elements play a role in their relationships with the liner shipping agencies.

CT-A2: If the relationship between the parties is considered as a good relationship, then any problem can be solved through ironing out. If the other party always rely on the contracts, it means that they have already given up on finding out a solution through communication.

CT-A1: Of course you can always rely on the contract but I think in any kind of problem the first attempt should be jointly finding out a solution without damaging the relationship. If you buy a sweater from a store and then see that there is a problem about it, you can easily decide to never shop from that store again. But maritime business is different from many other businesses as it involves very limited number of actors. Even right after you shifted to another terminal, you might have to work with that terminal again, for instance in a case that you take slots from another shipping line.

When the role of relational norms is considered, the situational examples provided by the interviewees have demonstrated how each norm functions in establishing relational governance. For instance, the below example underlines how behaviors based on solidarity helps to keep relationship quality at high levels and hinders the possible harms to the relationship that would result from the application of contract clauses.

LSA-E: In our contracts, we request productivity undertakings from the terminal operators. However, an operation might have a hitch due to the compelling reasons. In such cases, we do not give utterance to the contract statements at first. Because, in another operation it might be our vessel that makes the operation problematic, and thus we might be the party that is making terminal waste their time. In our point of view, developing mutual comprehension should be considered essential and opportunistic behaviors should be eliminated.

On the other hand, flexibility is considered as another important relational norm that shapes relational governance. Due to the high level of competition between terminal operators in Aliğa port cluster, it is believed to be a crucial determinant of the satisfaction from the relationship in the eyes of the liner shipping agencies. Representative from CT-C underlines this matter as follows:

CT-C: Importance of flexibility in our relations with port users is obvious. Especially in Turkish business life, the actors don't tend to accept the tough rules. In my opinion, flexibility is even more important than the service quality to be considered as successful in the port users' point of view.

However, as the definition of the term flexibility in port industry is broad and covers making necessary adjustments both in operational and financial manners, it is better to discuss this issue by making the separation between these two aspects. The following quotations demonstrate examples on flexibility in operational manner that would eliminate the related contract clauses in order to maintain the relationship without causing dissatisfaction.

LSA-C: Terminal operator demands us to inform them one day before for our stuffing requests. But from time to time, we may forget to inform. This is where the bilateral relations play the role. If you have a good relation, no matter what is written on the contract, the other party would do their best to help you with that operation.

CT-C: For the berthing operations, we have this rule called berthing window. However, from time to time the vessel may arrive outside the berthing window that we have declared to the shipping line. In such situations, the shipping lines generally demand us to be flexible and we do our best to help them.

Nevertheless, limits of flexibility demands coming from the liner shipping companies is underlined to be the factor that determines whether it will have positive or negative impacts to the relationship overall.

CT-A2: Being flexible is necessary but it is important to keep it in a level below impossible. Operational limits should always be considered and the range of flexibility mustn't surpass these limits. Otherwise, the results would be negative for all the parties.

Unlike operational flexibility, financial flexibility is stated to be problematic. Considering that contracts determine the

financial aspects of the relationship at least for a period of one year, it is believed that demanding such adjustments before the expiration may not always be welcomed and might even be harmful for the wellbeing of the relationship. However, again linked with the competitive environment that the terminals in Aliğa are facing with, terminal operators stated that such demands are occasionally voiced by the shipping lines. The following statement of LSA-D provides insight on financial flexibility demands of the liner shipping companies.

LSA-D: Let's be realistic. In the business life, none of the parties have to play by the rules. Even though the duration of the contract is not over, in many cases liner agencies may recommend revisions especially in the tariffs. This is mostly because of the rapid changes in the economy. Considering that costs resulted from the port operations have an important share in the overall costs of a liner shipping company, such demands for flexibility in contracts are natural. The question is whether the terminal operator company has the power to reject such demands or no. Considering the competition, it wouldn't always be easy to say no.

Apart from the competitive environment, one of the liner shipping company representative mentioned that meeting the flexibility demands is also related with the organizational structure of the terminal. It is stated that the degree of flexibility provided by the terminals in Aliğa port cluster differs due to differences in their organizational structures.

LSA-A: The reaction of the terminal operators to the demands for change varies due to their corporate structure and management style. In Aliğa two of the terminals are a branch of global

terminal operator company and one of the terminals is a local one. Global companies may consider many of the demands odd and meeting such demands may be hard for them. They would have harder and longer demand approval procedures. While the local terminal easily makes the decision on whether saying yes or no to our demand, the global ones need more time to evaluate. Although their personnel would like to help you, it might not be possible at the end.

When it comes to the norm of **information sharing**, all the participants agree on the importance of this norm, stating that the performance of the container terminal-liner shipping agency relationships are underlined on correct and timely information exchange. Although contracts partially cover the procedures of information sharing and the scope of the information to be shared, the impact of relational governance on these processes is found out to be more determinative. Especially, sharing information on events or changes that may affect the other party is expected by both sides and considered to be a sign of putting value on the relationship. The following example provided by LSA-D demonstrates how such an attempt by the container terminal is evaluated from the point of views of the liner shipping agencies.

LSA-D: For example, from time to time the terminal may warn us about our cargo when there is a potential problem about the customs. By the side of the terminal, such information sharing is not compulsory and even the problem that we face with customs may make them earn more storage fee from us. But still, sharing that information shows how much they value our relationship's wellbeing and how trustworthy they are.

On the norm of **conflict resolution**, participants state that facing with conflicts is common and mainly occurs because of the operational factors (e.g. damaged cargo, berth availability, congestions at the terminal area). Although many of the contracts involve clauses on the liabilities of the parties at the times such conflicts arise, resolution of the majority of the operational conflicts are informally standardized and carried out without referring to the contracts. Thus, both terminal operators and liner shipping agencies underline that rather than the frequency of the conflicts it is the attitude of the other party that constitutes the wellbeing of the relationship. In this manner, maintaining the two-way communication and creating the atmosphere of joint problem solving are considered to be key success factors in eliminating the conflicts.

5. Discussion and Conclusion

The conclusion of this study is that relational governance of port-liner shipping agency relations play a more significant role in determining the quality of the relationship when it is compared to the contractual governance. Even though the role of contracts is considered to be important for the monetary aspect of the relationships, it is found out that not many companies attach great importance to having a detailed contract which wouldn't leave any grey zones on the liabilities. In the case of Aliğa, one explanation for this might be that the high competition between the terminals decrease the dependency of the liner shipping companies to a particular terminal. Thus, liner shipping agencies do not feel the need of securing themselves through the contractual governance mechanism knowing that the terminals are already aware of damaging their relation will be more costly for them. On the other hand, it is found out that, rather than the imbalance on dependence, in

some cases trust between the parties play a role in trivialization of the contractual governance. In fact, trust is seen not only as the antecedent of relational governance but also the consequence of it, because handling the conflicts through communication rather than relying on the contract is considered to be a sign of value placed to the relationship.

As argued by Macauley [23], our case also demonstrate that relational governance is at highest importance in managing interorganizational relations and strictness of the formal contracts is considered as a sign of distrust. Also, it is safe to state that terminals' tendency to rely on relational governance is even a selection criterion for many liner shipping agencies. In this sense, development of relational norms within the terminal-liner shipping agency relationships make the terminals more competitive as it makes the liner shipping agencies more satisfied and committed to the relationship. Especially the development of the norm of flexibility is found to be crucial considering that nature of the many logistics activities request related parties to be able to make necessary adjustments whenever needed. On the other hand, the other three norms that this study covers (information sharing, solidarity and conflict resolution) are considered to be significant in creating an atmosphere in the relationship that helps to build trust and commitment. Thus, both sides of the relationship see these norms as facilitators of the future of the relations.

When all these findings on the roles that norms play are aggregated, MacNeil's [19] criticism to TCE framework on overlooking the relational constructs in economic exchanges prove to be right. Our findings also demonstrate that both container terminals and liner shipping agencies expect more than a simple buyer-seller relation and demand to experience bilateral favors. Therefore, RET perspective, as it underlines the significance of the positive

exchange atmosphere and the incapability of the formal contracts in safeguarding opportunism, explains more of the general characteristics of container terminal-liner shipping agency relations in our cases. In this respect, our findings are in line with the findings presented in the literature on the issue of interplay between governance mechanisms [17] [22].

Although our findings reveal that relational governance appears to be at great importance in Aliğa port cluster, not every container terminal-liner shipping agency relation within this cluster are governed exactly with the same degree of rationalism. Especially, cargo volume of the liner shipping agency (as it determines the bargaining power) and the fit between organizational cultures of both companies is considered as important determinants that shape the tendency on relationships' positioning in between relational and contractual governance mechanisms. For instance, it is observed that two global terminal operators and the liner shipping companies with strict monitoring from the headquarters are relatively less able to satisfy the opposite parties when they ask for favors. Still, even though the bureaucratic difficulties exist, all of the said organizations point out that they are well aware of the role that the norms play in Aliğa port cluster and that they do their best in order not to fall back from competition. On the contrary, the local container terminal and the liner shipping agencies with higher independence in terms of managing their IORs without headquarter interventions, appear to be willing to develop trust based exchanges. Thus, the contracts that these organizations craft are apparently more fine-tuned.

