

UCTEA - The Chamber of Marine Engineers



# JEMS

---

JOURNAL OF ETA MARITIME SCIENCE



Diemer, M. Z. (1909) View of Istanbul Strait [Oil Painting] Izmir, Turkey: Arkas Maritime History Center



ISSN:2147-2955

Volume : 3

Issue : 2

Year : 2015

### **Publisher**

**Feramuz AŞKIN**

*İlker Uniservice Group, Tuzla, İstanbul.*

### **Editor in Chief**

**Selçuk NAS**

*Dokuz Eylül University, Maritime Faculty,  
Maritime Transportation Engineering  
Department, Tınaztepe, Buca, İzmir.*

### **Associate Editors**

**Remzi FİŞKİN**

*Dokuz Eylül University, Maritime Faculty  
Maritime Transportation Engineering  
Department, Tınaztepe, Buca, İzmir.*

**Emin Deniz ÖZKAN**

*Dokuz Eylül University, Maritime Faculty  
Maritime Transportation Engineering  
Department, Tınaztepe, Buca, İzmir.*

### **MTE Section Editor**

**Serdar KUM**

*İstanbul Technical University, Maritime Faculty,  
Maritime Transportation and Management  
Engineering Department, Tuzla, İstanbul.*

### **ME Section Editor**

**Alper KILIÇ**

*Bandırma On Yedi Eylül University, Maritime  
Faculty, Maritime Business Administration  
Department, Bandırma, Balıkesir.*

### **Foreign Language Editor**

**Ceyhun Can YILDIZ**

**Damla TANINMIŞ**

*Dokuz Eylül University, Faculty of Letters,  
American Culture and Literature Department,  
Tınaztepe, Buca, İzmir*

**Type of Publication:** JEMS is a peer-reviewed journal and is published 6 months (June/December) period.

**Typesetting** : Remzi FİŞKİN  
Emin Deniz ÖZKAN

**Layout** : Remzi FİŞKİN

**Cover Design** : Selçuk NAS  
Remzi FİŞKİN

**Publication Place and Date:**

Gülermat Matbaa İzmir/15.12.2015

### **Administration**

*UCTEA The Chamber of Marine Engineers*

**Address:** *Caferaga Mah. Damga Sk. İffet Gulhan  
İs Merkezi No: 9/7 Kadıkoy/İstanbul - Turkey*

**Tel:** +90 216 348 81 44

**Fax:** +90 216 348 81 06

**Online Publication:** [www.jemsjournal.org](http://www.jemsjournal.org)

**ISSN:** 2147-2955 **e-ISSN:** 2148-938

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

## Members of Editorial Board:

### **Prof. Dr. Adnan PARLAK**

*Yıldız Technical University, Faculty of Naval Architecture and Maritime, TURKEY*

### **Prof. Dr. Ender ASYALI**

*Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, TURKEY*

### **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*

### **Assoc. Prof. Dr. Cengiz DENİZ**

*İstanbul Technical University, Maritime Faculty, TURKEY*

### **Assoc. Prof. Dr. Ersan BAŞAR**

*Karadeniz Technical University, Sürmene Faculty of Marine Sciences, TURKEY*

### **Assoc. Prof. 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*

### **Dr. Rafet Emek KURT**

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

### **Heikki KOIVISTO**

*Satakunta University of Applied Sciences, FINLAND*

## Members of Advisory Board:

### **Prof. Dr. A. Güldem CERİT**

*Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, TURKEY*

### **Prof. Dr. Mustafa ALTUNÇ**

*Girne University, Maritime Faculty, TURKEY*

### **Prof. Dr. Nil GÜLER**

*İstanbul Technical University, Maritime Faculty, TURKEY*

### **Prof. Dr. Güler ALKAN**

*İstanbul University, Faculty of Engineering , TURKEY*

### **Prof. Dr. Kadir SEYHAN**

*Karadeniz Technical University, Sürmene Faculty of Marine Sciences, TURKEY*

### **Prof. Dr. İsmet BALIK**

*Ordu University, Fatsa Faculty of Marine Sciences, TURKEY*

### **Prof. Dr. Süleyman ÖZKAYNAK**

*Piri Reis University, Maritime Faculty, TURKEY*

### **Prof. Dr. Temel ŞAHİN**

*Recep Tayyip Erdoğan University, Turgut Kıran Maritime School, TURKEY*

### **Prof. Dr. Bahri ŞAHİN**

*Yıldız Technical University, Faculty of Naval Architecture and Maritime, TURKEY*

### **Prof. Dr. Sinan HINISLIOĞLU**

*Zirve University, Faculty of Engineering, TURKEY*

## **JEMS Submission Policy:**

1. Submission of an article implies that the work described has not been published previously.
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 or Turkish.
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 will be published biannually.
13. JEMS does not charge any article submission or processing charges.

# JEMS JOURNAL

## Contents

<b>(ED)</b> The Definitions of Safety and Security <i>Selçuk NAS</i>	53
<b>(RP)</b> A Study on Effects of Unsuitable Fuel and Insufficient Cylinder Lubricating Oil on Low Speed Marine Diesel Engine <i>Murat YAPICI</i>	55
<b>(AR)</b> Economic Analysis of A Ship Refrigeration System in case of Variable Sea Water Temperature Conditions <i>Veysi BAŞHAN, Adnan PARLAK</i>	67
<b>(RE)</b> Dry Port Development: A Systematic Review <i>Fatimazahra BENTALEB, Charif MABROUKI, Alami SEMMA</i>	75
<b>(AR)</b> Key Performance Indicators Evaluation and Performance Measurement in Dry Port-Seaport System: A Multi Criteria Approach <i>Fatimazahra BENTALEB, Charif MABROUKI, Alami SEMMA</i>	97
<b>(AR)</b> Cargo Demand Analysis of Container Terminals in Turkey <i>Orkut AKAR, Soner ESMER</i>	117
<b>(BK)</b> "Autonomous Container Terminals and Terminal Management Information Systems" <i>Reviewed by Çimen Karataş ÇETİN</i>	123
<b>(ER)</b> Erratum to JEMS (Journal of ETA Maritime Science), Volume 3, Issue 1 (2015)	125
<b>(IP)</b> The Risk of Valuation and Revaluation in the Ship Finance Loan Agreements <i>Ahmet Yaşar CANCA</i>	127
Guide for Authors	I
JEMS Ethics Statement	V
Reviewer List of Volume 3 Issue 2 (2015)	IX
Indexing	X

## İçindekiler

<b>(ED)</b> Emniyet ve Güvenlik Tanımları <i>Selçuk NAS</i>	53
<b>(RP)</b> Gemilerde Uygun Olmayan Yakıt ve Yetersiz Silindir Yağlama Yağının Ağır Devirli Gemi Dizel Motorlarına Etkileri Üzerine Bir Çalışma <i>Murat YAPICI</i>	55
<b>(AR)</b> Değişken Deniz Suyu Sıcaklıklarında Çalışan Bir Gemi Soğutma Sisteminin Ekonomik Analizi <i>Veysi BAŞHAN, Adnan PARLAK</i>	67
<b>(RE)</b> Kara Limanı Gelişimi: Sistematik Bir İnceleme <i>Fatimazahra BENTALEB, Charif MABROUKI, Alami SEMMA</i>	75
<b>(AR)</b> Anahtar Performans Göstergeleri Değerlendirme ve Kara Limanı - Deniz Limanı Sistemi Performans Ölçümü: Çok Kriterli Yaklaşım <i>Fatimazahra BENTALEB, Charif MABROUKI, Alami SEMMA</i>	97
<b>(AR)</b> Türkiye'deki Konteyner Terminalleri için Yük Talep Analizi <i>Orkut AKAR, Soner ESMER</i>	117
<b>(BK)</b> "Otomatik Konteyner Terminalleri ve Terminal Yönetim Bilgi Sistemleri" <i>Kitap Eleştirmeni: Çimen Karataş ÇETİN</i>	123
<b>(ER)</b> ETA Denizcilik Dergisi, Cilt 3, Sayı 1 (2015) için Yazım Hatası	125
<b>(IP)</b> Gemi Finansman Kredi Sözleşmelerinde Değerleme ve Yeniden Değerleme Riski <i>Ahmet Yaşar CANCA</i>	127
Yazarlara Açıklama	III
JEMS Etik Beyanı	VII
Cilt 3 Sayı 2 (2015) Hakem Listesi	IX
Dizinleme Bilgisi	X

**Editorial (ED)****The Definitions of Safety and Security**

Selçuk NAS  
snas@deu.edu.tr

It is seen that the words of safety and security are being used interchangeably in daily use of language. Yet these are defined as a synonym in many dictionaries. On the other hand, for a long while, there has been an attempt to clarify in what way “security” differs from “safety” in terms of meaning in aviation and maritime transportation. Following definitions have been made in the academic literature in order to make a distinction between these two words. In conclusion, the definitions of “safety” and “security” will be considered in the JEMS articles as stated below.

**Safety** : *The state of being away from hazards caused by natural forces or human errors randomly. The source of hazard is formed by natural forces and/or human errors.*

**Security** : *The state of being away from hazards caused by deliberate intention of human to cause harm. The source of hazard is posed by human deliberately.*

## Editörden (ED)

### Emniyet ve Güvenlik Tanımları

Selçuk NAS  
snas@deu.edu.tr

Günlük konuşma dilimizde, emniyet ve güvenlik sözcüklerinin birbirlerinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Hatta birçok sözlükte eş anlamlı sözcük olarak tanımlanmaktadır. Diğer taraftan, uzun süredir deniz ve hava ulaştırması “emniyet” (safety) ve “güvenlik” (security) sözcüklerinin üzerine yüklenen anlamları net olarak birbirlerinden ayırmaya çalışmaktadır. Akademik yazında ise bu iki sözcük arasındaki ayrımını yapabilmek için aşağıdaki tanımlar yapılmıştır. Sonuç olarak, JEMS makalelerinde “emniyet” ve “güvenlik” tanımları aşağıda belirtildiği şekilde dikkate alınacaktır.

- Emniyet** : *Doğal güçlerin ve insan hatalarının rastgele oluşturduğu tehlikelerden uzak olma durumudur. Tehlikenin kaynağı doğal güçler ve/veya insan hataları tarafından oluşturulur.*
- Güvenlik** : *İnsanın bilinçli olarak zarar vermek amacıyla oluşturduğu tehlikelerden uzak olma durumudur. Tehlikenin kaynağı insan tarafından bilinçli olarak oluşturulur.*



**Technical Report (RP)****Gemilerde Uygun Olmayan Yakıt ve Yetersiz Silindir Yağlama Yağının Ağır Devirli Gemi Dizel Motorlarına Etkileri Üzerine Bir Çalışma**

Murat YAPICI

Piri Reis Üniversitesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği; uppermurat@hotmail.com

**Öz**

**Amaç:** Çalışmanın amacı; gemilerde kullanılan yakıtların uygunluğu açısından önemli noktaları irdelemek, ayrıca ana makine olarak kullanılan iki zamanlı ağır devirli gemi dizel motorlarında silindir yağlama yağına olan etkileri incelemektir.

**Yöntem:** Çalışmada 2007-2015 yılları arasındaki gemi kayıtları incelenmiş ve tablo 3'de bulunan veriler elde edilmiştir. Geminin 39000 saatlik ana makine piston ve silindir bakım saatleri tablosu oluşturulmuştur.

**Bulgular:** Uygun yakıt ve silindir yağlama yağı ile ilgili bakım sonrası uygun yağ miktarının tespiti yapılmıştır. Değişken kükürt oranlarına göre ayarlanabilen silindir yağlayıcıları (cylinder oil lubricator) için kükürt oranı ve yüke göre veriler girilerek Excel tabanlı yağ miktarı hesaplama uygulaması modellenmiştir.

**Sonuç:** Yapılan çalışma sayesinde başka tonaj ve tipteki makinelere aynı model uygulanarak makine bakım geçmişi çıkarılarak eksiklikler saptanabilir veya hazırlıklar yapılabilir. Örneğin 15000-19999 çalışma saati aralığında 16 kez piston bakımı yapıldığına göre layner değişiminden sonraki ikinci 20000 saatlik dilimde 35000-40000 saatlik dilimde piston ve layner değişimlerinin olacağı önceden tespit edilerek gerekli yedek malzeme erken tedarik edilerek zamandan kazanılmış olur. Bu sayede daha büyük arızaların önü kesilmiş olur. Şirket ve gemi arasında planlı bakım sistemi daha verimli hale getirilmiş olur.

Bu kapsamda yapılan çalışma ile literatüre gerçek bir uygulamadan yola çıkılarak ilerideki çalışmalar için başlangıç olması hedeflenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Ultra Düşük Kükürtlü Yakıt, Yakıt Emisyonu, MARPOL Ek VI, Gemi Yakıtları.

**A Study on Effects of Unsuitable Fuel and Insufficient Cylinder Lubricating Oil on Low Speed Marine Diesel Engine****Abstract**

**Objective:** The aim of this study is to explicate the significant issues with regards to the suitability of the fuel consumed on board the ships, and in the meantime, to review its effects on two stroke slow speed diesel engines which are used as main engines on board.

**Method:** Shipboard records between 2007-2015 are reviewed through the study and data on Table 3 are gathered. 39000 hours of main engine piston and cylinder maintenance schedule is formed.

**Findings:** Post maintenance proper amount of lubricating oil is determined regarding the suitable fuel and lubricating oil. Excel based lub oil calculation sheet is modelled by the input

of load&sulfur content based data for the cylinder lubricating oils which are adjustable in accordance with the variable sulfur content.

**Conclusion:** Same model can be applied to the engines with different type and tonnage and deficiencies can be stated and preparations can be made by extracting the engine maintenance history. For example, considering that piston maintenance was carried out 16 times through the 15000-19999 hours period, time can be saved by supplying the required spare parts in advance by anticipating the piston and liner replacements at the 35000-40000 hours interval of the second 20000 hours period after the first liner replacement. Major breakdowns can be prevented this way. Planned maintenance between the office and the vessel can become more efficiently. Study carried out in this context by evolving from real life applications, is aimed to be an inception for the future literature studies.

**Keywords:** Ultra Low Sulphur Fuels, Fuel Emissions, MARPOL Annex VI, Marine Fuels.

## 1. Giriş

Günümüzde enerji kullanımı artan nüfus ve ticaret hacmi göz önüne alındığında artmaktadır. Bu talebi karşılamının yanında çevreyi ve doğal dengeyi korumak amaçlanmaktadır. Bu amaca en iyi hizmet eden taşımacılık türü deniz taşımacılığıdır. Son yıllarda küresel ısınmanın artışına önlem olarak uygulamaya geçirilen kurallar ile atmosfere yayılan emisyonların azaltılması hedeflenmiştir. Bu nedenle gemilerde kullanılan yakıtlar hem günün ekonomik koşullarına cevap verirken hem emisyonlar açısından uygun olmalıdır.