Due to the qualitative nature of this study, findings are only at an exploratory level. By carrying out a quantitative research on the very same research questions, more generalizable findings can

be achieved. For this purpose, it is believed that developing industry specific scales for measuring relational norms could also be very contributive to the field. Besides that, a broader sampling involving other port industry actors such as freight forwarders and cargo owner companies could also deepen our understanding of interorganizational relations and governance mechanisms in the context of maritime transport chains.

References

- [1] Carbone, V. and De Martino, M. (2003). The changing role of ports in supply-chain management: An empirical analysis. *Maritime Policy & Management*, 30 (4): 305-320.
- [2] Yıldırım, C. and Deveci, D.A. (2016). Integration of maritime transportation to supply chains: A literature review and suggestions for further research. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 63-81.
- [3] Paixao, A.C. and Marlow, P.B. (2003). Fourth generation ports- A question of agility?. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33 (4): 355-376.
- [4] Robinson, R. (2002). Ports as elements in value-driven chain systems: The new paradigm. *Maritime Policy & Management*, 29 (3), 241-255.
- [5] Lee, E-S. and Song, D-W. (2010). Knowledge Management for Maritime Logistics Value: Discussing Conceptual Issues. *Maritime Policy & Management*, 37 (6), 563-583.
- [6] Bichou, K. and Gray, R. (2004). A logistics and supply chain management approach to port performance measurement". *Maritime Policy & Management*, 31 (1): 47-67.
- [7] Song, D-W. and Panayides, P.M. (2008). Global supply chain and port/terminal: Integration and competitiveness. *Maritime Policy & Management*, 35 (1): 73-87.
- [8] De Martino, M., Marasco, A. and Morvillo, A. (2012). Supply chain integration and port competitiveness: A network approach. In *Supply Chain Innovation for Competing in Highly Dynamic Markets: Challenges and Solutions* (pp. 62-77). IGI Global.
- [9] Seo, Y-J., Dinwoodie, J. and Roe, M. (2016). The influence of supply chain collaboration on collaborative advantage and port performance in maritime logistics. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19 (6): 562-582.
- [10] Shi, L. (2015). A study on port logistics supply chain and its flexibility operation mechanism in Guangxi Beibu Gulf based on the fourth generation port theory. *Proceedings of the International Conference on Management Science and Management Innovation*, 480-484.
- [11] Huang, M. C., Cheng, H. L. and Tseng, C. Y. (2014). Reexamining the direct and interactive effects of governance mechanisms upon buyer-supplier cooperative performance. *Industrial Marketing Management*, 43(4), 704-716.
- [12] Das, T.K., and Teng, B-S. (1998). Between trust and control: Developing confidence in partner cooperation in alliances. *Academy of Management Review*, 23 (3) 491-512.
- [13] Cao, Z. And Lumineau, F. (2015). Revisiting the interplay between contractual and relational governance: A qualitative and meta-analytic investigation. *Journal of Operations Management*, 33-34 (2015), 15-42.
- [14] Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications: A study in the economics of internal organization*. New York: Free Press-MacMillan.
- [15] Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism*. New York: Simon and Schuster.

- [16] Poppo, L., and Zenger, T. (2002). Do formal contracts and relational governance function as substitutes or complements?. *Strategic Management Journal*, 23(8), 707-725.
- [17] Pilling, B. K., Crosby, L. A. and Jackson, D. W. (1994). Relational bonds in industrial exchange: An experimental test of the transaction cost economics framework. *Journal of Business Research*, 30(3), 237-251.
- [18] Carson, S. J., Madhok, A. and Wu, T. (2006). Uncertainty, opportunism and governance: The effects of volatility and ambiguity on formal and relational contracting. *Academy of Management Journal*, 49(5), 1058-1077.
- [19] MacNeil, I. R. (1980). Economic analysis of contractual relations: Its shortfalls and the need for a rich classificatory apparatus. *Northwestern University Law Review*, 75(6): 1018-1063.
- [20] Heide, J. B., and John, G. (1992). Do norms matter in marketing relationships?. *The Journal of Marketing*, 56 (2): 32-44.
- [21] Wang, E. T. and Wei, H. L. (2007). Interorganizational governance value creation: coordinating for information visibility and flexibility in supply chains. *Decision Sciences*, 38(4), 647-674.
- [22] Achrol, L. R. S. and Gundlach, G. T. (1999). Legal and social safeguards against opportunism in exchange. *Journal of Retailing*, 75(1), 107-124.
- [23] Macauley, S. (1963). Non-contractual relations in business: A preliminary study. *American Sociological Review*, 28(1), 55-67.
- [24] Gibbs, J. P. (1981). Norms, deviance, and social control: Conceptual matters. New York: Elsevier Science Ltd.
- [25] Moch, M. K., and Seashore, S. E. (1981). How norms affect behaviors in and of corporations. In *Handbook of Organizational Design*. 1, 210-237, New York: Oxford University Press.
- [26] Griffith, D. A. and Myers, M. B. (2005). The performance implications of strategic fit of relational norm governance strategies in global supply chain Relationships. *Journal of International Business Studies*, 36(3), 254-269.
- [27] Gundlach, G. T. and Achrol, R. S. (1993). Governance in exchange: Contract law and its alternatives. *Journal of Public Policy & Marketing*, 12(2), 141-155.
- [28] Ivens, B.S. (2004). How relevant are different forms of relational behavior? An empirical test based on Macneil's exchange framework. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 19(5), 300-309.
- [29] Kale, P., Singh, H. and Perlmutter, H. (2000). Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: Building relational capital. *Strategic Management Journal*, 21(3), 217-237.
- [30] Blois, K.J. and Ivens, B.S. (2006). Measuring relational norms: Some methodological issues. *European Journal of Marketing*, 40 (3), 352-365
- [31] Franc, P. and Van der Horst, M. (2010). Understanding hinterland service integration by shipping lines and terminal operators: A theoretical and empirical analysis. *Journal of Transport Geography*, 18(4), 557-566.
- [32] Ministry of Transport and Infrastructure, Statistical Information System-Container Statistics, https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_konteyner.aspx (Access Date:10.09.2018)

- [33] Yin, R.K. (2003). Case study research: Design and methods. London: SAGE Publications.
- [34] Morse, J.M. (1991). Strategies for sampling. In Qualitative Nursing Research: A Contemporary Dialogue (Morse, J.M. ed.) SAGE. New Bury Park: CA. pp. 127-145.
- [35] Patton, M. Q. (1990). Qualitative evaluation and research methods. SAGE Publications, inc.
- [36] Berg, B.L. (2000). Qualitative research methods for the social sciences, California: Allyn and Bacon
- [37] Wallendorf, M. and Belk, R. W. (1989). Assessing trustworthiness in naturalistic consumer research. ACR Special Volumes. 69-84.

Acknowledgement

Former version of this article was presented as a proceeding at the 17th International Business Congress under the title of "An Investigation on the Interplay between Contractual and Relational Governance Mechanisms in Port Industry".



Gemi Kesiti için Yalpa Merkezi Konumunun Yalpa Sönümüne Etkisi

Burak YILDIZ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Türkiye
yildizburak23@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0559-8772>

Özet

Viskoz yalpa sönümünün doğru olarak hesaplanması gemilerin yalpa hareketinin analizi için önemlidir. Zorlanmış yalpa testi veya serbest bırakma testi uygulanarak gemilerin viskoz yalpa sönümü deneysel ve sayısal olarak hesaplanabilir. Ayrıca deneysel veriler kullanılarak geliştirilen yarı ampirik formüller de viskoz yalpa sönümü tahmininde kullanılabilir. Bu çalışmada bir gemi orta kesiti için yalpa merkezi konumunun yalpa sönümüne etkisi deneysel, sayısal ve Ikeda yarı ampirik metoduyla incelenmiştir. Yalpa merkezinin dikine konumu kaide hattı ve güverte hattı arasında değiştirilmiştir. Yalpa sönüm katsayıları yalpa omurgaya sahip bir gemi orta kesitine zorlanmış yalpa testi uygulanarak deneysel ve sayısal (HAD yöntemi) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Ikeda tarafından önerilen yarı ampirik formül ile de sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sayısal sonuçların deneyler ile uyum içinde olduğu ve Ikeda metodundan daha yaklaşık sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Viskoz Yalpa Sönümü, Yalpa Merkezi, Ikeda Metodu, HAD.

Effect of the Roll Center Position on the Roll Damping of a Ship Section

Abstract

The accurate calculation of the viscous roll damping is important for the estimation of the ship roll motion. Viscous roll damping can be calculated experimentally or numerically using forced roll oscillation or free roll decay tests. Semi-empirical formulae derived from experiment data can also be used for the prediction of viscous roll damping. In this study, the effect of the roll center position on the roll damping of a ship midsection was investigated experimentally, numerically and by using Ikeda's semi-empirical method. The vertical position of the roll center were shifted from near-bottom to main deck level of the ship section. The roll damping coefficients were obtained experimentally and numerically (CFD) by applying forced oscillation tests to the ship midsection with bilge keels. Semi-empirical Ikeda method was also used for the comparison of the results. It was observed that the numerical results are in good agreement with experimental results and the estimation of roll damping with numerical method is better than Ikeda method.

Keywords: Viscous Roll Damping, Roll Center, Ikeda Method, CFD.

1. Giriş

Dizayn aşamasında gemi hareketlerinin doğru bir şekilde hesaplanması ileride geminin karşılaşılabileceği olası tehlikeli durumların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Gemi hareketlerinin hesaplanmasında kullanılan potansiyel teoriye dayalı yöntemler yalpa hareketi dışındaki gemi hareketlerini doğru bir şekilde tahmin edebilmektedir. Potansiyel teorinin yalpa hareketi tahmininde yetersiz kalması viskoz etkilerden kaynaklanmaktadır. Yalpa hareketi dışındaki diğer gemi hareketlerinde ortaya çıkan viskoz etkiler ihmal edilebilir ancak yalpa hareketinde bu etkiler hesaba katılmadan doğru bir hesaplama yapılamaz. Bu sebeple yalpa hareketini doğru olarak belirlemek için viskoz yalpa sönümünü hesaba katmak gerekir.

Viskoz yalpa sönümü hesabına yönelik ilk çalışmalar deneysel olarak yapılmıştır ve daha sonradan deneysel veriler kullanılarak yarı ampirik formüller geliştirilmiştir. Ikeda tarafından geliştirilen yarı ampirik hesap yöntemi günümüzde en yaygın olarak kullanılan ve en doğru sonuç veren olarak bilinir ve ITTC [1] tarafından da önerilmiştir. Ayrıca önümüzdeki yıllarda yürürlüğe girmesi planlanan ikinci nesil hasarsız stabilite kriterlerinin hesabında da yalpa sönümü tahmini için Ikeda metoduna yer verilmiştir [2]. Deneyler ve formüller Ikeda ve Himeno tarafından açık literatürde detaylı olarak yayınlanmıştır [3-5]. Ikeda tarafından yapılan deneylerde eski tip klasik tekne formları kullanıldığından dolayı, önerilen yöntem günümüzdeki modern tekne formlarının yalpa sönümü hesabı için elverişli değildir. Örnek olarak Kawahara, vd. [6] tarafından yapılan çalışmada Ikeda metodunun yüksek ağırlık merkezine sahip olan gemilere uygun olmadığı gösterilmiştir. Deneylerin zaman ve maliyet bakımından dezavantajlı olması ve Ikeda metodunun yeni nesil forma sahip gemilerde elverişsiz olması araştırmacıları viskoz yalpa sönümü

hesabında yeni yöntemler aramaya yöneltmiştir. Son yıllarda Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) programlarının gemi direnç ve hareketleri problemlerinde kullanılması ve başarılı sonuçlar elde edilmesi araştırmacıları viskoz yalpa sönümünü HAD programları yardımıyla sayısal olarak hesaplamaya yöneltmiştir. Yapılan çalışmalarda iki boyutlu ve üç boyutlu modeller için yalpa sönüm katsayıları sayısal olarak hesaplanmış ve deneyler ile doğruluğu gösterilmiştir [7-14]. Yalpa sönümünün HAD yöntemi ile sayısal olarak hesabı deneysel yöntemlere iyi bir alternatiftir ve zaman ve maliyet bakımından daha avantajlıdır. Ancak yine de Ikeda metodu gibi kısa sürede sonuç alabilecek kadar pratik değildir. Son yıllarda sayısal hesaplamalar kullanılarak Ikeda metodunun geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yıldız, vd. [15-16] tarafından yapılan çalışmada düşük su çekimine sahip gemiler için yalpa sönüm katsayıları HAD yöntemi ile sayısal olarak hesaplanmış ve deneysel sonuçlarla doğrulanmıştır. Ayrıca sonuçlar Ikeda metodu ile karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada Ikeda metodunun düşük su çekimlerinde yalpa sönüm katsayısını fazla hesapladığı gösterilmiştir ve bu hatanın kaynağı sayısal çözücü yardımıyla detaylı olarak araştırılmıştır. Sonuç olarak Ikeda metodunun yalpa sönüm katsayısı hesabında tekne etrafındaki basınç dağılımını düşük su çekimlerinde yanlış hesapladığı ve bunun geliştirilmesi gerektiği önerilmiştir. Kampen [17] ise yaptığı çalışmada iki boyutlu FPSO kesiti için zorlanmış yalpa hareketi uygulayarak, yalpa sönüm katsayılarını HAD yöntemi ile sayısal olarak ve Ikeda metodunu kullanarak hesaplamış ve ayrıca sayısal sonuçları deneylerle doğrulamıştır. Ikeda metoduyla olan farklılıkları göstererek, farklılıkların neden kaynaklandığını göstermiş ve Ikeda tarafından önerilen yöntemi geliştirmiştir. Söder, vd [18] ise yaptığı çalışmada Ikeda

metodunu modern forma sahip gemilere uygulamıştır ve kaldırma ve yalpa omurgası sönüm bileşenlerini detaylı olarak incelemiştir. Ikeda metodunun yalpa omurgası kaldırma kuvvetini ve kaldırma kaynaklı sönüm bileşenini hatalı olarak hesapladığını göstermiş ve HAD yöntemine dayalı sayısal çözücü kullanarak kaldırma katsayısı hesabı için yeni bir formül önermiştir. Sonuç olarak revize edilen Ikeda metodu ile klasik tipte olmayan modern forma sahip gemiler için yalpa sönüm katsayılarını hesaplamış ve model testleri ile doğruluğunu göstermiştir. Yalpa sönüm katsayısı geminin formuna (yuvarlak veya keskin kenarlı olması gibi), takıntılara (yalpa omurgası, fin, dümen), gemi su çekimine, yalpa merkezine göre değişiklik gösterir ve yalpa sönüm katsayısı tahmini için yeni bir formül geliştirirken her bir parametre için incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yalpa omurgasına sahip bir gemi kesiti için yalpa merkezinin dikey konumunun yalpa sönümüne olan etkisi incelenmiştir. Yalpa omurgasına sahip bir gemi orta kesit modeli için üç farklı yalpa merkezi konumunda zorlanmış yalpa testleri yapılarak viskoz yalpa sönüm katsayıları deneysel ve HAD yöntemi ile sayısal olarak elde edilmiştir. Yalpa sönüm katsayıları Ikeda metodu kullanılarak da hesaplanmıştır. Ikeda metodu yalpa merkezinin düşük ve orta seviyede olduğu durumlarda deneyler ile uyumlu ancak yüksek yalpa merkezi konumu için farklı sonuçlar göstermiştir. Sayısal sonuçlar

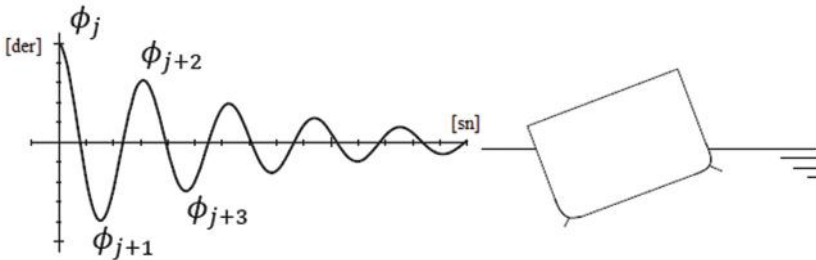
ise bütün yalpa merkezi konumları için deneyler ile uyumlu sonuçlar göstermiştir.