Emisyonların indirgenmesine yönelik gemilerin kullandıkları yakıt kükürt içerikleri 1 Ocak 2015'ten itibaren özel alanlar olarak bilinen Emisyon Kontrol Alanlarında (ECA) % 0.1 m/mm'a indirilmiştir. Bu tarihten itibaren özel alanlarda ultra düşük kükürt oranlı fuel oil kullanılmaktadır [10].

Gemilerde ultra düşük kükürt oranlı yakıtların kullanımı bir takım teknik önlemleri almayı gerektirmektedir. Özellikle kullanılan yakıtın uygunluğu ve iki zamanlı makinelerin silindir yağlama yağı ayarlarının doğruluğu teknik işletmecilik anlamında makine bakım sürelerini uzatacak, maliyetleri azaltacaktır.

Günümüzde yapılan çalışmalar, emisyon değerlerini azaltmak, alternatif yakıtların ekonomik ve çevresel faktörlerini ele almaktadır. Bu bakımdan çalışmada hava kirliliği ve ilgili düzenlemeler ile teknik işletmeciliğin etkileşimi incelenerek literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.

## 2. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı; gemilerde kullanılan yakıtların uygunluğu açısından kullanım, depolama, transferi gibi önemli noktaları irdelemek ayrıca ana makine olarak kullanılan iki zamanlı ağır devirli gemi dizel motorlarında silindir yağlama yağına olan etkileri incelemektir. Bu sayede bakım tutum açısından önceden önlem alınabilme ve planlı bir takip oluşturulacaktır. Bu sayede bakım tutum planlaması önceden hazırlanarak hem maliyet hem de günümüz şartlarında yoğun liman kalış sürelerine ilişkin uygun bakım hazırlıkları evvelden yapılacaktır. Ayrıca kullanılan yakıtın özelliklerine ilişkin tedbirler alınarak oluşabilecek hasarlardan kaçınılmış olunacaktır.

## 3. Metodoloji

Çalışmada gemilerde kullanılan yakıtların standartları, içerik limitleri ile uygunsuz yakıtın, yakıt separatörü, yakıt filtreleri ve transfer pompalarına olan etkilerinin yanı sıra silindir yağlama yağına olan etkileri incelenmiştir.

Çalışma için üç adet aynı ana makine ve tonaja sahip gemilerden biri incelenmiştir. Geminin seyre başladığı ilk yıl olan 2007 yılından 2015 yılına kadar olan tüm ana makine bakım kayıtları bulunmuş, bu veriler işlenerek benzer özelliklere sahip gemilerde de uygulanabilecek bir bakım tutum takip önlemi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bakım tutum işlemi sonrası uygun silindir yağlama yağının kademeli olarak

düşürülmesi ve uygun yağ miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### 4. Örneklem

Çalışmada kullanılan 2007-2015 yılları arasındaki gemi kayıtları incelenmiş Tablo 3'de bulunan veriler elde edilmiştir. Geminin 39000 saatlik ana makine piston ve silindir bakım saatleri tablosu oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan veriler istatistiksel olarak SPSS programı kullanılarak incelenmiştir.

#### 5. Analiz

Uygun yakıt ve silindir yağlama yağı ile ilgili bakım sonrası uygun yağ miktarının tespiti yapılmıştır. Değişken kükürt oranlarına göre ayarlanabilen silindir yağlayıcıları (cylinder oil lubricator) için kükürt oranı ve yüke göre veriler girilerek Excel tabanlı yağ miktarı hesaplama uygulaması modellenmiştir.

#### 6. Bulgular

Günümüz gemi dizel motorlarında kullanılan başlıca fosil yakıtlar fuel oil, dizel oil ve LNG'dir. Son yıllarda emisyonları düşürmek amacıyla dual Fuel yakıt veya Try Fuel kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır.

Sıvı yakıtlar;

- Benzon (benzen)
- Alkol,
- Aseton,
- Kerosen
- Eter,
- Benzin,
- Fuel Oil
- Damıtma ürünü yakıtlardır [1].

Günümüz gemi dizel motorlarında kullanılan sıvı yakıtlar ham petrolün damıtılmasıyla elde edilmektedir. Ham petrolün yapısı incelendiğinde parafin ve naftan içerikli olduğu görülmektedir.

Parafinler yüksek kaynama sıcaklığında bulunan yakıtlarda mum oluşumu şeklinde

**Tablo 1.** ISO 8217 Standartları [2]

Karakteristik	Birim	Limit	Kategori				Test Metot Referansı
			DMX	DMA	DMZ	DMB	
Density at 150C	kg/m <sup>3</sup>	max.	-	890	890	900	ISO 3675 ISO 12185
Viscosity at 400C,	mm <sup>2</sup> /s*	min. max.	1.40 5.50	2.00 6.00	3.00 6.00	2.00 11.0	ISO 3104 ISO 3104
Cetane number	-	min.	45	40	40	35	ISO 4264
Flash point,	°C	min. max.	- 43	60 -	60 -	60 -	ISO 271 9
Pour point (upper, -Winter quality -Summer quality	°C	max. Max.	-6 0	-6 0	-6 0	0 6	ISO 3016 ISO 3016
Sulphur,	% (m/m)	max	1.0	1.5	1.5	2.0	ISO 8754 ISO 14596
Hyrogen Sulfide	mg/kg	max.	2.00	2.00	2.00	2.00	IP 570
Acid Number	Mg KOH/g	max.	0.5	0.5	0.5	0.5	ASTM D664
Total existent sediment,	% (m/m)	max.	-	-	-	0.10	ISO 10307-1
Stability	g/m <sup>3</sup>	max.	25	25	25	25	ISO 12205
Carbon residue on %10 (V/V) distillation bottoms, Carbon residue,	% (m/m) % (m/m)	max. max.	0.30 -	0.30 -	0.30 -	- 0.30	ISO 10370 ISO 10370
Cloud point,	°C	max	-16	-	-	-	ISO 3015
Ash,	% (m/m)	max.	0.01	0.01	0.01	0.01	ISO 6245
Sediment	% (m/m)	max.	-	-	-	0.10	ISO 10307-1

./..

**Tablo 1.** ISO 8217 Standartları [2] (Cont')

Karakteristik	Birim	Limit	Kategori				Test Metot Referansı
			DMX	DMA	DMZ	DMB	
Water,	% (v/v)	max.	-	-		0.3	ISO 3733
Vanadium,	mg/kg	max.	-	-		-	ISO 14597
Aluminium plus silicon,	mg/kg	max.	-	-		-	ISO 10478

\* $\text{mm}^2/\text{s} = \text{cSt}$

**DMX** : Pure Distillate marine oil.

**DMA** :Gas Oil.

**DMB** :Clean Diesel

**DMC** :Blended Diesel Oil

görülmektedir. Yüksek parafin içeren yakıtlar düşük özgül ağırlığa sahiptirler. Bu yakıtların setan sayıları yüksektir [4].

ISO (International Organization for Standardization) tarafından gemide

Ayrıca gemilerde yakıt içerisindeki uygunsuz partikülleri ayrıştıran purfierlerin sıklıkla temizlenmesine ve filtrelerin kirlenmesine neden olmaktadır. Şekil 1'de limitler dışında tedarik edilmiş bir



**Şekil 1.** Yoğun Katı Partikül İçeren Yakıtın Separatör Kirliliğine Etkisi

kullanılan yakıt ve yağ standartları belirlenmiştir. Bu standartlar ISO 8217 olarak bilinmektedir. Beş kez değişmiştir. Son olarak ISO 8217:2012 yürürlükte bulunmaktadır [2, 3].

Tablo 1'de ISO 8217 standartlarına göre gemilerde kullanılan yakıt standartları ve bulunması gereken limitler görülmektedir.

Bu limitlerde tedarik edilen yakıtlar gemi teçhizatlarının çalışması bakımından sorun teşkil etmemektedir. Ancak limitlerin üzerinde olan bir değer gemi dizel motorlarında ve kazanlarda kalıcı tahribatlara neden olmaktadır.

yakıtın purfierde oluşturduğu kirlenme görülmektedir.

Yakıt alım operasyonu esnasında alınan numunelerin laboratuvarlarda analizi sonrası yakıtın sıcaklığı ve separatör ayarlarının değişmesi gerekmektedir. Ancak numune analiz sonuçlarının Tablo'1 de verilen değerleri tutmaması durumunda ciddi zararlar doğabilmektedir.

Bu zararlar anlık kullanımda gerçekleşebileceği gibi uzun vadeli rutin makine bakım saatleri haricinde bakım gerektiren tahribatlara neden olabilmektedir.

Tablo 2’de ultra düşük kükürt içerikli fuel oil ve maksimum kükürt içerikli fuel oil’in günümüzde kullanılan değerleri verilmiştir. Ultra düşük kükürtlü yakıt uygun ısıtma ve depolama imkânına sahip olmalıdır. İkmali gerçekleştirilecek düşük kükürt içerikli yakıtın transfer edileceği tankın en son kullanılan yakıttan arındırıldığı, temizliğinin yapıldığı, tamamen boş olduğundan emin olunmalıdır. Ultra düşük kükürt içerikli yakıtlar yüksek parafin içerikli olduğundan başka yakıtla birlikte uyumu zordur.

**Tablo 2.** Ultra Düşük Kükürt İçerikli Fuel Oil Standartları Karşılaştırması [2]

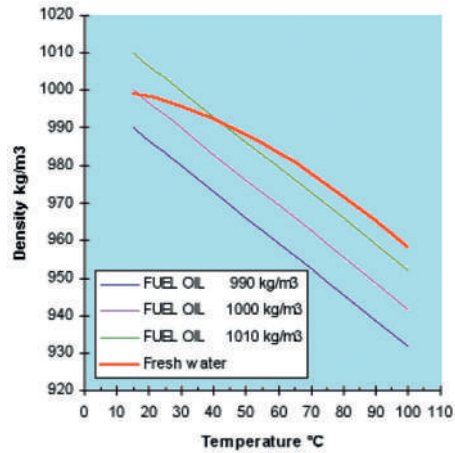
Karakteristik	IFO-180 RMD80LS	IFO-180 RME180
Density at 15°C kg/cm <sup>3</sup>	Max. 980	Max. 991
Viscosity at 50°C cSt	Max. 80	Max. 180
Flash point°C	Min. 60	Min. 60
Upper Pour Point°C	Max. 30	Max. 30
Micro Carbon Residue % (m/m)	Max. 14	Max. 15
Ash % (m/m)	Max. 0.1	Max. 0.1
Water % (m/m)	Max. 0.50	Max. 0.50
Sulfur % (m/m)	Max. 0.10	Max. 3.50
Vanadium mg/kg	Max. 350	Max. 200
Total Sediment Potential % (m/m)	Max. 0.10	Max. 0.10
Al+Si mg/kg	Max. 80	Max. 80

Zorunlu hallerde ancak %5-%10 dolaylarında karıştırılması mümkün olabilmektedir.

Yakıtın sıcaklığı özellikle asma tankında bulunduğu, deniz suyu sıcaklığından etkilendiği durumlarda parafin nedeniyle yakıtta kristalleşme meydana gelmektedir. Bu durum yakıt tanklarının ve transfer devrelerinde kalabilecek yakıtın donabilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle yakıt transfer edilecek ve kullanılacak tankların yukarıda belirtilen değerlerden 10-15 °C daha fazla ısıtılması gerekmektedir.

Özellikle liman kalışı sonrasında tekrar

ana makineyi çalıştırıp seyir yapma açısından Fuel oil Servis ve Settling tankları 65-75 °C’ de tutulması önemli bir noktadır. Fuel Oil Seperatörlerinin sıcaklığı 85 °C olmalıdır. Ultra düşük kükürt oranlı yakıtın makineye giriş viskozitesi 12-15 cSt ile servis edilmesi gerekmektedir. Şekil 2’de fuel oil sıcaklığı ve yakıt yoğunluğu arasındaki ilişki görülmektedir [9].



**Şekil 2.** Fuel Oil Sıcaklığı Yoğunluk İlişkisi

Ultra düşük kükürt oranlı yakıtların hem doğru kullanılması hem de uygun yakıt kullanılması yaşanabilecek teknik arızaların önüne geçmek açısından çok önemlidir. Özellikle makine yakıt sisteminde oluşabilecek arızalar seyir emniyetini tehlikeye atacaktır.

Ultra düşük kükürt oranlı yakıt kullanımı beraberinde uygun silindir yağı ve miktarının kullanılmasını gerektirmektedir.

Gemi dizel makinelerinde yanma sonucu gerçekleşen yüksek sıcaklığa karşı koymak günümüz koşullarında mümkün değildir. Bu sebeple iki zamanlı ağır devirli yüksek güçlü gemi dizel motorlarında tekrar kullanılmayan, yanma sıcaklığıyla birlikte yok olan, asitleri nötrleyen ayrı bir yağa ihtiyaç duyulmaktadır[7].

Bu görevi sağlayacak yağların yeterli uçuculuğa sahip, yapışkan atık oluşumuna engel olması yandığında karbon atığı üretmemesi gerekmektedir.

Genelde silindir yağlarının içeriği %70

mineral yağ %30 saf su oluşumundan meydana gelmektedir. Silindir yağı kullanımdaki ana amaç Şekil 3' te görülen silindir layneri aşınmalarını azaltmaktır.



Şekil 3. Silindir Layneri

1 gram silindir yağlama yağında bulunan 1 mg potasyum hidroksit (KOH) miktarına TBN (Total Base Number) denilmektedir[2],[4],[5],[6].

Yüksek kükürt içerikli yakıtların ağır devirli gemi dizel motorundaki olumsuz etkileri; silindir layneri aşınması, yanma odası ,egzoz sisteminde korozyondur[8].

Ağır devirli gemi dizel motorlarında silindir laynerlerindeki aşınmalar 1000 saatlik dilimlerle takip edilmektedir. Bu nedenle iki bakım süresi arasında alınan ölçülerdeki aşınma miktarları azalması veya artması yağlamanın iyi yapılması, uygun yakıt ve teknik koşulların oluşmasının olup olmadığının tespitini sağlamaktadır.

Çalışmada kullanılan örnek için 0.4-0,8 mm arasındaki aşınma normal bir aşınma miktarı kabul edilmektedir.

Bu da bir laynerin geminin çalışmasına bağlı olarak 20-30 sene olduğu kabulü ile, 4 ile 5 kez layner değişimi olacaktır. Aşınma miktarının hızlanması layner kullanım süresini azaltacak, silindir layneri değişimi nedeniyle maliyet artacaktır. Orta ve Yüksek Devirli Dizel motorlarında silindir layneri aşınma miktarı ağır devirli gemi dizel

makinelere göre daha azdır.

Araştırmaya konu olan geminin piston ve silindir layneri bakım kayıtları çıkarıldığında 38822 çalışma saatine kadar olan bakımlar Tablo 3'de listelenmiştir. Bu tabloya göre 2007 yılından 2015 yılına kadar toplam 34 bakım yapılmıştır.