2. Viskoz Yalpa Sönümünün Hesaplanması

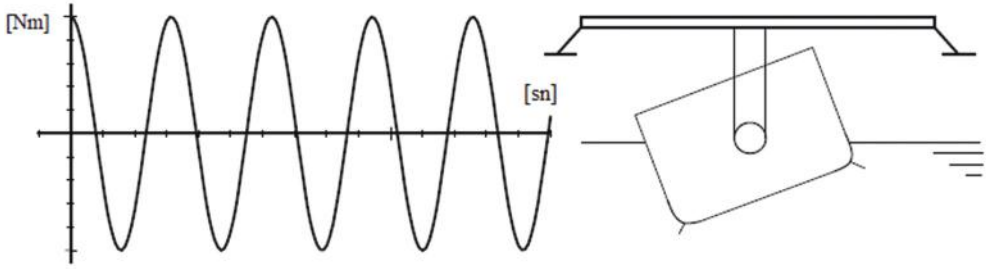
2.1. Deneysel Yöntemler

Deneysel olarak viskoz yalpa sönümünün hesaplanmasında iki farklı yöntem vardır. Bunlar serbest bırakma testi ve zorlanmış yalpa testi olarak adlandırılır. Serbest bırakma testi diğer teste göre uygulaması daha basit ve daha ucuz bir yöntemdir. Serbest bırakma testinde model sakin suda sıfır hızda veya ileri bir hızda ilerlerken belli bir açıya kadar getirilip serbest bırakılır. Model doğal frekansında salınım yapar ve yalpa genliği azalarak hareket eder (Şekil 1). Bu hareketi yaparken yan öteleme ve savrulma gibi yatay hareketler kısıtlanır, dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri serbest bırakılır. Yalpa genliklerindeki azalma miktarlarından viskoz yalpa sönümü hesaplanır.

Zorlanmış yalpa testi serbest bırakma testine göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Model sabit bir eksende yalpa hareketine maruz bırakılır. Bu yöntemde yalpa hareketi haricindeki diğer hareketler kısıtlanır. Dolayısıyla tek serbestlik dereceli bir hareket uygulanır (Şekil 2). Modele sakin suda, sıfır hızda veya ileri bir hızda istenilen açı ve istenilen frekansta hareket edecek şekilde kuvvet uygulanır. Hareket stabil konuma gelene kadar modele zorlanmış kuvvet uygulanmaya devam edilir. Modele uygulanan hidrodinamik moment hesaplanır ve bu moment yardımıyla viskoz yalpa sönümü hesaplanır.



Şekil 1. Serbest Bırakma Testi



Şekil 2. Zorlanmış Yalpa Testi

2.2. Ikeda Metodu

Viskoz yalpa sönümünün pratik olarak hesaplanması için araştırmacılar tarafından deney sonuçları kullanılarak yarı ampirik formüller geliştirilmiştir. Bu formüllerden en bilineni ve günümüzde de en yaygın olarak kullanılanı Ikeda tarafından geliştirilmiştir. Ikeda yalpa sönümünü beş ayrı bileşene ayırarak her bir bileşen için formül önermiştir ve viskoz yalpa sönümünü hesaplamıştır. Bu bileşenler dalga, kaldırma, sürtünme, girdap ve yalpa omurgası sönüm bileşenleridir.

$$B_e = B_W + B_L + B_F + B_E + B_{BK} \quad (1)$$

Bu bileşenler yalpa genliği, yalpa frekansına ve ileri hıza bağlı olarak değişebilirler ve bu etkiler Ikeda tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Bu bileşenlerden sadece dalga kaynaklı olan sönüm viskozite kaynaklı değildir ve potansiyel teori kullanılarak hesaplanabilir. Himeno [5] ayrıca gemi ileri hızından kaynaklanan kaldırma bileşenini de dalga bileşeni ile birlikte viskoz olmayan sönüm bileşeni olarak ayırabileceğimizi ve geriye kalan diğer üç bileşenin de viskoz bileşen olarak sınıflandırabileceğimizi önermiştir.

2.3. Sayısal Yöntemler

Gemi hareketleri hesabında kullanılan potansiyel teoriye dayalı yöntemler günümüzde de en pratik çözüm olarak kullanılırlar. Ancak potansiyel teoride viskoz etkiler hesaba katılmamaktadır ve sadece dalga kaynaklı sönüm hesaplanabilir. Viskoz sönümün hesaplanmamasından dolayı da

potansiyel teori gemi yalpa hareketinin gerçeğe yeterince yakın hesaplanmasında yetersiz kalmaktadır. Viskoz etkilerin hesaba katıldığı yöntemlerin kullanılması gemi yalpa hareketinin tahmininde daha doğru sonuçlar almamıza olanak sağlayacaktır. Son yıllarda bilgisayar hesaplama gücündeki artış ile birlikte HAD alanında yaşanan gelişmeler araştırmacıları viskoz yalpa sönümü hesabında sayısal çözümler kullanmasına yöneltmiştir. Bu yöntemle yalpa hareketi esnasında tekne etrafındaki akış sayısal olarak çözülür. Sonlu hacimler yöntemi kullanılarak tekne etrafındaki hız, basınç ve türbülans gibi değişkenler Reynolds Averaged Navier-Stokes denklemlerinin sayısal olarak çözülmesiyle elde edilir. Sonuç olarak tekne yalpa hareketi esnasında tekneye etkileyen hidrodinamik moment sayısal olarak hesaplanır ve bu moment kullanılarak yalpa sönüm katsayısı elde edilir.

3. Yalpa Sönüm Katsayısının Hesaplanması

Bu çalışmada yalpa sönüm katsayıları zorlanmış yalpa testi uygulanarak deneysel ve sayısal olarak hesaplanmıştır. Zorlanmış yalpa testinde modele uygulanan kuvvet ile teknenin harmonik bir şekilde hareket etmesi sağlanır. Uygulanan zorlayıcı kuvvet sonucu tekne yalpa hareketi aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\phi(t) = \phi_a \sin(\omega t) \quad (2)$$

Burada $\phi(t)$ yalpa açısını, ϕ_a yalpa genliğini, ω ise yalpa frekansını gösterir. Zorlayıcı yalpa momenti sonucu oluşan yalpa

hareketi denklemi;

$$(I_{44} + A_{44})\ddot{\phi} + B_{44}(\dot{\phi}) + C_{44}(\phi) = M_{44}(t) \quad (3)$$

şeklinde yazılır. Burada $(I_{44} + A_{44})\ddot{\phi}$ ile gösterilen terim gemi kütle atalet momenti ve ek su kütlesi atalet momentinin toplamını, $B_{44}(\dot{\phi})$ yalpa sönüm momentini, $C_{44}(\phi)$ doğrultma momentini ve $M_{44}(t)$ ise zorlayıcı momenti gösterir. Bilinen terimler eşitliğin sağ tarafına alındıktan sonra denklem;

$$A_{44}\ddot{\phi} + B_{44}\dot{\phi} = M'_{44}(t) \quad (4)$$

şeklini alır. Burada $M'_{44}(t)$ hidrodinamik yalpa momentini ifade eder. Hidrodinamik yalpa momentine Fourier dönüşümü uygulanması sonucu ek kütle ve yalpa sönüm katsayıları aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$A_{44} = \frac{1}{\pi\phi_a\omega} \int_0^T M'_{44} \sin(\omega t) dt \quad (5)$$

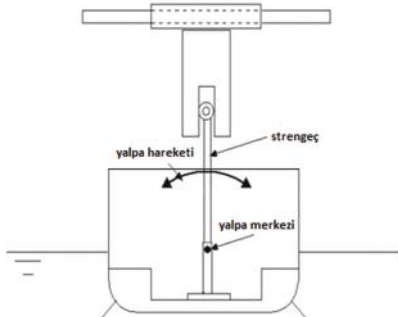
$$B_{44} = \frac{-1}{\pi\phi_a} \int_0^T M'_{44} \cos(\omega t) dt \quad (6)$$

Elde edilen ek kütle ve sönüm katsayıları ise;

$$\hat{A}_{44} = \frac{A_{44}}{\rho AB^2} \quad (7)$$

$$\hat{B}_{44} = \frac{B_{44}}{\rho AB^2} \sqrt{\frac{B}{2g}} \quad (8)$$

şeklinde boyutsuz hale getirilir. Burada B gemi genişliğini, A gemi orta kesit alanını, ρ su yoğunluğunu ve g yerçekimi ivmesini ifade eder. Bu çalışmada ek kütle katsayıları hesaplanmamıştır, sadece boyutsuz yalpa sönüm katsayıları sonuçları verilmiştir.