Tablo 3. Piston ve Silindir Layneri Bakım İstatistikleri

Silindir Numarası	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Toplam
No:1	6.00	17.65	17.65
No:2	5.00	14.71	32.35
No:3	5.00	14.71	47.06
No:4	7.00	20.59	67.65
No:5	6.00	17.65	85.29
No:6	5.00	14.71	100.00
TOPLAM	34.00	100.00	

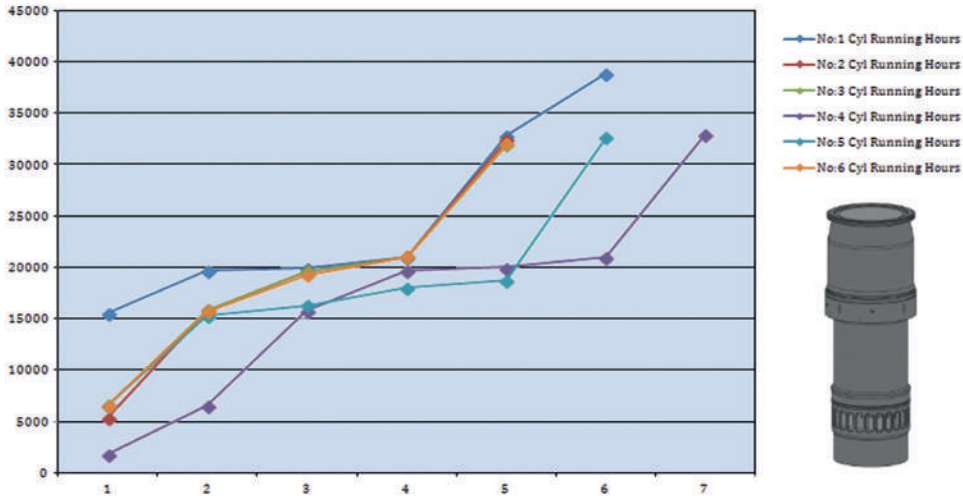
Yapılan bakımların çalışma saatleri açısından incelendiğinde her 5000 çalışma saatinde kaç adet piston bakımının gerçekleştiği Tablo 4'te görülmektedir. Bu verilere göre 15000-19999 çalışma saati arasında 16 adet bakım yapılmış ve layner değişiminin yapıldığı görülmektedir. Bu durumda bu gemi için silindir layneri ömrünün 20000 saat olduğu ve değişim sonrası ikinci değişim zamanının geldiği görülmektedir.

Şekil 4'de ana makineye ait altı silindirin bakım zamanlarına ait grafik görülmektedir.

Tablo 4. Piston ve Silindir Layneri Bakım Saatleri

Çalışma Saati	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Toplam
0-4999	1.00	2.94	2.94
5000-9999	5.00	14.71	17.65
10000-14999	0.00	0.00	17.65
15000-19999	16.00	47.06	64.71
20000-24999	5.00	14.71	79.41
25000-29999	0.00	0.00	79.41
30000-34999	6.00	17.65	97.06
35000-40000	1.00	2.94	100.00
TOPLAM	34.00	100.00	





Şekil 4. Tüm Silindir Piston ve Layner Bakım Saatleri

Şekil 5'de 1 numaralı silindirdeki piston bakımları ve silindir layneri değişimleri görülmektedir. Yapılan incelemede 19659 çalışma saatinden sonra 19983 ve 20906 çalışma saatlerindeki piston bakımlarının olmuş olması erken bir bakımı işaret etmektedir. Bu bakımların sebebi piston segmanlarında oluşan kırılmalardır.

Şekil 6'da iki layner değişimi ve aradaki üç piston bakımını göstermektedir. Özellikle silindir layneri değişiminden sonra iki kez segman kırığı nedeniyle piston bakımının yapılmış olması bir konuda eksiklik yapıldığını göstermektedir.

Makine üretici firmaları tarafından özellikle silindir layneri bakımı sonrası silindir yağlama konusunda ilk 1000 çalışma saatinde dikkat edilmesi gereken noktalar belirtilmiş ancak bu noktaların eksik uygulanması durumunda iki kez tekrar piston segmanları yenilenmek durumunda kalmıştır. Özellikle ultra düşük kükürt oranlı yakıt kullanımı nedeniyle yetersiz silindir yağlamasının oluştuğu tespit edilmiştir.

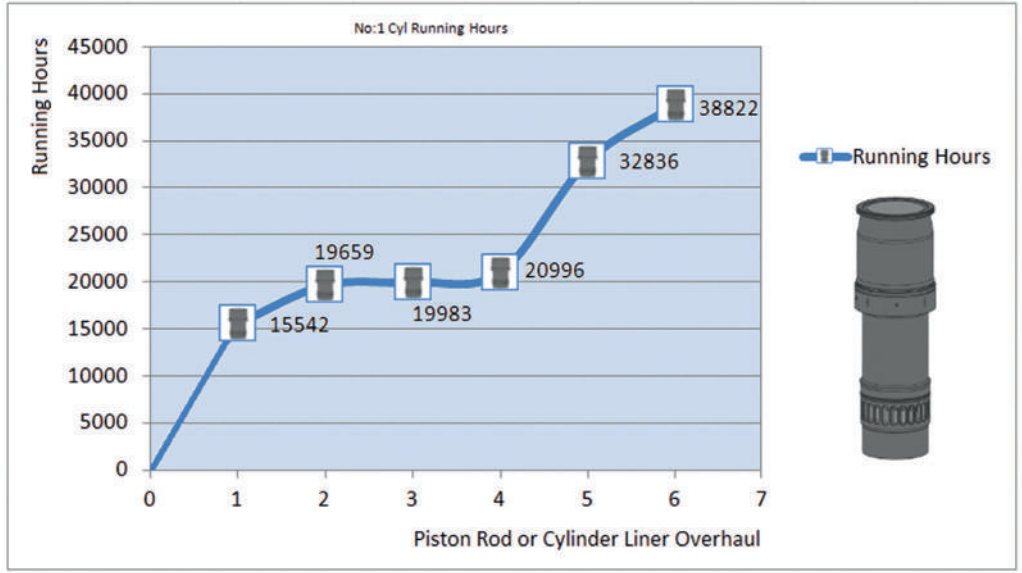
Günümüzde gelişen silindir yağlama teknolojileri ile beraber silindir yağlama yağı miktarını kullanılan yakıt sülfür oranına göre ayarlanması mümkündür. Minimum silindir yağlama miktarı mekanik yağlayıcılarda (cylinder lubricator)

0.6 g/kwh iken yeni teknolojilerin kullanılması ile bu miktar 0.5 g/kwh olarak ayarlanabilmektedir.

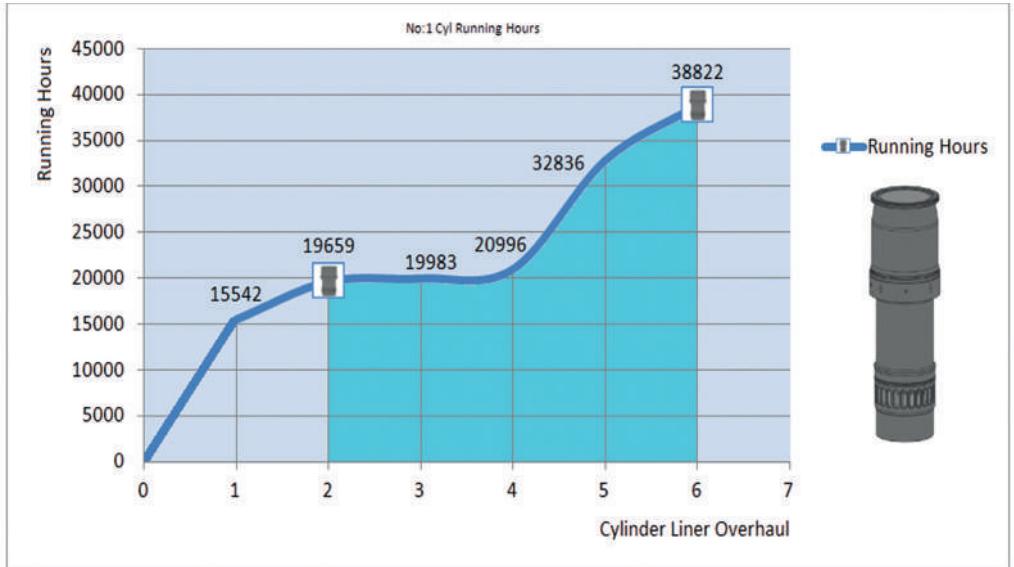
Özellikle laynerin port deliklerinin üzeri uygun olmayan silindir yağlaması sonucu aşınmaktadır. Silindir laynerinin ilk 1000 saatlik kullanım dilimindeki aşınmalar Şekil 7'de gösterildiği gibidir. Bu aşınmalar göz önünde bulundurulduğunda silindir yağlama miktarının artırılması özellikle layner değişimi ve piston bakımları sonrası aşınmaları azaltacaktır.

Yenilenen silindir laynerinin ilk çalıştığı 1000 saatlik dilimde layner ve segmanların yeni olması nedeniyle sürtünerek alıştıkları aşamadır. Bu nedenle silindir yağlama yağının normalin üzerindeki bu aşınmaları karşılayabilmesi bir yandan da asitleri nötretme ve karbon oluşturmama görevinin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle yüksek bir miktardan kademeli olarak düşürülmesi ve segmanların kontrolünün belli aralıklarla yapılması gerekmektedir. Şekil 7'de özellikle ilk 500 saatte aşınmanın en yüksek miktarda gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumda bakım sonrası 10 günlük bir seyir demektir.

Silindir laynerindeki aşınmaların limitler arasında olup olmadığı veya aşınma hızı hakkında bilgi sahibi olmak için piston bakımları arasındaki aşınmayı tespit etmek



Şekil 5. No:1 Piston Bakım Saatleri



Şekil 6. No:1 Silindir Layneri Bakım Saatleri

amacıyla aşağıdaki model geliştirilmiştir.

$$\Sigma MW = (Cw1 - Cw2) / Rh \quad (1)$$

$\Sigma MW$ : İki bakım arasındaki aşınma miktarı(mm).

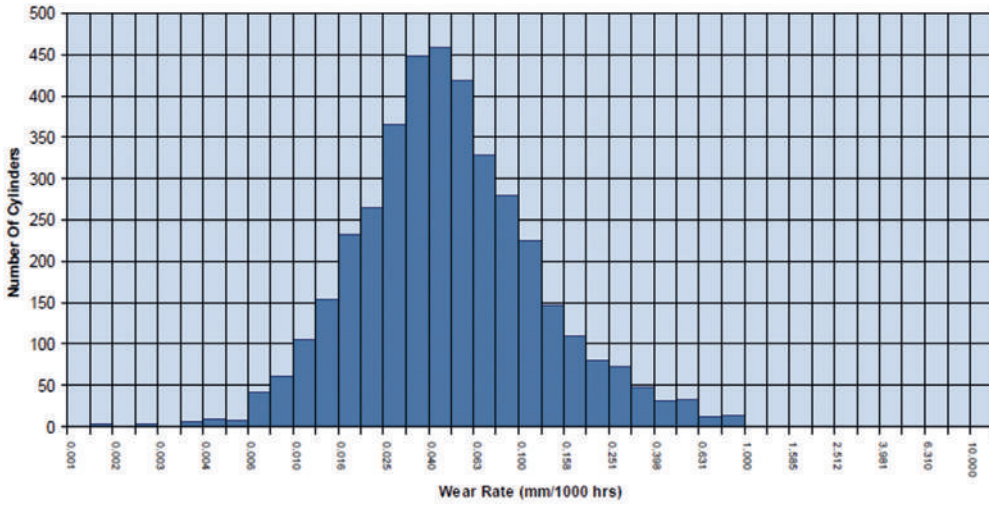
$Cw1$ : Bakımdan evvel ölçülen son silindir layneri çapı ölçüsü(mm).

$Cw2$ : Son bakım sonrası ölçülen silindir layneri çapı ölçüsü (mm).

$Rh$  :İki bakım arasındaki çalışma saati toplamı.

Bu hesaplama sayesinde iki bakım arasındaki aşınma miktarı 1000 saatlik çalışma saati dilimi olarak





belirlenebilmektedir.

Şekil 7. Silindir Layneri Değişimi Sonrası ilk 1000 Saatlik Aşınma Miktarı

Yeni silindir layneri ile önceki silindir layneri arasındaki toplam aşınma ve laynerin kullanılıp kullanılmayacağına karar vermek amacıyla aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$\sum TW = (C1 - C2) / R \quad (2)$$

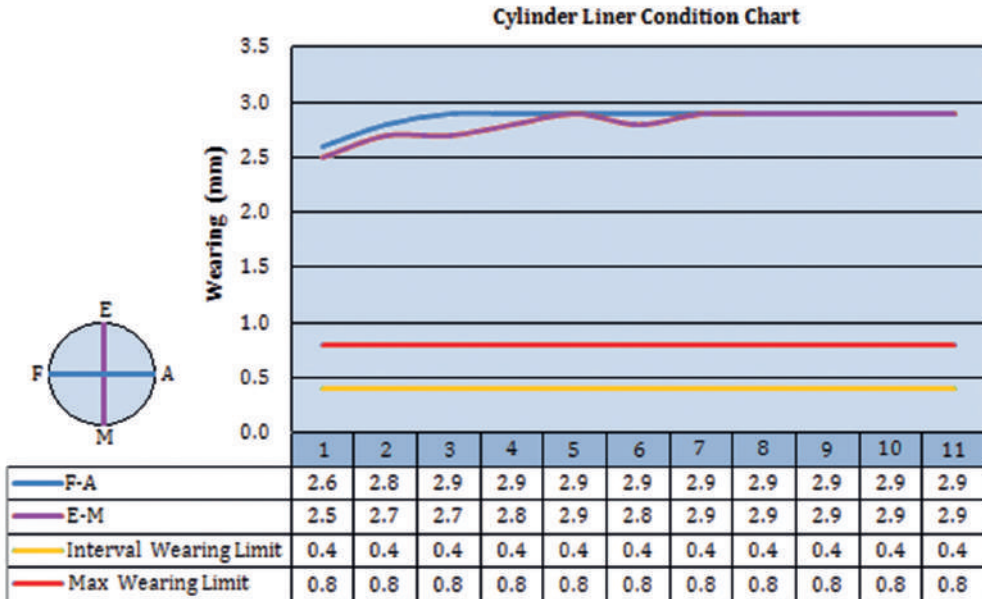
$\sum TW$ : Toplam aşınma miktarı (mm)

C2: Eski Silindir Layneri iç çapı (mm)

R: İki Silindir layneri arasındaki çalışma saati.

Oversize Limit :  $\sum TW > 0.4 - 0.8$  mm

Layner bakımı sonrası yapılan ölçüm değerleri Şekil 8’de gösterilmektedir. Şekil 8 incelendiğinde F-A değerini 2.6-2.9 arasında, E-M değerinin 2.5 ile 2.9 arasında olduğu, bu değerlerin en fazla aşınma limit



Şekil 8. Silindir Layneri Kondisyon Raporu

değeri olan 0.8 değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.

Sonuçlar değerlendirilerek yeni layner donatılmasına karar verilmiştir.

Şekil 9'da yeni donatılan silindir layneri ve eski silindir layneri yüzeyleri görülmektedir. Eski layner yüzeyi aşınma nedeniyle yağ filmi tabakası tamamen ortadan kalkmıştır. Ayrıca emme portu deliklerinin üzerinde iz yaptığı görülmektedir. Silindir layneri değiştirilerek Şekil 10'da hazırlanan yağ miktarları ayar hesaplamaları yapılmıştır.

Bu ayar hesaplamasına göre makine üretici firması tarafından kullanılan yakıtın kükürt içeriğine göre ayar seçilmiş ancak ilk 500 saat değişimi yapılan silindir layneri ve piston segmanlarının aşınmalarının daha fazla olacağı ve iki metal yüzeyin birbirine alışma periyodu anında diğer silindirlere göre daha fazla silindir yağlama yağı gönderilmiştir.

göre miktar ayarlayabilirken bakımı yeni yapılan veya bakım zamanı yaklaşmış bir silindirin yağ miktarını ayarlayabilme imkanı olmasıdır. Şekil 10'da yapılan hesaplama ile hem makine gücüne göre özgül silindir yağı tüketimi, hem de günlük toplam silindir yağı sarfiyatı hesaplanabilmektedir. Bu değer silindir yağı tankları seviyeleri ile karşılaştırıldığında eğer tankta hesaplanandan daha fazla yağ bulunması durumunda silindir yağlama sisteminde yer alan nozulların silindir yağlama görevini yetersiz yaptığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

## 7. Sonuç

Yapılan inceleme sonucunda hava kirliliğini azaltma amacıyla uygulamaya konulan kuralların teknik anlamda uyumu için yakıt ve silindir yağlama yağı uygunluğunun hem bakım masraflarının azaltılması hem de seyir emniyeti



**Şekil 9.** Yeni Silindir Layner (Solda) ve Eski Silindir Layner (Sağda) yüzeyleri

Eğer bakım ultra düşük kükürt oranlı yakıtın kullanıldığı emisyon kontrol alanlarında yapılmışsa bu durumda yağ ayarı ve miktarı daha düşük olacaktır Ancak bu ayarın yüksek tutulması gerekmektedir. Otomatik ayarlanabilen yağ ayarının en büyük avantajlarından biri kükürt oranına

açısından uygulama zorluklarının yaşandığı görülmüştür. Özellikle 1 Ocak 2015 tarihinden sonra kullanılan yakıtlara uygun makine ayarlarının yapılması konusunda farkındalık sağlanmaya çalışılmıştır. Yanlış veya eksik yapılan ayarın tekrar bakıma neden olduğu elde edilen verilerden

CYLINDER NUMBER	Sulphur %	g/kWh	g/BHP	MCR %25	MCR %50	MCR %75	MCR %100	SELECTED MCR
NO:1 CYLINDER	2.7	0.36	1.00	6.038	12.077	18.115	24.154	18.115
NO:2 CYLINDER	2.7	0.92	0.67	4.063	8.125	12.188	16.250	12.188
NO:3 CYLINDER	2.7	0.92	0.67	4.063	8.125	12.188	16.250	12.188
NO:4 CYLINDER	2.7	0.92	0.67	4.063	8.125	12.188	16.250	12.188
NO:5 CYLINDER	2.7	0.92	0.67	4.063	8.125	12.188	16.250	12.188
NO:6 CYLINDER	2.7	0.92	0.67	4.063	8.125	12.188	16.250	12.188
TOTAL:		5.94	4.36	26.351	52.703	79.054	105.406	79.054

Şekil 10. Silindir Yağlama Yağı Miktarı Ayarlama Uygulaması

çıkartılmıştır. Ultra düşük kükürtlü yakıt kullanımında dikkat edilmesi gerekli noktalar emniyetli seyir açısından irdelenmiş ve operasyonel çözüm getirilmeye çalışılmıştır.

Yapılan çalışma sayesinde başka tonaj ve tipteki makinelere aynı model uygulanarak makine bakım geçmişi çıkarılarak eksiklikler veya hazırlıklar yapılabilir. Örneğin 15000-19999 çalışma saati aralığında 16 kez piston bakımı yapıldığına göre layner değişiminden sonraki ikinci 20000 saatlik dilimde 35000-40000 saatlik dilimde piston ve layner değişimlerinin olacağı önceden tespit edilerek gerekli yedek malzeme erken tedarik edilerek zamandan kazanılmış olur. Bu sayede daha büyük arızaların önü kesilmiş olur. Şirket ve gemi arasında planlı bakım sistemi daha verimli hale getirilmiş olur.

Bu kapsamda yapılan çalışma ile literatüre gerçek bir uygulamadan yola çıkılarak ilerideki çalışmalar için başlangıç olması hedeflenmiştir.

Silindir yağlama yağı çeşidi ve günlük kullanım miktarı tespitleri silindir yağlama yağı tedarik planı oluşturmada kolaylık

sağlayacaktır.

### Kaynakça

- [1] Küçükşahin, F. (2001). Denizcilik Kimyası Yakıtlar-Yağlar, Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Akademi Denizcilik Yayınları, İstanbul.
- [2] ISO 8217 Marin Yakıt Standartları (2015). International Standard ISO 8217 (2012). Petroleum Products-Fuels (Class F) Specifications of Marine Fuels. Erişim Tarihi: 20.09.2015 [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=59479](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=59479)
- [3] Standard Test Method for Base Number of Petroleum Products by Potentiometric Perchloric Acid Titration. <http://www.pqiamerica.com/TBN.htm> Erişim Tarihi: 22.09.2015.
- [4] CIMAC Guideline. The Interpretation of Marine Fuel Oil Analysis. [http://www.cimac.com/cms/upload/workinggroups/WG7/CIMAC\\_WG07\\_2014\\_09\\_Guideline\\_](http://www.cimac.com/cms/upload/workinggroups/WG7/CIMAC_WG07_2014_09_Guideline_)

- MarineFuelOilAnalysisTestResults.pdf
- [5] Hamrock. B ve diğeri (2004). Fundamentals of Fluid Film Lubrication. Marcel Dekker, New York.
  - [6] Office of Industrial Resources International Cooperation Administration (1957). Lubrication Fundamentals and Practices Sessions I,II, III, Technical Bulletin No.43, Washington.
  - [7] Booser R. E. (1983). CRC Handbook of Lubrication "Theory and Practice Tribology" Volume II, CRC Press, Washington.
  - [8] Lee Sunggyu ve diğeri (2007). Handbook of Alternative Fuel Technologies, CRC Press, New York.
  - [9] Devold H. (2006). Oil and Gas Production Handbook. ABB Press, Oslo.
  - [10] Revised MARPOL ANNEX VI Regulations for the prevention of air pollution from ships and Nox Technical Code 2008, 2009 Edition, IMO publication, London, 2009.



## Original Research (AR)

## Değişken Deniz Suyu Sıcaklıklarında Çalışan Bir Gemi Soğutma Sisteminin Ekonomik Analizi

Veysi BAŞHAN<sup>1</sup>, Adnan PARLAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği, vbashan@yildiz.edu.tr; aparlak@yildiz.edu.tr

### Öz

Bilindiği üzere Kyoto Protokolü, hidrokarbon yakıt ile çalışan enerji sistemlerinde karbon salınımını azaltmayı öngörmektedir. Mevcut teknolojiler incelendiğinde, hidrokarbon esaslı yakıt tüketen sistemlerde karbon salınımını doğrudan azaltacak bir yöntem hali hazırda bulunmamaktadır. Günümüzde, karbon salınımını azaltmanın en etkin yolu yakıt tüketiminin azaltılmasıdır. Son yıllarda gemilerde de enerji verimliliğine yönelik uluslararası kurallar yürürlüğe girmiştir. Gemilerde enerji tüketen bileşenlerden bir tanesi soğutma ve iklimlendirme sistemleridir. Mevcut gemilerde soğutma sistemleri ekstrem şartlara göre ve sabit devirde çalışacak şekilde tasarlanmaktadır. Bu sistemlerde kondanserde yoğuşma için soğutucu akışkan olarak deniz suyu kullanılmaktadır. Deniz suyu sıcaklığı arttıkça, soğutucu akışkanın kondanser çıkışında yoğuşmayı temin edecek şekilde kompresör çıkış basıncını arttırmak gerekmektedir. Bu durumda, kompresörün çektiği güç de artmaktadır. Deniz suyu sıcaklığı düştüğünde ise soğutucu akışkanın yoğuşmasını çok daha düşük çıkış basınçta sağlamak mümkündür. Bu durumda da kompresörün güç ihtiyacı azalmaktadır. Sabit devirle dönen mevcut soğutma kompresörleriyle düşük deniz suyu sıcaklıklarında soğutma sisteminin enerji tasarruf potansiyelinden faydalanılamamaktadır.

Bu çalışmada değişken devirli kompresöre sahip soğutma sistemi kullanılması durumunda; kompresör devri, kondanser çıkış sıcaklıklarına göre değişken hale getirilmesiyle soğutma sistemi etkinlik değerleri, sabit devirde çalışan soğutma sistemiyle karşılaştırılarak enerji tasarruf potansiyelleri hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Verimliliği, Gemi, Soğutma Sistemleri, EEDI, EEOI, MARPOL.

## Economic Analysis of A Ship Refrigeration System in case of Variable Sea Water Temperature Conditions

### Abstract

As known Kyoto Protocol forces the states to decrease carbon emissions due to the combustion of hydrocarbon content fuels in the energy plants. When current technologies have been investigated, it seems that there is no method that directly decreases carbon emissions. Nowadays, the most effective way for decreasing carbon emissions is to develop methods that increase the

*fuel efficiency of systems. In recent years international rules related to energy efficiency ships came into force. One of the components that consume energy in ships is HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning refrigeration) system. In existing ships, refrigeration systems are designed to work under extreme conditions and compressors work at constant speed. In these systems, sea water is used as a coolant in condenser. When sea water temperature increases, the compressor outlet pressure must be kept higher in order to ensure condensation in condenser outlet. This situation causes increase in power demand of compressors which result in decrease of COP. On the other hand, when the sea water temperature decreases, the power demand of compressor decreases. In that case, it cannot be benefited from energy saving potential of refrigeration system occurred in lower sea water temperature conditions.*

*In this study, usage of variable speed compressors in refrigeration system is considered and a comparison of constant speed compressor system and variable speed compressor system is carried out. The condenser outlet temperature is utilized as main parameter for compressor speed adjustment and energy saving potential is calculated.*

**Keywords:** Energy Efficiency, Ship, Refrigeration Systems, EEDI, EEOI, MARPOL.

## 1. Giriş

1978 protokolü ile değiştirilen MARPOL 73/78 (1973 Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Sözleşmesi) EK VI kural 22 ve SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan-Gemi Enerji Verimliliği Yönetim Planı) 'nın gerekleri olarak gemilerde enerji tüketen sistemlerin verimliliğini arttırmak hedeflenmektedir [1] [2]. Bu kapsamda gemilerde kullanılan soğutma sistemleri ekstrem deniz suyu sıcaklıklarına göre tasarlanmıştır. Oysa gemiler deniz suyu sıcaklığının farklı olduğu bölgelere seferler düzenlemektedir. Örneğin gemi, Yemen'den (Deniz suyu sıcaklığı ~ 40 °C), Kuzey denizine, (Deniz suyu sıcaklığı ~ 5-10°C) seyir yapabilmektedir. Deniz suyu sıcaklığının çok düşük olduğu bölgelerde kondanser çıkışındaki soğutucunun sıvı hale getirilmesi çok daha düşük kondanser çıkış basıncı ile sağlanabilmektedir. Mevcut gemilerdeki soğutma sistemlerinde kompresör sabit devir ile çalıştığından, çıkış basıncı değişken şartlara göre ayarlanmadığından soğutma sistemlerinden elde edilebilecek tasarruf potansiyellerinden faydalanılamamaktadır.

Ülkemizde faaliyet gösteren ortalama bir denizcilik firmasının 15 gemisi olduğu kabul edildiğinde, firmanın 1 yılda (3000 saat) yapabileceği tasarruf miktarı -özellikle emisyon açısından kısıtlanan bölgelerde-

100.000 \$'a ulaşabilmektedir. Bu çalışmada değişken deniz suyu sıcaklıklarına bağlı olarak soğutma sisteminden sağlanabilecek tasarruf potansiyeli araştırılmıştır. Yerel ve küresel hava kirliliği sebebi ile gemilerden kaynaklanan SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC emisyonlarını azaltmak için IMO MARPOL Ek VI'da ECA (Emission Control Area-Emisyon Kontrol Alanı) adı altında özel bölgeler belirlenmiştir [3]. Bu alanlarda seyir yapacak olan yeni inşa edilecek gemilerden çevreye atılacak olan emisyon limitleri sınırlandırılmıştır. CO<sub>2</sub> emisyonlarının düşürülmesi için halihazırda kullanılan bir yöntem bulunmadığından enerji verimliliğini artırıcı önlemler alınmış ve bu kapsamda gemiler için enerji verimliliği dizayn indeksi (EEDI -Energy Efficiency Design Index) tanımlanmıştır [4]. İşletme esnasında geminin verimli işletilip işletilmediğinin kontrolü için ayrıca enerji verimliliği operasyon indeksi (EEOI- Energy Efficiency Operation Index) tanımlanmıştır [5]. Gemilerin yakıt tüketimi toplam işletme giderlerinin yaklaşık % 60'ını oluşturmaktadır. Bu nedenle yakıttan kaynaklı işletme maliyetini azaltabilmek için IFO180 ve IFO380 gibi çok yüksek viskoziteli ucuz yakıtlar tercih edilmektedir. Ancak yukarıda bahsedildiği gibi özel alanlarda (ECA) seyreden gemilerde uluslararası kurallar gereğince düşük kükürlü yakıt kullanılması zorunludur.



Dolayısıyla bu alanlarda seyreden gemiler yüksek maliyetli yakıt (MGO ve/veya LSGO01) kullanmak durumundadırlar. Bu ise işletme maliyetini arttırmaktadır.

Önümüzdeki dönemlerde özel alanların çok daha geniş alanları kapsayacağı dikkate alındığında gemilerde enerji verimliliğine yönelik tedbirler ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi kaçınılmazdır. "HVAC Sistemlerinin Etkinlik Katsayılarının Arttırılmasına Yönelik Önlemlerde" gemilerde enerji verimliliğini arttırmak için kullanılacak potansiyel gemi yardımcı sistemlerinden biridir. Soğutma sistemlerindeki verimlilik artışı özellikle yüksek soğutma yükü nedeniyle Cruise tipi gemilerde (Lüks Yolcu Gemisi) çok daha önemlidir.