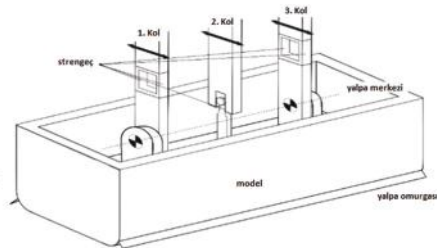


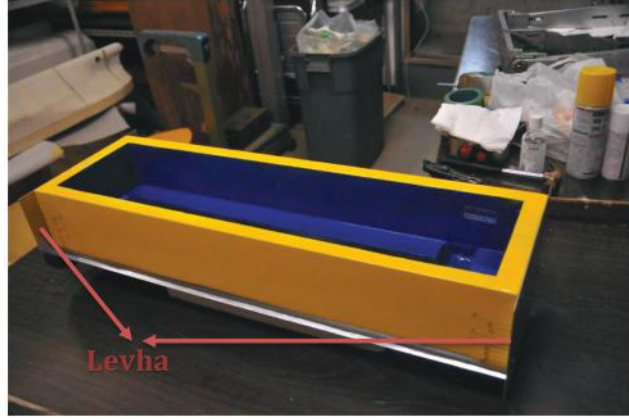
Şekil 3. Zorlayıcı Yalpa Mekanizması

4. Deneysel Hesaplamalar

Bu çalışmada deneysel hesaplamalar için Seri 60 formunun iki boyutlu modeli kullanılmıştır. Model Şekil 3'te gösterildiği gibi Seri 60 formunun orta kesitini 0.80m uzatarak hazırlanmıştır. İki boyut etkisinin yaratılması için modelin başına ve sonuna levhalar konulmuştur ve bu şekilde uç etkiler önlenmiştir (Şekil 4). Yalpa sönüm katsayıları zorlanmış yalpa testleri uygulanarak elde edilmiştir. Testler Osaka Prefecture Üniversitesi Çekme tankında bulunan zorlayıcı yalpa mekanizması ile yapılmıştır (Şekil 5). Çekme tankı 70m uzunluk, 3.0m genişlik ve 1.55m su derinliğine sahiptir. Şekil 3 zorlayıcı yalpa mekanizmasına bağlanmış Seri 60 orta kesit modelini göstermektedir. Modele ait özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir. Zorlayıcı yalpa mekanizmasına bağlı modele sıfır hızda istenilen yalpa açısı ve yalpa frekansında zorlayıcı kuvvet uygulanmıştır. Deneylerde model sadece yalpa hareketine maruz bırakılmıştır ve diğer beş serbestlik dereceli hareketler kısıtlanmıştır.

Deneylerde yalpa merkezinin dikey konumu modeli mekanizmaya bağlayan kollar sayesinde değiştirilmiştir. Deneylerde üç farklı yalpa merkezi konumu için hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca her yalpa merkezi konumu için deneyler farklı su çekimlerinde tekrarlanmıştır. Böylelikle farklı su çekimlerinde yalpa merkezi konumunun yalpa sönümüne etkisi incelenmiştir. Deney koşullarına ait bilgiler Tablo 2'de detaylı olarak gösterilmiştir.





Şekil 4. İki Boyutlu S60 Orta Kesit Modeli



Şekil 5. Çekme Tankı ve Zorlayıcı Yalpa Deney Mekanizması

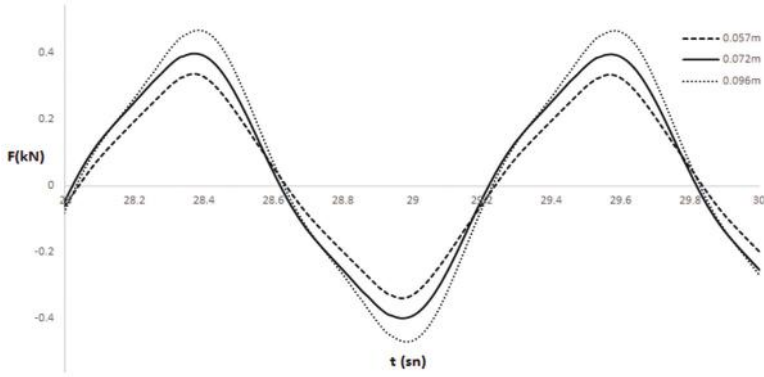
Tablo 1. Model Ana Boyutları

Uzunluk: L	0.80m
Genişlik: B	0.237m
Derinlik: D	0.145m
Blok katsayısı: CB	0.80
Uzunluk X Genişlik (yalpa omurgası)	0.80m x 0.01m

Tablo 2. Deney Koşulları

Gemi Hızı, F_n	0.0
Yalpa açısı, ϕ (der)	8.59
Yalpa frekansı, ω (rad/sn)	5.24
Yalpa merkezi dikey konumu, KG(m)	0.096, 0.072, 0.057
Su çekimi, d (m)	0.023-0.080

Tekneye uygulanan zorlayıcı yalpa kuvvet yardımı ile teknenin düzenli yalpa hareketi yapması sağlanmıştır. Uygulanan bu yalpa kuvveti zamana bağlı olarak ölçülmüştür (Şekil 6) ve bu kuvvet yardımıyla tekneye uygulanan hidrokinamik yalpa momenti hesaplanmıştır. Son olarak da ölçülen hidrokinamik yalpa momentleri kullanılarak boyutsuz yalpa sönüm katsayıları hesaplanmıştır. Deneylerin güvenilirliği açısından seçilen durumlar için tekrar testleri yürütülmüş ve testlerde kullanılan ölçüm cihazları için hassaslık analizleri yapılmıştır. Kullanılan ölçüm cihazının hassaslığı %1 olarak belirlenmiştir. Bu da demek oluyor ki deneyde ölçülen kuvvet değerinin %1 altı veya üstünde bir sapma söz konusu olabilir. Deneyde kullanılan kuvvet ölçüm cihazı ile ilgili detaylar [16] numaralı kaynakta gösterilmiştir.



Şekil 6. Farklı Yalpa Merkezi Dikey Konumları İçin Tekneye Uygulanan Yalpa Kuvveti

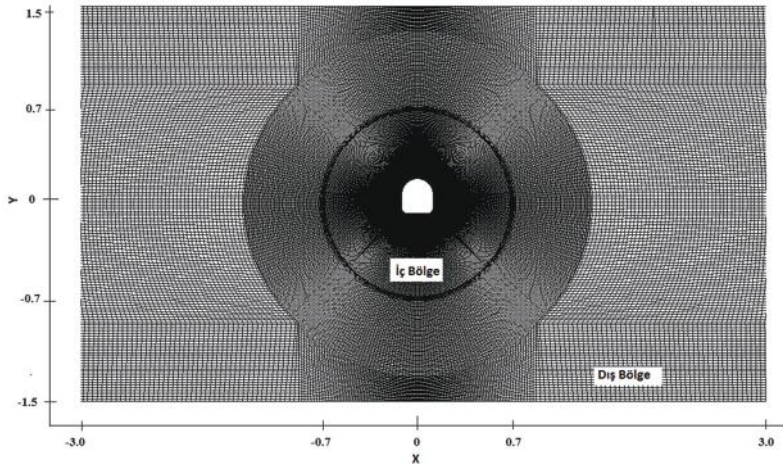
5. Sayısal Hesaplamalar

Sayısal hesaplamalar Ansys-Fluent [19] ticari HAD paket programı kullanılarak yapılmıştır. Deneylerde olduğu gibi modele zorlanmış yalpa hareketi uygulanmıştır ve tekne etrafındaki akış sayısal olarak çözülmüştür.

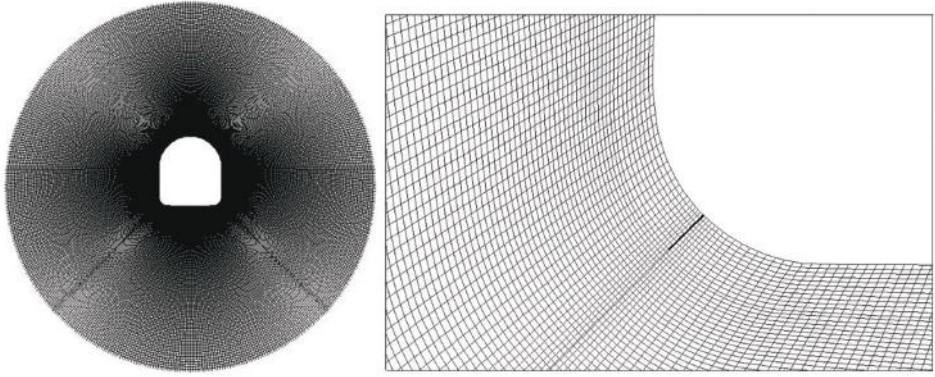
5.1. Hesaplama Hacmi, Ağ Yapısı ve Sınır Koşulları

Sayısal hesaplamalarda Seri 60 formuna ait orta kesit iki boyutlu olarak modellenmiştir. Deneylerde kullanılan modelde olduğu gibi modelin 0.80m uzatılmasına gerek yoktur çünkü bu şekilde daha az ağ elemanı kullanılarak daha hızlı bir çözüm sağlanmıştır. Bu tez kapsamında

kullanılan model için oluşturulan ağ yapısı Şekil 7’de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere oluşturulan modelde iki farklı bölge vardır. Birinci bölge dönme hareketinin verildiği iç bölge ve ikinci bölge ise sabit kalan dış bölgedir. İç bölge tekne ile birlikte hareket ettirilerek oradaki ağ yapısının bozulmaması sağlanmıştır. Dış bölge ise akış hareketlerini ve yayılan dalgaların sönümlenmesini sağlamaktadır. Şekil 8’de tekne ile birlikte hareket eden iç bölgede tekne orta kesiti etrafındaki ağ yapısı ve tekne yalpa omurgası etrafındaki ağ yapısını göstermektedir. Buradaki eleman sayısı dış bölgeye oranla daha sıktır çünkü tekne ve yalpa omurgası etrafında oluşan akım ayrılımlarının ve girdapların