Bu çalışmada değişken devirli kompresöre sahip soğutma sistemi kullanılması durumunda; kompresör devri, kondanser çıkış sıcaklıklarına göre değişken hale getirilmesiyle soğutma sistemi etkinlik değerleri, sabit devirde çalışan soğutma sistemiyle karşılaştırılarak enerji tasarruf potansiyelleri hesaplanmıştır.

## 2. Soğutma Çevrim Analizi

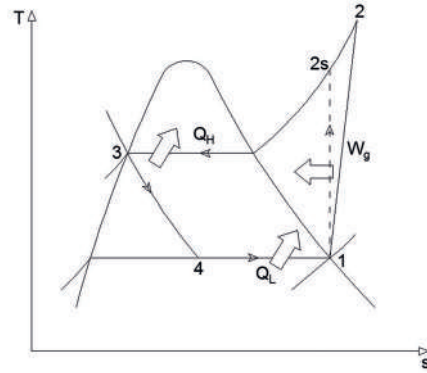
Çevrim analizinin yapıldığı tersinmez soğutma çevriminin T-s diyagramı Şekil 1' de görülmektedir. Çevrimde 1-2 arası tersinmez şartlardaki kompresör işini, 1-2s tersinir şartlardaki sıkıştırma işini, 2-3 arası tersinmez soğutma sisteminde kondanserden atılan ısıyı, 2s-3 arası tersinir şartlarda kondanserden atılan ısıyı, 3-4 arası sabit entalpide kısılmayı, 4-1 ise evaporatörden çekilen ısıyı göstermektedir. Tersinmez kompresörün çektiği güç

$$\dot{W}_k = \dot{m} (h_2 - h_1) \quad (2.1)$$

Kompresör izantropik verimi

$$\eta_k = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \quad (2.2)$$

Denklem 2.2 yeniden düzenlenerek denklem 2.1 de yerine konulursa tersinmez şartlarda çalışan kompresörün güç ifadesi



Şekil 1. Tersinmez Buhar Sıkıştırma Soğutma Çevriminin T-S Diyagramı

$$\dot{W}_k = \frac{\dot{m}(h_{2s} - h_1)}{\eta_k} \quad (2.3)$$

olur. 2-3 arasında kondanserden atılan ısı

$$\dot{Q}_C = \dot{m}(h_2 - h_3) \quad (2.4)$$

3-4 arasında soğutucu gaz sabit entalpide kısıldığından

$$h_3 = h_4 \quad (2.5)$$

olur. 4-1 arasında ortamdan çekilen ısı

$$\dot{Q}_E = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad (2.6)$$

Tersinmez soğutma çevriminin tesir katsayısı

$$STK = \frac{\dot{Q}_E}{\dot{W}_k} \quad (2.7)$$

Denklem 2.3 ve 2.6 denklem 2.7'de yerine konarak yeniden düzenlenirse STK aşağıdaki denkleme dönüşür.

$$STK = \frac{\eta_k (h_1 - h_4)}{h_{2s} - h_1} \quad (2.8)$$

Alternatör-Soğutma kompresörü genel verimi

$$\eta_T = \eta_{eff} \times \eta_{gen} \times \eta_{s,motor} \times \eta_{komp} \quad (2.9)$$

$$\eta_T = \frac{W_{mil} \times W_{gen} \times W_{e,motor}}{\dot{m}_y \cdot H_u} \times \frac{W_{komp}}{W_{e,motor}} = \frac{W_{komp}}{\dot{m}_y \cdot H_u} \quad (2.10)$$

Kompresör için dizel motorundan çekilen güç,

$$\dot{W}_x = \frac{W_k}{\eta_T} \quad \text{olacaktır.} \quad (2.11)$$

Bu durumda STK,

$$STK = \frac{\dot{m}_s(h_4-h_1)}{\dot{W}_x} = \frac{\eta_T \dot{m}_s(h_4-h_1)}{W_k} = \frac{\eta_T(h_4-h_1)}{h_2-h_1} \quad (2.12)$$

2.2 no'lu denklemden  $h_2$  alınıp 2.12 no'lu denkleme yazılırsa,

$$STK = \frac{\eta_K \eta_T (h_4-h_1)}{h_2s-h_1} \quad (2.13)$$

olur.

Bu çalışmada genel verim %100 kabul edilmiştir.

### 2.1. Soğutma sisteminden sağlanabilecek tasarrufun hesaplanması

Soğutma çevrim analizinde YANMAR Firmasına ait 6EY18AL model 400 kW gücündeki yardımcı dizelin fabrika test değerleri kullanılmıştır. Üretici firmanın fabrika test verilerinde püskürtme Avansı 7°KMA, atmosfer basıncı 1021.9 mbar, silindir soğutma suyu ortalama çıkış sıcaklığı 80 °C, 15 °C sıcaklıktaki yakıt yoğunluğu ise 855.4 kg/m<sup>3</sup> olarak verilmektedir. Üretici firma tarafından yürütülen testler dört farklı yükte gerçekleştirilmiştir. Bu yüklere ait yakıt sarfiyatları Tablo 1' de görülmektedir.

**Tablo 1. YANMAR 6EY18AL Model Dizel Motorun Fabrika Test Değerleri**

Yük,%	25	50	75	100
Yakıt Harcamı, kg/h	29.1	46.4	64.1	82.4
Ortam Sıcaklığı,°C	24	23	26	22

Ara değerlerin hesabı için Excel'de Tablo

1 değerleri kullanılarak regresyon analizi yapılmış ve yüke bağlı yakıt sarfiyatını veren bir denklem bulunmuştur. Denklem kompresörün çektiği güce bağlı olarak düzenlenmiştir.

Yakıt sarfiyatındaki tasarruf miktarı denklem yardımıyla doğrudan bulunabilir. Üretici firma yakıt sarfiyatının ölçülmesinde kullanılan debi ölçerin özelliklerini belirtmemiştir.

$$\dot{m}_{\text{yakıt,kazanç}} = 0,00002(\dot{W}_{k,std}^2 - \dot{W}_x^2) + (0,00004P_x + 0,1651)(\dot{W}_{k,std} - \dot{W}_x) \quad (\text{kg/saat})$$

Yakıt ile sağlanan tasarrufun parasal karşılığı aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

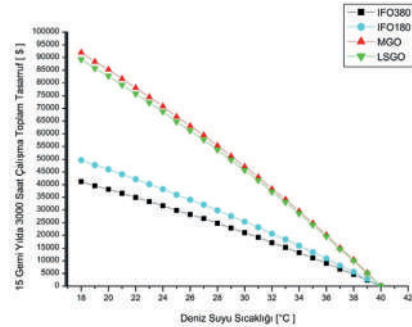
Yakıt birim maliyet = B (\$/kg)

Çalışma Saati = t (saat/yıl)

Yıllık kazanç =  $\dot{m}_{\text{yakıt,kazanç}} \times B \times t$  (\$/yıl)

Analizde farklı yakıtların kullanılması durumunda sağlanabilecek tasarruf miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda dört farklı yakıt tipi kullanılmıştır.

Yakıt özellikleri ve birim maliyetleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Hesaplamalar en kötü durum olan 40 °C deniz suyu sıcaklığına göre karşılaştırılmıştır.



**Şekil 2. Farklı Deniz Suyu Sıcaklıkları ve Farklı Yakıtlara Göre R404a Akışkanının Çevrim Sonuçlarının Parasal Tasarruf Karşılığı**

Tablo 2 ve Şekil 2'de gözüktüğü gibi deniz suyu sıcaklığı düştükçe değişken devirli soğutma sisteminin tasarruf potansiyeli artmaktadır. 15 gemi çalıştıran bir şirketin



**Tablo 2.** Değişken Deniz Suyu Sıcaklığı ve Farklı Yakıt Türlerine Göre 3000 Saatlik Çalışma Süresi İçin 15 Gemilik Bir Filonun Yıllık Tasarruf Değerleri ( $Q_c=93 \text{ kW}$ ,  $T_c = -15^\circ\text{C}$ ,  $\eta_k=80\%$ , Aşırı Kızdırma  $7^\circ\text{C}$ , Aşırı Soğutma  $3^\circ\text{C}$ , IFO 380 = 0.302 \$/kg, IFO 180 = 0.364 \$/kg, MGO=0.675 \$/kg, LSG001 =0.655\$/kg)

$T_c$ [ $^\circ\text{C}$ ] Deniz Suyu	$P_k$ [kW] Komp. Gücü	COP	Yakıt Sarfiyat [kg/h]	Tasarruf [ $40^\circ\text{C} - T_c$ ] [kg/h]	15 Gemi IFO380 [\$]	15 Gemi IFO180 [\$]	15 Gemi MGO [\$]	15 Gemi LSG001 [\$]
18	17.0	5.48	31,940	2,50	41161,95	49612,41	92001,01	89275,05
19	17.6	5.30	32,042	2,39	39546,49	47665,30	88390,35	85771,35
20	18.2	5.12	32,144	2,29	38161,66	45996,16	85295,11	82767,87
21	18.8	4.96	32,246	2,19	36545,67	44048,43	81683,23	79263,00
22	19.4	4.80	32,348	2,09	34929,40	42100,38	78070,72	75757,54
23	20.0	4.65	32,450	1,99	33312,91	40151,97	74457,63	72251,46
24	20.6	4.51	32,551	1,88	31696,11	38203,24	70843,90	68744,83
25	21.3	4.38	32,670	1,76	29848,00	35975,70	66713,22	64736,55
26	21.9	4.25	32,772	1,66	28230,79	34026,48	63098,59	61229,02
27	22.5	4.13	32,874	1,56	26613,18	32076,81	59483,07	57720,60
28	23.2	4.01	32,993	1,44	24764,08	29848,14	55350,22	53710,24
29	23.9	3.90	33,112	1,32	22914,63	27618,97	51216,52	49698,99
30	24.5	3.79	33,214	1,22	21065,04	25389,67	47082,46	45687,42
31	25.2	3.69	33,334	1,10	19214,91	23159,70	42947,23	41674,72
32	25.9	3.59	33,453	0,98	17133,16	20650,59	38294,37	37159,74
33	26.6	3.50	33,572	0,86	15282,36	18419,80	34157,61	33145,51
34	27.3	3.41	33,691	0,74	13199,85	15909,75	29502,94	28628,77
35	28.0	3.32	33,810	0,63	11116,75	13399,02	24847,06	24110,86
36	28.7	3.24	33,929	0,51	9033,25	10887,79	20190,28	19592,05
37	29.5	3.16	34,065	0,37	6717,82	8096,94	15014,97	14570,10
38	30.2	3.08	34,185	0,25	4633,51	5584,77	10356,34	10049,49
39	31.0	3.00	34,321	0,11	2316,96	2792,61	5178,64	5025,19
40	31.7	2.93	34,440	0	0	0	0	0

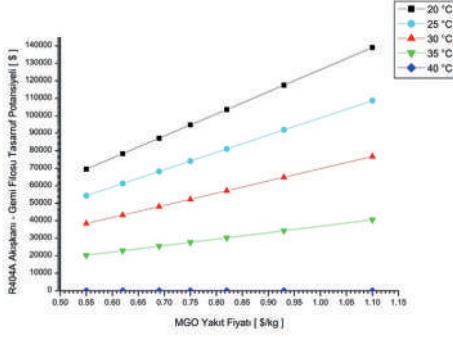
tüm gemilerinin soğutma sistemlerinin yılda 3000 saat çalıştığı kabul edildiğinde yıllık tasarruf (01.05.2015 şirket verilerine göre IFO380 = 0.302 \$/kg, MGO=0.675 \$/kg) 41161 \$ ile 92001 \$ arasında tasarruf sağlanabileceği görülmüştür.

Soğutma sistemleri değişken devirli kompresöre göre düzenlendiğinde sağlanacak olan tasarruf miktarı yakıt fiyatlarına bağlı olarak değişkenlik gösterecektir. Şekil 3'de görüldüğü gibi tasarruf potansiyeli artan yakıt fiyatları ile

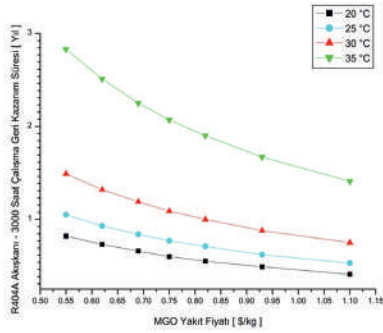
doğru orantılı olarak artmaktadır. Yıllara bağlı olarak sektördeki yakıt maliyetleri dikkate alındığında tasarruf potansiyeli yakıt fiyatının 1.1 \$/kg olduğu durumda 138.999 \$ seviyesine çıkabilmektedir.

Şekil 4 ve Şekil 5' te görüldüğü gibi değişken devirli soğutma sistemi kullanıldığında yatırımın geri dönüş süresi IFO380 için 6 ay ile 1.5 yıl arasında değişmektedir. MGO için ise bu süre 4 ay ile 10 ay arasında değişmektedir. Yapılan fizibilite çalışmaları neticesinde değişken

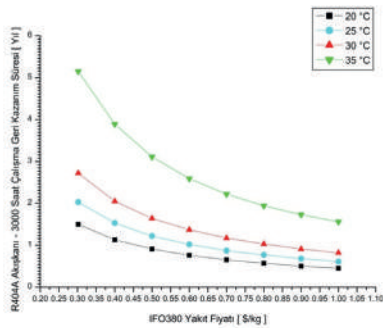
devirli soğutma sisteminin gemilere entegre edilmesinin ekonomik olduğu hesaplanmıştır. Böyle bir sistemin gemiye entegre edilmesi durumunda geminin yıllık tasarruf potansiyelinin 135.000 \$ gibi oldukça yüksek değerlere ulaşabildiği anlaşılmıştır.



Şekil 3. Değişken Yakıt Fiyatlarına Göre 15 Gemilik Bir Filonun Değişken Sıcaklıklarda Tasarruf Potansiyeli



Şekil 4. Değişken Mgo Yakıt Fiyatları İçin Geri Kazanım Süreleri



Şekil 5. Değişken Ifo380 Yakıt Fiyatları İçin Geri Kazanım Süreleri

### 3. Sonuç

Kara tesislerinde kullanılan soğutma sistemlerinde dış ortam şartları mevsimsel olarak değişmektedir. Oysa gemiler her an farklı iklimlere seferler düzenleyebilmektedir. Gemilerde kullanılan soğutma sistemlerinin kompresörleri ise sabit devir ve sabit çıkış basıncında çalışmaktadır. Bu durumda değişken hava ve deniz suyu sıcaklığı şartlarında çalışan gemilerde enerji tasarruf potansiyelinden faydalanılmamaktadır. Değişken deniz suyu sıcaklıklarına bağlı olarak kompresör devri değişken hale getirilerek düşük deniz suyu sıcaklıklarında düşük kompresör çıkış basıncı, yüksek deniz suyu sıcaklıklarında ise yüksek kompresör çıkış basıncı sağlanabilecektir. Bu sayede hem sistem daha verimli çalışmış olacak hem de yüksek deniz suyu sıcaklıklarında karşılaşılan kompresörün yüksek basınçtan dolayı devre dışı kalmasının önüne geçilmiş olacaktır. Gemilerde soğutma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmayan bu sistem, değişken devirli kompresör(ler) kullanılarak yük ihtiyacına göre kompresörün çalışması sağlanarak yakıt tasarrufu sağlayacaktır.