Şekil 7. Hesaplama Hacmi ve Ağ Yapısı



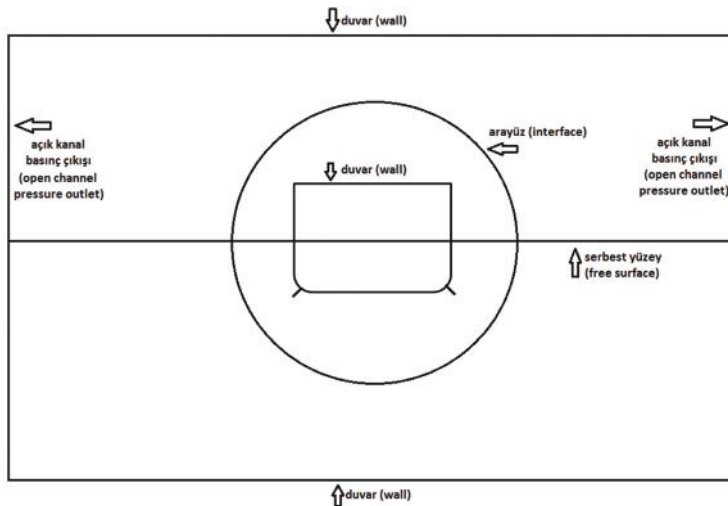
Şekil 8. Hareketli İç Bölge Ağ Yapısı

doğru bir şekilde gözlemlenebilmesi için buradaki eleman sayısı artırılmıştır. Bu bölgedeki eleman sayısı 100000 iken dış bölgedeki eleman sayısı ise 70000 olarak belirlenmiştir.

Analizlerde kullanılan hesaplama modeline ait sınır şartları Şekil 9'da gösterilmiştir. Sınır şartlarının belirlenmesinde literatürdeki çalışmalardan [20-21] yararlanılmıştır. Görüldüğü üzere tekne ve yalpa omurga duvar olarak seçilmiştir yani bu noktalar üzerindeki normal ve teğetsel hızlar sıfırdır. Aynı şekilde dış bölgeye ait üst ve alt kısımlarda duvar olarak seçilmiştir. Dış bölgeye ait sağ ve sol kısımlar ise açık kanal basınç

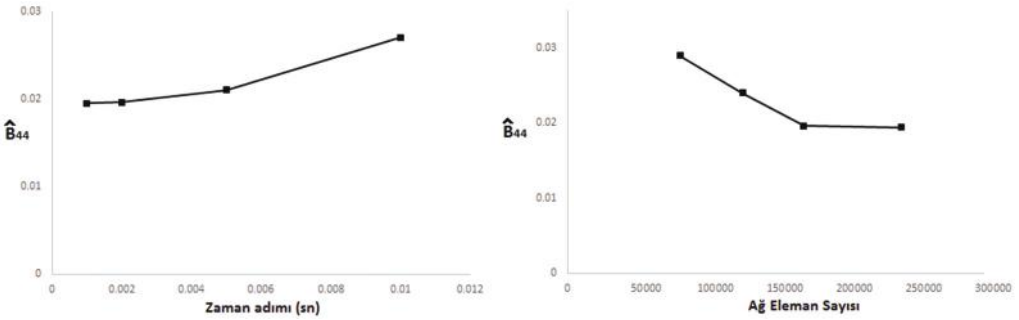
çıkışı olarak belirlenmiştir ve bu şekilde tekne serbest yüzeyi istenilen konuma ayarlanmıştır. Tekne hareketli bölge ve sabit bölgesini ayıran silindir ise arayüz olarak belirlenmiştir. Hareketli bölge kısmı için sayısal çözütüdeki "dynamic mesh" sekmesi aktif konuma getirilmiştir ve bu bölge içinde yer alan tekne, yalpa omurgası ve ağ yapısı seçilerek bu bölgeye hareket verilmiştir.

Kullanılan sayısal çözütü hesaplama hacmini oluşturan her bir eleman için hız ve basınç değerlerini RANS denklemlerini çözerek hesaplar ve tekneye etki eden hidrodynamic yalpa momentini zamana bağlı olarak elde eder. Bütün hesaplamalarda



Şekil 9. Sayısal Hesaplamalarda Kullanılan Sınır Şartları

k-ε türbülans modeli kullanılmıştır. ITTC salınım hareketi analizlerinde zaman adımı için en az $\Delta t = 0.01$ sn kullanılması önermiştir. $\Delta t = 0.01, 0.005, 0.002, 0.001$ sn için analizler yapılmış ve sonucun 0.005 sn zaman adımından küçük zaman adımları için yakınsamaya başladığı görülmüştür. Bu çalışmada sayısal analizlerde $\Delta t = 0.002$ sn zaman adımı için sonuçlar verilmiştir. Aynı şekilde ağ eleman sayısı için de hassaslık analizleri yapılmıştır ve toplam eleman sayısı 170000 için analizler gerçekleştirilmiştir. Şekil 10 farklı zaman adımı ve ağ eleman sayısı için sonuçları göstermektedir.



Şekil 10. Zaman Adımı ve Ağ Yapısı Hassaslık Analizleri

6. Boyutsuz Yalpa Sönüm Katsayısı Sonuçları

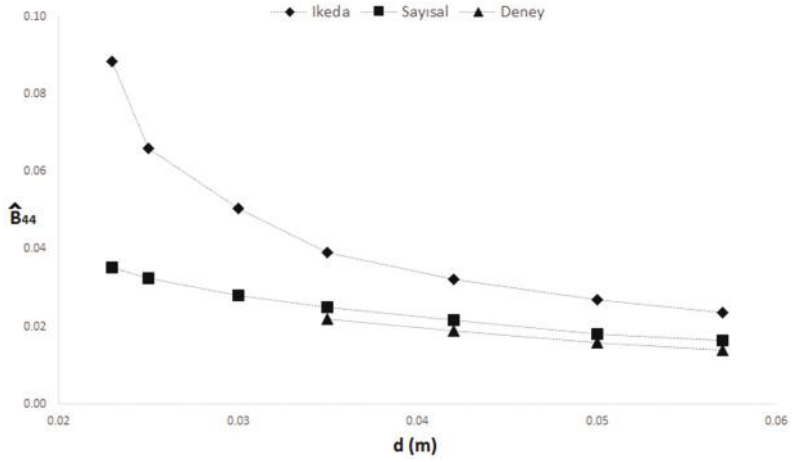
Zorlanmış yalpa hareketine maruz bırakılan modele uygulanan yalpa momenti zamana bağlı olarak deneysel ve sayısal olarak elde edilmiştir. Elde edilen yalpa momenti yardımıyla yalpa sönüm katsayıları Denklem 6'daki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca aynı koşullar için yalpa sönüm katsayıları Ikeda metodu ile de hesaplanmıştır. Farklı yöntemlerle hesaplanan yalpa sönüm katsayılarının karşılaştırılması için Denklem 8 yardımıyla boyutsuz yalpa sönüm katsayıları elde edilmiştir.

Boyutsuz yalpa sönüm katsayıları farklı yalpa merkezi konumlarına göre hesaplanmıştır. Şekil 11-12-13 sırasıyla yalpa merkezinin dikey konumunun (KG) kaide hattından 0.057m - 0.072m - 0.096m uzaklıkta olduğu durumlardaki

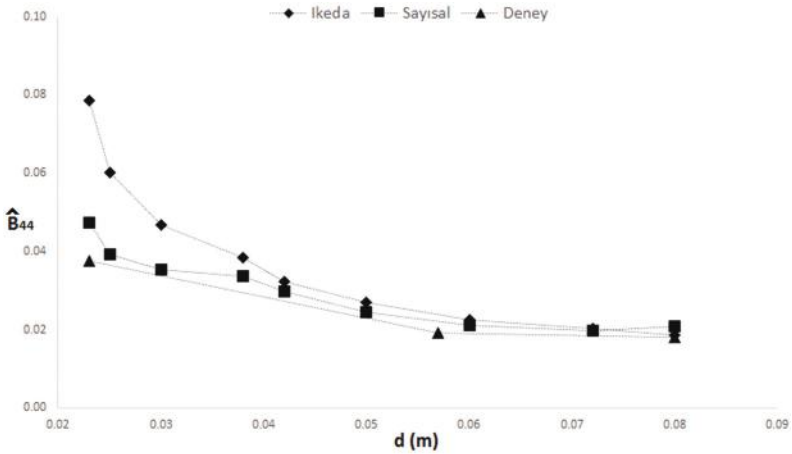
yalpa sönüm katsayılarını göstermektedir. Şekillerde y eksenini boyutsuz yalpa sönüm katsayısını gösterirken, x eksenini ise su çekimini göstermektedir.