### 4. Teşekkür

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

### Terimler

$\dot{W}_k$  = Tersinmez kompresörün çektiği güç

$\eta_k$  = Kompresör izantropik verimi

$\dot{Q}_C$  = Kondanserden atılan ısı

$\dot{Q}_E$  = Evaporatörde ortamdan çekilen ısı

STK = Soğutma tesir katsayısı

$H_u$  = Yakıtın alt ısıl değeri

$\dot{W}_x$  = Kompresör için dizel motorundan çekilen güç

$\eta_T$  = Alternatör-Soğutma kompresörü genel verimi

$\dot{W}_{k, std}$  = Fabrika test değerlerindeki güç değeri

$P_x$  = Değişken sıcaklık şartlarındaki güç

°KMA= Krank mil açısı

**Kaynakça**

- [1] International Maritime Organization, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), Erişim Tarihi:27 Haziran 2015, [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
- [2] Guidance for the development of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP), MEPC.1/Circ.683, 2009.
- [3] International Maritime Organization, Special Areas under MARPOL, Erişim Tarihi: 15 Temmuz 2015, <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx>
- [4] Interim guidelines on the method of calculation of the Energy Efficiency Design Index for new ships (EEDI), MEPC.1/Circ.681, 2009.
- [5] Acomi, N. & Acomi, O.C. (2014). proving the Voyage Energy Efficiency by Using EEOI, The 9th International Conference on Traffic & Transportation Studies (ICTTS'2014), 138:531-536.

This Page Intentionally Left Blank



## Review (RE)

## Dry Port Development: A Systematic Review

Fatimazahra BENTALEB<sup>1</sup>, Charif MABROUKI<sup>1</sup>, Alami SEMMA<sup>1</sup><sup>1</sup>Engineering, Industrial Management and Innovation Laboratory - University HASSAN I - MOROCCO, fatimazahra.bentaleb@gmail.com; charif.uh1.fst@gmail.com; semmaalama@yahoo.fr**Abstract**

Studies on dry ports as nodes in multimodal transport have been expanded to decrease the mounting congestion on seaports. The principal objective of this study is to inspect how dry port researches have been conducted from different perspective. This paper tries to recap the existing researches that aimed to study dry port concept via a systematic review, to present a general overview of the researches on our relevant region and propose a classification for these researches. This paper present a systematic review of dry port that looks to illustrate the progress of researches on this area between 1986 and 2015, collecting researches on dry port concept and analyzing the main characteristics of the dry port development and their contribution to the multimodal transport. The results indicated that most dry port studies considerate the strategic level and concentrate in the Asian continent. Studies regarding other decision levels and continents have to be developed in further researches. Although the existing studies make a contribution in dry port concept, they allow gaps in terms of operational and tactical decision levels considering their limited geographical region.

**Keywords:** Dry port, Seaport, Multimodal transport, Systematic review.

**Kara Limanı Gelişimi: SistematiK Bir İnceleme****Öz**

Çok modlu taşımacılıktaki düğüm noktaları olan kara limanları üzerine çalışmalar, deniz limanlarındaki artan tıkanıklığı azaltacak şekilde genişletilmiştir. Bu çalışmanın ana amacı, kara limanı araştırmalarının farklı bakış açılarıyla nasıl yürütüldüğünü incelemektir. Bu makalede, kara limanı kavramını incelemeyi amaçlamış mevcut araştırmaların sistematiK bir inceleme ile yeniden özetlenmesine, genel bir bakış sunulmasına ve bir sınıflandırma önerilmesine çalışılmıştır. Bu makale, 1986 ile 2015 yılları arasında yapılmış olan kara limanları ile ilgili araştırmaları derleyerek, gelişimlerinin ana özelliklerini ve çok modlu taşımacılığa katkılarını analiz etmekle birlikte, yapılmış olan araştırmaların gelişimini göstermeye çalışan, sistematiK bir inceleme sunmaktadır. Sonuçlar, kara limanları ile ilgili çalışmaların çoğunun stratejik düzeyde olduğunu ve Asya kıtasında yoğunlaştığını göstermektedir. Diğer karar düzeyleri ve kıtalara ilişkin araştırmaların gelecek çalışmalarda geliştirilmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmalar kara limanı kavramı ile ilgili katkıda bulunuyor olsalar da, sınırlı coğrafi bölgeler dikkate alındığında operasyonel ve taktik düzey açısından eksikliklere meydan vermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Kara limanı, Deniz limanı, Çok modlu taşımacılık, SistematiK inceleme.

## 1. Introduction

Transport development is increasingly changing inland after a period that significant attention has been paid on the development of seaport terminals and maritime transport [1]. In the current literature a lot of attention has been given to multimodal transportation [2]. Multimodal transport transfers cargo from shipper to consignee using two or more different modes [3]. The objective is to transport goods in a permanent flow all the way through the whole transport chain, from shipper to consignee, with the most effective cost and time. Growth of economic movement conducts to the growth of maritime transport and as a result, a growth in the land transport. The growth flow of merchandise is fundamental to the development of international, regional and local economic systems [4]. Dry ports were founded in numerous regions around the world, particularly where the augmentation of inland freight distribution needed an intensification of flows. Congestion is usually viewed negatively and it is seen as a limiting element on economic efficiency as well as a source of pollution [5]. With the great augmentation of container flows and the development of international multimodal transport [6], Seaports are facing problems connected to need of space and the rising congestion on their access. Dry ports, as hubs in multimodal transport, have been created to decrease the mounting congestion. For this reason, dry port concept has received more consideration in literature. Many researchers have proposed the concept of dry port as a key to support multimodal transport development and seaport operations. This worldwide augmentation of container flow was modeled and simulated by Parola and Sciomachen [7]. Their results demonstrate that congestion rises proportionally with the increase in containers' flow. For some seaports, the feeblest link in the multimodal transport is the storage space. Notteboom and Rodrigue

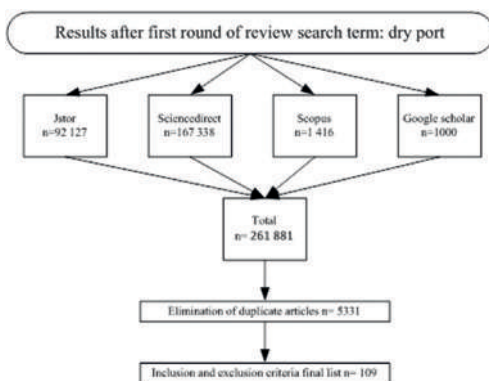
[8] presented a seaport regionalization stage in seaport development and seaport system. The objectives of this paper are: (i) to collect existent researches on dry port concept via an interpretative organization of published literature on the involved area, and (ii) to classify existing dry ports from decisional and geographical perception. The following objectives were established via the following steps: (i) collect 'dry port concept' researches from 1986 to 2015; (ii) recognize the researches on dry port concept and (iii) classify these researches via a systematic review. The time period from 1986 to 2015 was chosen because no studies published before 1986 for dry port study. This paper is structured as follows. First, methodological procedures employed in the systematic literature review are discussed and results of the systematic literature review on dry port concept and their classification in Section 2. Section 3 results and discussion. Finally, conclusion is presented in Section 4.

## 2. Systematic Review of Dry Port Concept in Multimodal Transport

### 2.1. Methodology

This paper presents a methodological examination of the dry port concept in the literature. A literature review is an input part of any research mission. The researcher maps and assesses the pertinent intellectual area in order to indicate a research question [9]. We will use a systematic review in our review process. Traditional literature in management studies have not been substituted for any methodological criteria and too much subjectivity in the selection of studies were involved [10]. A systematic review based on recognizing, assessing and keeping all pertinent researches presently accessible for a definite research question [11]. Since the method allows relatively high practical and analytical objectivity and reproducibility. The description of a procedure is vital and essential because the procedure identifies the techniques employed to conduct the systematic

review. We will apply a systematic review methodology in our research project. In fact, the systematic review methodology is distinguished by a planned and structured approach to study university researches published using organized and reproducible techniques to recognize, choose and vitally assess researches [9]; [12]. Systematic review methodology is increasingly used to recognize, present and discuss the most important contributions in a particular domain of study [10]. The benefits of this review are diminution mistakes and to raise authenticity of the evidence. Hence reliable results are generated [10]. A systematic review provides consistent data from a collection of data dispersed across a large variety of researches [9]. The systematic review of the literature methodology follows five-steps which includes: (i) problem definition; (ii) selection of journals; (iii) selection of studies; (iv) critical evaluation; and (v) synthesis ([15]; [9]; [12] and [16]). First, problem definition, it is a delimitation of the subject area or topic. The aim of the systematic review in our project is to understand development of dry port concept. We performed this systematic review evaluations three times by two researches. We have assessed the differences detected in the results of the two researches, and the final list of chosen articles was created. Figure 1 presents the varied phases assumed to get the finishing list.



**Figure 1.** The Systematic Review Steps in Dry Port Research

The keyword was used as selection criteria for the 'title', 'keywords', and 'abstract' fields in each paper. Types of documents included in the search were 'articles' and 'reviews', as results we have found a total of 261 881 articles and reviews. After duplicates were removed, the abstracts and metadata of all papers were independently analyzed by two researchers oriented to select only papers whose research questions and results were directly related to our aim, as results we have found a total of 5331 articles. Then, an analysis of the articles was performed according to inclusion and exclusion criteria. The following inclusion criteria were utilized: (i) the identification of the term 'dry port' in the title, abstract or article body; (ii) the existence of a comprehensive view, i.e. studies which considered dry ports as an infrastructure, addressing aspects such as congestion in seaports and multimodal transport infrastructure and (iii) studies that directly considered, or were indirectly applied, to maritime transport of containerized cargo in multimodal transport networks. The exclusion criteria were studies focusing exclusively on air transport, tramp shipping, break bulk cargo, passenger terminals, road transport, fishing and roll-on/roll-off cargo and those aimed specifically at operations in seaports (berth allocation and quay crane scheduling problems), as results we have found a total of 109 articles. Once grouping the studies, it was feasible to recognize the involvement of every paper to this area under discussion with recognizing the papers which illustrated dry port development. These articles were examined in additional aspect, intending to illustrate the problem studied, express their decision level and identify their geographical location. At this stage, the aim was to present the different problems studied in this area at decision level and identify location of each study. Finally, for the data synthesis stage, an aggregative approach was employed in order to summarize findings of the reviewed



studies. Such aggregative approach relies heavily on the researcher's subjective interpretation about the reviewed papers [17]. We have used journals in Maritime Economics and Logistics; in Transportation Economics; in Transport Geography and in Maritime Policy and Management (Table 1).

performance and development. The necessity to deal with colossal volumes of containers traffic and the insufficiency of land in the seaport area pose serious challenges for operators to provide effective services. Seaports should be reviewed through the domestic cargo

**Table 1.** *Presents The Major Journals Used in Our Study*

Journals	Number of articles
Maritime Economics and Logistics	9
Research in Transportation Economics	6
Journal of Transport Geography	5
Maritime Policy and Management	4
World Review of Intermodal Transportation Research	3
Logistics Technology	3
Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	2
Other journals (one article each)	45
Conferences	32
<b>Total</b>	<b>109</b>

The results of this aggregative approach include decision levels and geographical location perspective all over the years.

## 2.2. Overview of Research on Dry Port Concept

In this section, results from the systematic literature review are presented. In particular, this section provides a general summary of the researches on dry port concept and suggests a classification for dry port studies based in decision level treated chronological and geographical location of each study. Therefore in the following, we present studies on dry ports in the containerized goods transportation process presented in the literature on this theme.

### 2.2.1. Dry Port Concept and Role in Multimodal Transport

This Section starts by recalling the relevant role and evolution of the dry port in multimodal transport. In particular, the dry port concept is presented, highlighted the particular advantages for seaport

transport networks [18]. It is quite natural to master the seaport development which becomes more and more interesting and more complex to manage [19]. Increase in the flow of containers subsequently increases congestion in seaports. For some seaports, the feeblest link in the multimodal transport is the storage space. In addition, delays and transportation costs increase proportionally with increase of congested roads and inadequate rail links [7]. In recent years, suggestions for new ports and terminals to offer solutions to the seaport space problems have become a well-known element of the maritime context [20]. Dry ports should become new client for seaports, which will assist to reduce costs and capitalize on the added value of the whole multimodal transport [21]. Dry ports are predictable to progress the performance of seaports. Hence, the idea of creating dry port is to mitigate seaport congestion [22]. Cullinane and Wilmsmeier [23] stated that it is required to distinguish between "growth" and "structural transformation". The authors founded that we necessitate



a way to enlarge the seaport life cycle, in order to meet the rising demand for ship-owners based on Vermon [24] theory of product life cycle and following Schaeztl [25] arguments. The concept of dry port becomes a new solution to solve the problem of space in seaport areas [26]. We were able to find different nominations employed for inland port, as "Inland Port Advanced Port, Inland Freight Terminal, Intermodal Freight Station, and Inland Clearance Depot". Sometimes different terms are used for the same facilities or the same term is used for different infrastructures [27]. Earlier research by Slack [28] on the interior centers demonstrates the value of their improvement for multimodal transport. Later in his research, Slack [29] highlights the role of the inland part in reducing the environmental effects of multimodal transport. Notteboom and Rodrigue [1] examine how the inland ports participate in organizing the regional freight distribution. They referred to mention the number of services participated by the inland ports. They studied the inland port as regional parts of distribution of goods. For Rodrigue et al. [30], there is no perfect agreement on how these inland ports must be labeled with terms such as dry ports. Regarding the dry port concept, a numerous studies in relation to this concept have been published. The first mentioning of dry ports in academic literature goes back to 1986 [31]. Beresford and Dubey [32] employed a definition that corresponds to the definition of an Inland Clearance Depot. The definition of authors [32] is very close to the property and specific services, including customs, but no refers to any link to a seaport. For, the same authors [32] stated that dry ports in the beginning discussion were commonly developed from land to sea. An interesting study by [33]: A dry port have to be element of a multiparty system where the essential infrastructure (roads, railways) is present, maintenance is guaranteed and the legislative system, the regulatory institutional are considered to optimize the contribution of both the

public and private sector. Leveque and Roso [34], Based on proceeding investigate on seaports using the concept of dry port, the following definition was produced by Leveque and Roso [34] a dry port is an interior multimodal terminal directly linked to the seaport for different transport capacity, where clients be able to pick up their containers leave as if it was in a seaport. Roso [35] examined the dry port concept from an environmental perspective. A model of a transportation system, with or without a dry port is produced and the simulation results evaluated. Roso [36] has analyzed prior studies on the concept of the dry port. She evaluated the existing dry ports in the world which include the term "dry port" in their name. She tried to clarify the concept by showing irregularities or probable conformities between theory and practice. Also, Roso and Lumsden [37] analyzed the concept by comparing the physical flows and administrative activities at the seaport regarding transport time with and without a dry port. Basically, four functions should be in cargo terminal: (1) the cargo transport; (2) the storage of goods; (3) delivery and (4) manage logistics flow [29]. In addition to all the services cited above, functions such as maintenance of containers, clearance and other added value services should be in a dry port according to client's requests [38]. Therefore, the concept of dry port can assist to recognize less destructive means of transfer for the environment, mitigate congestion in seaports cities, handle goods in efficient manner as in seaports and provide developed logistics solutions for shippers in the hinterland [38]. Also, Roso and Lumsden [39] presented a number of qualitative criteria for the variety of services in the dry ports. Cullinane et al. [40] highlight the varied range of possible dry port scenarios, with the 'extended gate' form emerging as the vital appearance of the dry port concept. There are diverse types of dry ports depending on their location. Woxenius et al. [27] and Roso

et al. [38] classified the diverse dry ports following to their services and their location from the seaport. There are three different definitions for different types of dry ports (Figure 2): (1) distant dry port: its located 500 kilometers or more from the seaport [41]. The major gain of this dry port is the aptitude to transport over long distances. In this case, rail is cheaper than road transport mode. Some profits relate to the modal transfer from road to rail is reduce congestion and environmental impacts. (2) Close dry port: it's located near the seaport at less than 100 km distance [41]. This dry port presents a larger storage space to seaports. It proposes a consolidation for road transportation to and from the seaport. (3) midrange dry port: it's located between the close and distant dry ports. The distance from the seaport is about 100-500 km [41]. All other benefits are similar to distant dry port.