Şekil 11-12-13'ten de görüldüğü üzere bütün yalpa merkezi konumlarında sayısal olarak hesaplanan boyutsuz yalpa sönüm katsayısı sonuçları deneysel sonuçlar ile uyum içerisindedir. Sayısal sonuçlar Ikeda metoduna göre daha yaklaşık sonuçlar göstermiştir. Şekil 11 ve 12'de görüldüğü gibi Ikeda metodu ile hesaplanan yalpa sönüm katsayısı sonuçları su çekiminin çok düşük olduğu durumlar haricinde deneysel ve sayısal sonuçlar ile aynı

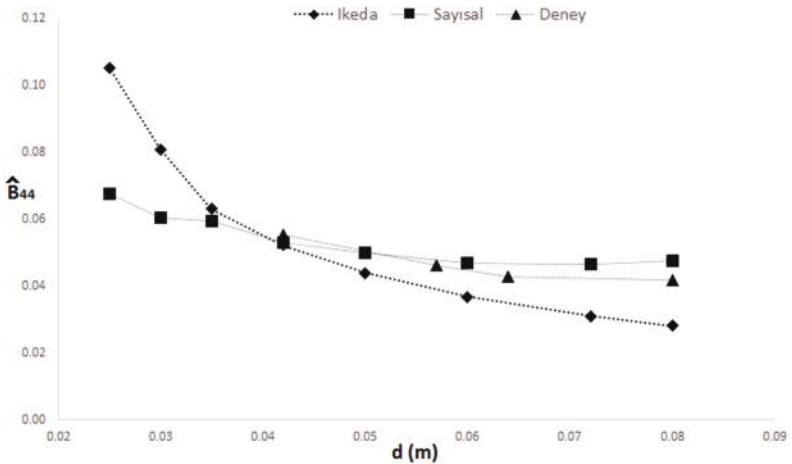
eğilimi göstermiştir. Ancak Şekil 13'e bakıldığında yalpa merkezi dikey konumunun en yüksek olduğu durumda Ikeda metodu deneysel ve sayısal sonuçlardan farklı bir eğilim göstermiştir. Ayrıca şekillerden de anlaşıldığı üzere Ikeda metodu ile hesaplanan yalpa sönüm katsayıları su çekimi azaldıkça, büyük bir artış göstermiştir ve deney ve sayısal sonuçlar ile arasındaki fark artmıştır. Bu artış Ikeda metodunun serbest yüzey etkisini hesaba katmamasından kaynaklanmaktadır. Sayısal analizlerde serbest yüzey etkisi hesaba katıldığından düşük su çekimlerinde de yalpa sönüm katsayısı sonuçları doğru bir şekilde hesaplanmıştır. Su çekiminin yalpa sönümüne olan etkisi yazar tarafından bir önceki çalışmada [15] sayısal ve deneysel olarak incelenmiştir.



Şekil 11. $KG=0.057m$ İçin Boyutsuz Yalpa Sönüm Katsayısı Sonuçları

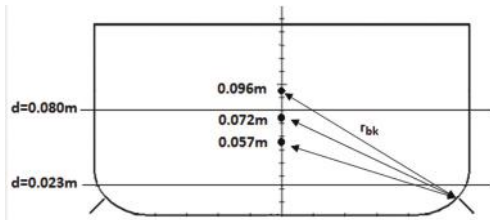


Şekil 12. $KG=0.072m$ İçin Boyutsuz Yalpa Sönüm Katsayısı Sonuçları



Şekil 13. $KG=0.096m$ İçin Boyutsuz Yalpa Sönüm Katsayısı Sonuçları

Şekil 15 yalpa merkezi dikey konumunun yalpa sönümüne olan etkisini göstermektedir. Burada sadece sayısal olarak hesaplanan yalpa sönüm katsayısı sonuçları gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere bütün su çekimleri için yalpa merkezinin dikey konumu arttıkça yalpa sönüm katsayısı artış göstermiştir. Yalpa merkezinin arttırılmasıyla yalpa omurgası ve yalpa merkezi arasındaki mesafe artmaktadır ve bu artış yalpa çapının artmasına (r_{bk}) sebep olur (Şekil 14). Artan yalpa çapıyla beraber sintine dönümü ve yalpa omurgası etrafındaki hız vektörlerinin hızında bir miktar artış meydana gelir. Hız vektörlerinin hızının artması daha güçlü akım ayrılmalarına ve girdap saçılmalarına neden olur. Bu sebeplerden dolayı da yalpa merkezinin arttırılmasıyla beraber yalpa sönümünde bir artış gözlenir. Bu artış Şekil 15'te sayısal olarak hesaplanan boyutsuz yalpa sönüm katsayıları ile gösterilmiştir.

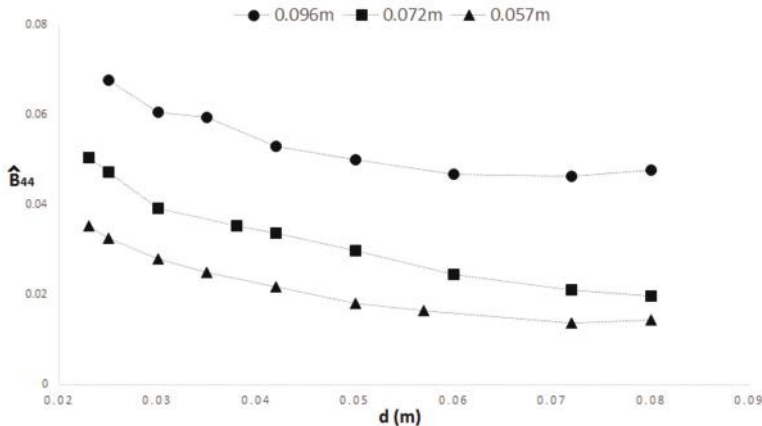


Şekil 14. Yalpa Çapındaki Artışın Gemi Kesiti Üzerinde Gösterimi

7. Sonuçlar ve Öneriler

Yalpa sönümünün doğru tahmini yalpa hareketinin analizi için önemlidir. Yalpa sönümünün deneysel olarak hesaplanması zaman ve maliyet bakımından dezavantajlı olduğu için Ikeda metodu gibi pratik yöntemler geliştirilmiştir. Ancak Ikeda metodunun yeni nesil gemilere uygulanamıyor olması araştırmacıları sayısal çözümlere yöneltmiştir. Bu çalışmada yalpa merkezi dikey konumunun yalpa sönümüne olan etkisi deneysel ve HAD yöntemi ile sayısal olarak incelenmiş, sonuçlar Ikeda metodu ile de karşılaştırılmıştır. Sönüm katsayıları zorlanmış yalpa testi uygulanarak elde edilmiştir.

Üç farklı yalpa merkezi dikey konumu için yalpa sönüm katsayıları farklı su çekimleri için elde edilmiştir. Yapılan deneysel ve sayısal analizlerde yalpa merkezi dikey konumun artmasıyla beraber yalpa sönüm katsayısı artmıştır. Yalpa sönüm katsayısındaki bu artış yalpa çapının artmasıyla beraber yalpa omurgası etrafındaki akışın hızlanmasından kaynaklanmıştır. Artan akış hızıyla beraber yalpa omurgası etrafında daha kuvvetli akım ayrılmaları ve girdaplar meydana gelmiş ve bu da daha yüksek yalpa sönümüne neden olmuştur. HAD yöntemi ile elde edilen sayısal yalpa sönüm



Şekil 15. Boyutsuz Yalpa Sönüm Katsayısı Sayısal Sonuçları

katsayısı sonuçları farklı yalpa merkezi konumu için deneyler ile uyumlu sonuçlar göstermiştir. Kullanılan HAD yönteminin yalpa sönümü hesabında deneylere iyi bir alternatif olabileceği görülmüştür. Sonuçlar ayrıca Ikeda yarı ampirik metodu ile de karşılaştırılmıştır. Yalpa merkezi konumunun düşük olduğu durumlarda deneyler ile uyumlu sonuçlar veren Ikeda metodu, yalpa merkezinin yüksek olduğu durumda deneylerden farklı bir eğilim göstermiştir. Böylelikle yüksek yalpa merkezi dikey konumu için yalpa sönümü hesabında Ikeda metodunun elverişsiz olduğu belirlenmiştir.

Gemi dizayn aşamasında geminin yalpa hareketinin analiz edilebilmesi için Ikeda metodu gibi yalpa sönümünü hızlı bir şekilde hesaplayacağımız bir yöntem ihtiyacımız vardır. Bu ihtiyaç IMO'nun ikinci nesil stabile kriterlerini belirleme çalışmalarında da vurgulanmıştır. Deney ve HAD ile yalpa sönümü hesabı her ne kadar daha doğru sonuçlar verse de zaman ve maliyet bakımından dezavantajlıdır. Bu sebeple araştırmacılara deneysel veya HAD yöntemleri ile elde edilen sonuçları kullanıp Ikeda metodu gibi yöntemleri elverişsiz kaldığı koşullar için geliştirmesi üzerine çalışması önerilmiştir.