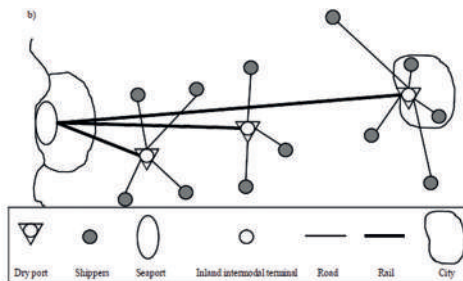


Figure 2. Dry ports types (Roso et al., 2009)

### 2.2.2. Classification Results of Dry Port Studies

Regarding the content of the articles, the first dimension corresponds to studies whose main goal was decision level in dry port concept and which can be classified in accordance with different planning and decision levels: long term or strategic level, midterm or tactical level, and short-term or operational level. A first main example of strategic level issue for the multimodal transport is represented by the location of one or more dry ports. For tactical level an example is related of infrastructure development in dry port. Finally, regarding operational level an example is operations

optimization. The second dimension includes studies that investigate the development of dry port in different countries and continents. Therefore, different types of dry ports were developed in different regions. We treat papers concerning different dry port types from a geographical perspective. Indeed, we have classified these papers by continent and by country. We present contributions in the literature (Table 2) dealing with the purpose of our systematic review.

We consider different planning and decision levels: long term or strategic decisions, midterm or tactical planning, and short-term or operational level, different geographic regions in chronological perspective. We will analyze and discuss the distribution of collected research regarding developing decisional level; developing geographical level and development dry ports research over the years.

## 3. Results and Discussion

The development of multimodal transport and developing logistics performance are key questions for countries that desire to become more competitive in the international geo-economic level. Good infrastructure, capable to rationalize trade and represent added guarantee of success for international trade. However, the lack of space within the seaport area, which is essential both for the transfer of containers and for the creation of high value added integrated logistics operations, obliges the seaport authority to search away beyond the seaport limit to find new areas at the service of the seaport logistical requirements [65]. Dry port concept has got more attention in the last decade regarding this important role in multimodal transport. It can be considered as the most important factor in maritime transport performance. We can clearly see the quantitative evolution of researches in the last years as shown in Figure 3.

### 3.1. Decision Level Used in Dry Port Researches

The strategic level takes action to a long-term approach (10 years and over). At this

**Table 2.** Presents Dry Port Concept with Different Geographic Region and Decision Level

Authors	Years	Country	Continent	Level	Problems
Ambrosino and Sciomachen [2]	2014	Italy	Europe	Strategic	Dry ports location problem
Andersson and Roso [42]	2016	-	-	Tactical	Dry ports: value-added services
Bask et al. [43]	2014	Finland-Sweden	Europe	Strategic	Development of seaport-dry port dyads
Benabbou et al. [44]	2012	Morocco	Africa	Operational	Handling equipment assignment in dry port
Beresford et al. [45]	2012	China	Asia	Strategic	Dry port development.
Black et al. [46]	2013	Myanmar	Asia	Strategic	Dry port evaluation
Caballini and Gattorna [47]	2009	Italy	Europe	Strategic	Dry port development
Cezar-Gabriel and Sebastian [48]	2012	-	-	Operational	Dry port operations risks
Chang and Notteboom [49]	2012	China	Asia	Strategic	Dry ports location
Chang et al. [50]	2015	China	Asia	Strategic	Dry port location
Chang-zheng [51]	2011	-	-	Tactical	Dry port International collaboration
Chen and Wang [52]	2012	China	Asia	Strategic	Dry port SWOT-PEST Analysis
Cronje et al. [53]	2009	South Africa	Africa	Tactical	Dry port infrastructure
Crainic et al. [54]	2013	Italy	Europe	Operational	Dry port optimization
Crainic et al. [55]	2015	Italy	Europe	Operational	Dry port based freight distribution planning
Cullinane and [23] Wilmsmeier	2011	-	-	Strategic	Dry port contribution to the extension of seaport
Cullinane et al. [40]	2012	-	-	Strategic	Dry port concept
Do et al. [56]	2011	Indochina	Asia	Strategic	Dry port development
Dungore and Joshi [57]	2014	India	Asia	Tactical	Dry port infrastructure
Fang et al. [58]	2012	-	-	Strategic	Dry Port location
Fechner [59]	2012	Poland	Europe	Strategic	Dry Port Development
Feng et al. [60]	2013	Taiwan	Asia	Operational	Dry Port optimization
Fengshan [61]	2013	China	Asia	Strategic	Dry Port development in Zhejiang
Flamig and Hesse [62]	2011	Germany	Europe	Strategic	Dry port in the context of seaports regionalization
Frost [63]	2010	Canada	America	Strategic	Dry port in sustainable development
Gancheva [64]	2012	Bulgaria	Europe	Strategic	Dry ports development
Garnwa et al. [65]	2009	Great Britain-Nigeria	Europe-Africa	Strategic	Dry ports development
Gonzalez Sanchez et al. [66]	2015	Spain	Europe	Strategic	Dry Port location

**Table 2.** Presents Dry Port Concept with Different Geographic Region and Decision Level (Cont')

Authors	Years	Country	Continent	Level	Problems
Hamalainen [67]	2007	Finland	Europe	Tactical	Dry port concept
Haralambides and Gujar [68]	2012	India	Asia	Strategic	Dry port sector of India
Haralambides and Gujar [69]	2011	India	Asia	Strategic	Dry ports development
Henttu [70]	2010	Finland	Europe	Strategic	Dry Port financial and environmental Impacts
Henttu and Hilmola [71]	2011	Finland	Europe	Strategic	Dry Port financial and environmental Impacts
Henttu et al. [72]	2011	Finland	Europe	Strategic	Dry port Optimization transport costs
Huseynli and Hamidov [73]	2014	Azerbaijan	Asia	Strategic	Dry port location
Iannone [74]	2013	-	-	Strategic	Dry ports concept
Jarzemskis and Vasiliauskas [26]	2007	-	-	Strategic	Dry port concept
Jeevan et al. [75]	2015	Malaysia	Asia	Strategic	Dry ports development
Jing-wen [76]	2013	China	Asia	Strategic	Dry Port role
Juan [77]	2010	China	Asia	Strategic	Dry port development
Ka [78]	2011	China	Asia	Strategic	Dry port location
Korovyakovskiy and Panova [79]	2011	Russia	Europe	Strategic	Dry port concept
Lattila et al. [80]	2013	Finland	Europe	Tactical	Dry port effects in transportation costs and CO 2 emissions.
Leveque and Roso [34]	2002	-	-	Strategic	Dry port concept
Li and Jiang [81]	2014	China	Asia	Strategic	Dry Port Performance
Li et al. [82]	2011	China	Asia	Strategic	Dry port location
Li et al. [83]	2013	Taiwan	Asia	Strategic	Dry port Location
Li et al. [84]	2015	China	Asia	Strategic	Dry port development
Lovric et al. [85]	2013	Croatia	Europe	Strategic	Dry port development
Lv and Li [86]	2009	China	Asia	Strategic	Dry port location
Makkhongkaew et al. [87]	2015	Thailand	Asia	Tactical	Dry port performance
Mingjian [88]	2011	China	Asia	Strategic	Dry port development
Mlinaric et al. [89]	2011	Croatia	Europe	Strategic	Dry port system transport network
Monios and Wilmsmeier [90]	2012	Scotland	Europe	Strategic	Dry port and offshore logistics hubs
Myagmarsure and Deng [91]	2015	Mongolia	Asia	Strategic	Dry port development
Ng and Gujar [92]	2008	India	Asia	Strategic	Dry ports in export of cargo
Ng and Gujar [93]	2009	India	Asia	Tactical	Dry ports competitive structure of the industry
Ng et al. [94]	2013	Brazil	America	Tactical	Dry port role
Nunez et al. [95]	2014	Spain	Europe	Strategic	Dry port location

**Table 2.** Presents Dry Port Concept with Different Geographic Region and Decision Level (Cont')

Authors	Years	Country	Continent	Level	Problems
Onwuegbuchunam and Ekwenna [96]	2008	Nigeria	Africa	Strategic	Dry port selection
Padilha and Ng [97]	2012	Brazil	America	Strategic	dry ports spatial evolution
Peng [98]	2010	China	Asia	Strategic	Dry Port construction
Qiu et al. [99]	2014	-	-	Operational	Dry port Optimal storage pricing
Qiu et al. [100]	2015	-	-	Tactical	Dry port operations
Rahimi et al. [101]	2008	USA	America	Strategic	Dry port location
Regmi [102]	2012	Laos	Asia	Strategic	Dry port development
Regmi and Hanaoka [103]	2012	China, Korea	Asia	Operational	Dry port infrastructure
Rezer and Hamalainen [104]	2007	Russia	Europe	Tactical	dry ports logistics railway
Rodrigue and notteboom [105]	2012	Europe-North America	Europe-America	Tactical	dry ports development
Rosa and Roscelli [106]	2009	Italy	Europe	Strategic	Dry port development
Roso [107]	2006	-	-	Strategic	dry port inland access
Roso [108]	2007	-	-	Strategic	Dry port concept
Roso [109]	2008	Australia	Australia	Strategic	Dry port location
Roso [110]	2009	Sweden	Europe	Strategic	dry port concept
Roso [111]	2009	Australia	Australia	Strategic	Dry port location
Roso [112]	2011	-	-	Strategic	Dry port concept
Roso [113]	2013	Australia	Australia	Strategic	Dry port development
Roso and Lumsden [37]	2009	Sweden-USA	Europe-America	Strategic	Dry port concept
Roso and Lumsden [114]	2009	Sweden	Europe	Strategic	Dry port concept
Roso et al. [38]	2009	Tanzania-USA-Australia	Africa-America-Australia	Strategic	Dry port concept
Roso et al. [115]	2015	USA-Australia-Sweden	America-Australia-Europe	Operational	Dry port operational and logistical dynamics
Rostom et al. [116]	2015	Syria	Asia	Strategic	Dry port location
Rozic and Rogic [117]	2013	Croatia	Europe	Tactical	Dry port functionality of distribution logistics centers
Rozic et al. [118]	2011	Croatia	Europe	Strategic	Dry port transport network
Saeed [119]	2009	Pakistan	Asia	Strategic	Dry port empirical study
Sanchez et al. [120]	2006	Spain	Europe	Operational	dry port capacity assessment
Soehodho et al. [121]	2009	Indonesia	Asia	Tactical	Dry port development
Tan [122]	2007	Singapore	Asia	Strategic	Dry port development
Timukhina et al. [123]	2008	Finland-Russia	Europe	Operational	Dry Port Services

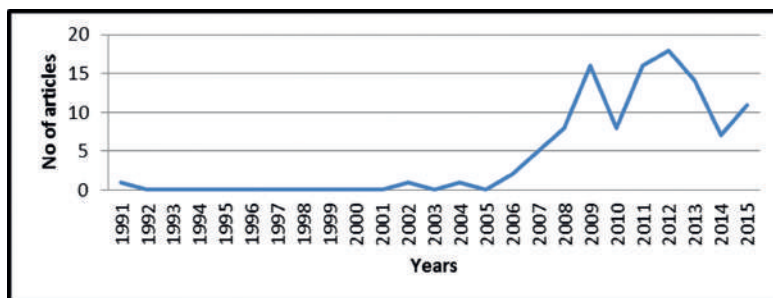
/..

**Table 2.** Presents Dry Port Concept with Different Geographic Region and Decision Level (Cont')

Authors	Years	Country	Continent	Level	Problems
Ting-jun [124]	2009	China	Asia	Strategic	Dry port development
UNCTAD [125]	1991	-	-	Strategic	Dry Port Management
Van den Berg and De Langen [126]	2011	Spain	Europe	Tactical	Dry port Implementation strategy
Van der Horst and De Langen [127]	2008	Netherlands	Europe	Tactical	Dry port coordination with seaports
Veenstraa et al. [128]	2012	Netherlands	Europe	Strategic	Dry port concept
Wang and Wang [129]	2010	China	Asia	Strategic	Dry port development
Wang and Wang [130]	2010	Taiwan	Asia	Strategic	Dry port location
Wang and Wei [131]	2008	China	Asia	Strategic	Dry port location
Wang et al. [132]	2009	China	Asia	Strategic	Dry port location
Wei et al. [133]	2010	-	-	Strategic	Dry port location
Werikhe and Jin [134]	2015	Kenya-Tanzania-China	Africa-Asia	Strategic	Dry Port development
Woxenius et al. [27]	2004	-	-	Strategic	Dry port concept
Yan-ping and Zheng [135]	2012	-	-	Strategic	Dry port construction
Zeng et al. [136]	2013	China	Asia	Strategic	Dry port development
Zhang et al. [137]	2011	China	Asia	Strategic	dry port harbor cooperation
Zhaomin [138]	2008	China	Asia	Strategic	Dry port location
Zhen [139]	2012	China	Asia	Strategic	Dry port construction
Zhifang [140]	2010	China	Asia	Operational	Dry port customs clearance
Zhi-ping [141]	2011	China	Asia	Strategic	Dry port development
Zhong et al. [142]	2009	China	Asia	Strategic	Dry port location
Zuo et al. [143]	2013	-	-	Strategic	Dry port operation management

level, political leaders describe transport policy, area served, resources available, etc. The tactical level is element instead in a medium term vision (5 to 10 years). This is to

define the role of the dry port. At this level, it details the modes of transport, type of services offered, etc. The operational level is intended to develop all the appropriate operational

**Figure 3.** Chronologic Development of Dry Port Researches

equipments. At this level, it is important to execute dry port services in the most efficient way possible.