Kaynaklar

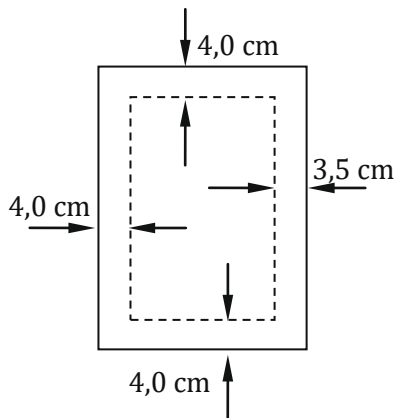
- [1] ITTC (2011). ITTC recommended procedures numerical estimation of roll damping. In: international towing tank conference. Report 7.5-02-07-04.5.
- [2] IMO (2016). Draft explanatory notes on the vulnerability of ships to the parametric roll stability failure mode. SDC 3/WP.5, Annex 4.
- [3] Ikeda, Y., Himeno, Y. ve Tanaka, N. (1978d). Components of roll damping of ship at forward speed. Report of the Department of Naval Architecture, University of Osaka Prefecture, No. 00404.
- [4] Ikeda, Y., Himeno, Y. ve Tanaka, N. (1978e). A prediction method for ship roll damping. Report of the Department of Naval Architecture, University of Osaka Prefecture, No. 00405.
- [5] Himeno, Y. (1981). Prediction of ship roll damping-state of the art. U. Michigan Dept. of Naval Arch. and Marine Engineering, Report 239.
- [6] Kawahara, Y., Maekawa, K. Ve Ikeda, Y. (2009). A simple prediction formula of roll damping of conventional cargo ships on the basis of Ikeda's method and its limitation. Proceedings of the 10th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles, Saint Petersburg, Russia.
- [7] Korpus, R. A. ve Falzarano, J. M. (1997). Prediction of viscous ship roll damping by unsteady navier-stokes techniques. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 119: 108-113.
- [8] Yeung, R. W, Liao, S. W. ve Roddier, D. (1998). Hydrodynamic coefficients of rolling rectangular cylinders. International Journal of Offshore and Polar Engineering, 8(4).
- [9] Sarkar, T., ve Vassalos, D. (2001). A rans-based technique for simulation of the flow near a rolling cylinder at the free surface. Journal of Marine Science and Technology, 5 (2): 66-77.
- [10] Bassler, C. C. (2013). Analysis and modeling of hydrodynamic components for ship roll motion in heavy weather. Doktora Tezi, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [11] Oliveira, A. C. ve Fernandes, A. C. (2014). The nonlinear roll damping of a fpso hull. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 136(1), 011106.
- [12] Avalos, G. O., Wanderley, J. B., Fernandes, A. C. ve Oliveira, A. C. (2014). Roll damping decay of a fpso with bilge keel. Ocean Engineering, 87 (111).

- [13] Jiang, Y. (2014). Computational modeling in three dimensions of multi-dof ship motion in a viscous fluid. Doktora Tezi, Engineering - Mechanical Engineering in the Graduate Division of the University of California, Berkeley.
- [14] Irkal, M.A.R., Nallayarasu, S. ve Bhattacharyya, S.K. (2016). CFD approach to roll damping of ship with bilge keel with experimental validation. Appl. Ocean Res. 55 1–17. doi:10.1016/j.apor.2015.11.008.
- [15] Yıldız, B., Çakıcı, F., Katayama, T. ve Yılmaz, H. (2016). URANS prediction of roll damping for a ship hull section at shallow draft. Journal of Marine Science and Technology, 21 (1): 48-56.
- [16] Yıldız B. ve Katayama T.(2017). Bilge keel-free surface interaction and vortex shedding effect on roll damping. Journal of Marine Science and Technology, 22(3), 432-446.
- [17] Van Kampen, M. J. (2015). Bilge keel roll damping cfd and local velocities. Yüksek Lisans Tezi. Offshore and Dredging Engineering, The Delft University of Technology.
- [18] Söder, C.J., Rosen, A, ve Huss, M. (2017). Ikeda revisited. Journal of Marine Science and Technology, <https://doi.org/10.1007/s00773-017-0497-z>.
- [19] Fluent inc., FLUENT 6.1 user's guide, 2003.
- [20] Yi-Hsiang, Y. (2008). Prediction of flows around ship-shaped hull sections in roll using an unsteady Navier–Stokes solver. Doktorz Tezi, The University of Texas at Austin.
- [21] Paap, M. (2005). Verification of cfd calculations with experiments on a rolling circular cylinder with bilge keels in a free surface, Master Tezi, Delft University of Technology and Bluewater Energy.

This Page Intentionally Left Blank

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.
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.
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.

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.

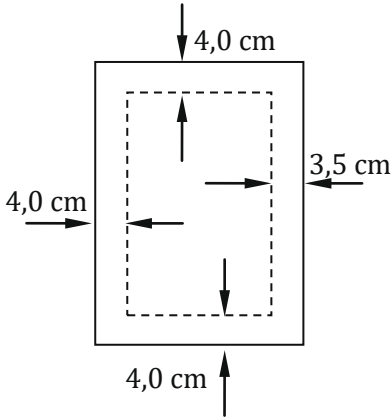
Average age: 28,624

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.

1. OrcaFlex Program
- 1.1. Axis Team



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 kelimayı 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.
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 virgöl 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 bildirileri bir kitapçıkta yayınlanmış ise, bu durumda, telif hakkı ilk yayınlanan yere devredilmemiş olması kaydı ile, JEMS tarafından yayınlanır. Bu tip bildirilerin 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 stuff, 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 paylaşilmektedir.

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 makaledeki 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 4 (2018)

Ali ORDUKAYA	Republic of Turkey Ministry of Transport and Infrastructure Directorate General of Coastal Safety	Turkey
Barış KULEYİN	Dokuz Eylül University	Turkey
Bekir ŞAHİN	Karadeniz Technical University	Turkey
Didem Özer ÇAYLAN	Dokuz Eylül University	Turkey
Duygu TÜRKER	Yaşar University	Turkey
Fuat KILIÇ	Republic of Turkey Ministry of Health	Turkey
Gökçay BALCI	Dokuz Eylül University	Turkey
Hakan DEMİREL	Bülent Ecevit University	Turkey
Hayriye PEHLİVAN SOLAK	İstanbul Technical University	Turkey
Kadir ÇİÇEK	İstanbul Technical University	Turkey
Mehmet KAPTAN	Recep Tayyip Erdoğan University	Turkey
Melek ERTOGAN	İstanbul Technical University	Turkey
Metin TAYLAN	İstanbul Technical University	Turkey
Muhammed Emin BAŞAK	Yıldız Technical University	Turkey
Müjdat BAŞARAN	Bülent Ecevit University	Turkey
Necati ARAS	Boğaziçi University	Turkey
Ömür KIZILGÖL	Bandırma Onyedi Eylül University	Turkey
Sadık Özlen BAŞER	Dokuz Eylül University	Turkey
Tahsin TEZDOĞAN	University Of Strathclyde	UK
Yiğit Kemal DEMİREL	University Of Strathclyde	UK



Journal of ETA Maritime Science

JEMS
JOURNAL

Volume 6 Issue 4 (2018) is indexed in

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

OAJI
.net

Open Academic
Journals Index



INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL



CiteFactor
Academic Scientific Journals



Scientific Indexing Services

This Page Intentionally Left Blank

Contents

(ED)	Editorial	289
	<i>Selçuk NAS</i>	
(AR)	Design of an Optimal Controller for the Roll Stabilization of Surface Ships with Active Fins.	291
	<i>M. Selçuk ARSLAN</i>	
(AR)	Application of Alternative Maritime Power (AMP) Supply to Cruise Port.	307
	<i>Duygu YILDIRIM PEKŞEN, Güler ALKAN</i>	
(AR)	Analysis of Empty Container Accumulation Problem of Container Ports.	319
	<i>Ünal ÖZDEMİR</i>	
(AR)	Situational Awareness Analysis of Port Pilotage Services.	333
	<i>Serkan KAHRAMAN, Yusuf ZORBA</i>	
(AR)	The Relationships Between Seafarers' Job Satisfaction, Task and Contextual Performance.	349
	<i>Murat YORULMAZ</i>	
(AR)	A Qualitative Examination of Relational and Contractual Governance Mechanisms in Aliaga Port Cluster.	365
	<i>Bayram Bilge SAĞLAM, Çimen KARATAŞ ÇETİN</i>	
(AR)	Effect of the Roll Center Position on the Roll Damping of a Ship Section.	379
	<i>Burak YILDIZ</i>	