### 3.2. Geographic Location in Dry Port Researches

This section includes studies that investigate the development of dry port in

**Table 3.** Dry Port Researches Used Decision Level

Decision level	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	Total
Strategic level	1	1	0	2	30	49	83
Tactical level	0	0	0	0	6	10	16
Operational level	0	0	0	0	3	8	11

Compared to the major number of papers in this study, the number of papers in which tactical and operational decision level were identified as insignificant (Table 3). They were accounted for only 12% of papers for tactical level and 10% of papers for operational level. However, papers on strategic level were accounted for 78% (Figure 4).

different countries and continents. There is not a dry port solution that suits all needs in all geographic regions. Therefore, different dry ports types were developed in different regions and countries. We collected papers concerning different dry ports types from a geographic perspective. Indeed, we have classified these papers by continent and by country. Table 4 shows the results of the



**Figure 4.** Decision level in Dry Port Researches

We can notice that dry port studies were in the beginning phase at the present time. Hence, the importance accrued in our study for this potential topic. The main goal of this paper is to discuss the strategic role of the dry port like promoting the development of a sub regional corridor through the storage, handling containers and customs clearance, etc. Increase the economic dynamics and competitiveness of the central regions. Also, promote rail transport of containers and set up a major logistics platform to reduce distances and to save money in trade with the countries of the sub region. In future, we can develop more researches regarding tactical and operational decision level to contribute in maturity of this research field.

investigation into geographic data used in dry port research. Papers included used a specific geographical region to deal with dry port researches and others grouped alone without geographic specification.

The investigation on dry port development across the world provides, overall, important evidences about the lack of studies in Africa (3%), America (4%) and Australia (3%). Regarding studies in Asia (42%) and Europe (29%), as per our analyze Asia and Europe have a considerable containers flow which intensify the congestion problems in their seaports. In a strategically point of view, Logistics agglomerations are often set up close to one another, because they are



attracted by the similar location aspects such as the proximity of markets and the accessibility of multimodal transport and support infrastructures. The geographical focus of logistics agglomerations in turn, generates interactions and economies of scale, which make the selected location even extra important and support focus of distribution businesses in an exacting

global supply chains and tactic organization focusing on the export have been great powers determining current dry ports distribution. Once maritime transport networks and seaport operations were better integrated, especially through the relationship between maritime transport and seaport operations, inland transport became the evident focal point and the dry

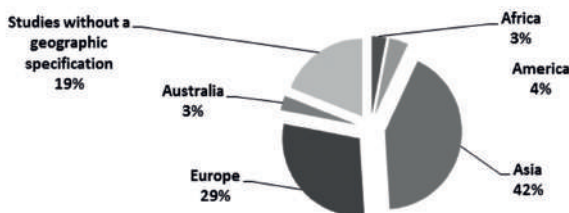
**Table 4.** Geographic Location Studied in Dry Port Research

Continent	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	Total
Europe	0	0	0	0	10	22	32
Asia	0	0	0	0	16	29	45
Africa	0	0	0	0	3	2	5
America	0	0	0	0	3	3	6
Australia	0	0	0	0	5	1	6
Studies without geographic specification	1	1	0	2	4	12	20

region [65]. Hinterland progress improves the location of logistics agglomerations in seaports and dry ports and along the regions between seaports and dry ports. We suggest producing more researches with tactical and operational aspect in order to develop dry ports services in these regions. We can notice that the most percentage of dry port

port became a basic element of this policy in Asia.

We analyze also Asian and European dry port development in countries of these continents. First, Asian country opted for its own projects of dry port development. Figure 5 reflect percentage of studies in each country. China has investigated with



**Figure 5.** Geographic Location in Dry Port Researches

researches include a geographic aspect in their studies as we found just 19% of studies without a geographic specification. We can justify this geographic focus by the fact that this field is in its starting phase and we consider the geographic aspect as a strategic problem. Furthermore, Asian

a large number of studies (58%) in dry port development, followed by India with 9%, Taiwan with 7% and other countries with 3% or 2%. This high consideration of this potential field comes from the competitive environment and the huge containers exchange with international



seaports. China is a very large country and has an important intra-regional seaport competition. Creating dry port became a decisive solution in logistics management as a consequence.

a transport geography relating to modal accessibility and competence, market role and strength, the regulatory framework and governance [65].

There are many factors that manipulate

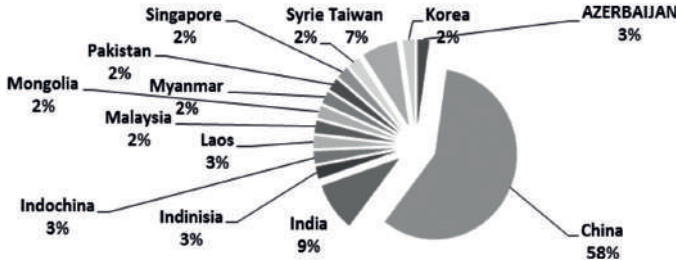


Figure 6. Dry Port Studies in Asian Countries

Regarding European countries opted for its own projects of dry port development. Figure 6 reflects percentage of studies in each country. Finland has investigated with a large number of studies (23%), followed by Italy with 16%, Croatia with 13%, Sweden, Russia, Spain with 10% and other countries with 6% or 3%.

The development of dry ports can be seen as a cycle in the ongoing development of containerization and multimodal transport. The geographical characteristics related to modal accessibility and the ability of regional inland access is essential in determining this development. Therefore, there is no unique strategy in terms of modal choices, as the regional consequence is basic in Europe countries. Every dry port is the result of the considerations of

the realization of a dry port. In the first position, the capacity problems in the seaport and appropriate infrastructure connectivity ([38]; [109] and [105]), appropriate location for the dry port that offer environmental values ([109] and [23]) and this will be partially stated by geographical properties of the country. Finally, there must be the finance existing to construct the dry port.

As per our study and from a closer look at the distribution of dry port studies at the decision, geographic and chronologic level provides interesting analyze about the detailed trends of studies. The evolution of the dry port concept reveals that fields is in the beginning phase and needs more qualitative and quantitative researches in order to reach the maturity phase. As

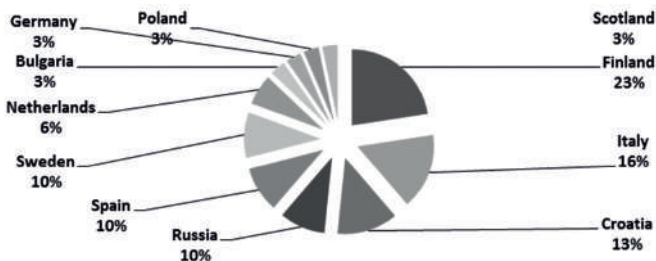


Figure 7. Dry Port Studies in European Countries

presented by previous dry port studies had been strongest after the year 2005 with a focus on the strategic level and a concentration in Asia.

#### 4. Conclusion

The rising spotlight on dry ports is indicative of multimodal transport progress. Dry ports are progressively changing inland side to deal with capacity and efficiency issues in the seaports. The major causes of dry ports construction are density of freight distribution, the augmented focus on multimodal transport infrastructures and capacity problems. The massive volumes of containers in networks, through a focus of cargo on a limited space in seaports, have also generated conditions for dry ports. The construction of huge logistics infrastructures creates novel defy in the relations between seaports and dry ports. The performance of seaports is powerfully interlinked with the progress and performance of related inland infrastructures that provide quick access to containers in the hinterland. This study has an added value to a better understanding of dry port concept through a detailed description of its evolution stages in the literature. We presented previous researches on dry ports. Then we analyzed the results. A systematic review was proposed for analyzing dry port development from decision, geographical and chronological level. We conclude that studies had been strongest after the year 2005 with a focus on the strategic level and a concentration in Asia. For future research, we would focus on the operational and tactical level, and provide more studies in different regions of the world.

#### References

- [1] Notteboom, T.E., Rodrigue, J.-P., (2009a). Inland Terminals within North American and European Supply Chains. UNESCAP Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific, 78, Development of Dry Ports, 1–57.
- [2] Ambrosino D, Sciomachen A (2014) Location of mid-range dry ports in multimodal logistic networks, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 108, 118 – 128.
- [3] Hayuth, Y. (1987) *Intermodality: Concept and Practice*. Lloyds of London Press, London.
- [4] Hesse, M., Rodrigue, J.-P., (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *J. Transp. Geogr.* 12 (3), 171–184.
- [5] Mussone, L., Grant-Muller, S., & Laird, J. (2015). Sensitivity analysis of traffic congestion costs in a network under a charging policy. *Case Studies on Transport Policy*, 3(1), 44-54.
- [6] Mabrouki, C, A Faouzi, A Mousrij, A priority decision model for berth allocation and scheduling in a port container terminal (2013) *JATIT*, 54 (2), 276-286.
- [7] Parola, F. and Sciomachen A. (2005), Intermodal container flows in a port system network: Analysis of possible growths via simulation models, *International Journal of Production economics*, Vol. 97, Issue 1, 75-88.
- [8] Notteboom, T.E., Rodrigue, J., (2005). Port regionalization: towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management* 32 (3), 297–313.
- [9] Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P., 2003. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *Br. J. Manag.* 14 (3), 207e222.
- [10] Becheikh, N., Landry, R., & Amara, N. (2006). Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993–2003. *Technovation*, 26(5–6), 644– 664.
- [11] Kitchenham, B, S. Charters, Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering,

- Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007, 57p.
- [12] Jones, M.L., 2004. Application of systematic review methods to qualitative research: practical issues. *J. Adv. Nurs.* 48 (3), 271e278.
- [13] Hallinger, P. (2013). A conceptual framework for systematic reviews of research in educational leadership and management. *Journal of Educ Admini*, 51(2), 126-149.
- [14] Cook, D. J., Mulrow, C. D., & Haynes, R. B. (1997). Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of internal medicine*, 126(5), 376-380.
- [15] Margarey, J., 2001. Elements of a systematic review. *Int. J. Nurs. Pract.* 7 (6), 376e 382.
- [16] Thorne, S., Jensen, L., Kearney, M.H., Noblit, G., Sandelowski, M., 2004. Qualitative metasynthesis: reflections on methodological orientation and ideological agenda. *Qual. Health Res.* 14 (10), 1342e1365.
- [17] de Medeiros, J. F., Ribeiro, J. L. D., & Cortimiglia, M. N. (2014). Success factors for environmentally sustainable product innovation: a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 76-86.
- [18] Notteboom, T., Rodrigue, J.-P., (2009b). The future of containerization: perspectives from maritime and inland freight distribution. *GeoJournal* 74 (1), 7-22.
- [19] Mabrouki, C., Bentaleb Fatimazahra, A Mousrij (2014) A decision support methodology for risk management within a port terminal, *Safety Science* 63, 124-132.
- [20] Rytkonen J, (1999), The Risk of Maritime Traffic and Terminal Constructions in the Future. Presentation at the Joint Seminar on Ports and Maritime Environment (Finland).
- [21] Paixao A., Marlow P. Fourth generation ports – a question of agility *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 33 (2003), pp. 355–376
- [22] Bichou, K., Gray, R., (2004). A logistics and supply chain management approach to port performance measurement. *Maritime Policy & Management* 31 (1), 47–67.
- [23] Cullinane, K., & Wilmsmeier, G. (2011). The contribution of the dry port concept to the extension of port life cycles. *Handbook of Terminal Planning*, 359-379.
- [24] Vernon, R. (1966). International investment and international trade in the product cycle. *The quarterly journal of economics*, 190-207.
- [25] Schaeztl, L. (1996). *Wirtschaftsgeographie 1 – Theorie* (6th ed). Paderborn: UTB.
- [26] Jarzemskis, A., Vasiliauskas, A.V., (2007). Research on dry port concept as intermodal node. *Transport* 22 (3), 207–213.
- [27] Woxenius, J., Roso, V., & Lumsden, K. (2004). The dry port concept-connecting seaports with their hinterland by rail. *ICLSP, Dalian*, 22-26.
- [28] Slack, B. (1990) 'Intermodal transportation in North America and development of inland load centres', *Professional Geography*, Vol. 42, pp.72–83.
- [29] Slack, B. (1999) 'Satellite terminals: a local solution to hub congestion?', *Journal of Transport Geography*, Vol. 7, pp.241–246.
- [30] Rodrigue, J.-P., Debie, J., Fremont, A., Gouvernal, E., (2011). Functions and actors of inland ports: European and North American dynamics. *J. Transp. Geogr.* 18 (4), 519–529.
- [31] Hanappe, P. (1986), "Plates-formes logistique, centres de logistigue, ports secs..." *Recherche Transports Sécurité*, Decembre 1986.
- [32] Beresford, A.K.C., Dubey, R.C., (1991).

- Handbook on the Management and Operation of Dry Ports: RDP/LDC/7. UNCTAD, Geneva, Switzerland.
- [33] Vandervoort, C. and Morgan, M. (1999), Reducing Transport Costs of Egypt's Exports, DEPRA Project, Nathan Associates Inc.
- [34] Leveque, P., Roso, V., (2002). Dry Port concept for seaport inland access with intermodal solutions. Master's thesis. Department of Logis and Transp, Chalmers Univer of Technology.
- [35] Roso, V. (2007) Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: a note. Transportation Research Part D, Vol.12, No7, pp. 523-527.
- [36] Roso, V. (2009 b) A review of dry ports – Characteristics, driving forces and impediments. Proceedings NOFOMA 09, 11-12. June. Rewritten and submitted to Mari Eco & Logi.
- [37] Roso, V., & Lumsden, K. (2009). The dry port concept: moving seaport activities inland. UNESCAP, Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific, 5(78), 87-102.
- [38] Roso, V., Woxenius, J., & Lumsden, K. (2009). The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland. *Journal of Transport Geography*, 17(5), 338-345.
- [39] Roso, V., Lumsden, K., (2010). Review of dry ports. *Mar. Econ. Logis.* 12 (2), 196-213.
- [40] Cullinane, K., Bergqvist, R., Wilmsmeier, G., 2012. The dry port concept – theory and practice. *Marit. Econom. Logist.* 14, 1-13.
- [41] Henttu, V., Lättilä, L., Hilmola, O.-P., (2010). Financial and Environmental Impacts of a Dry Port to Support Two Major Finnish Sea Ports. Research Report 224, Lappeenranta University of Technology, Finland.
- [42] Andersson, D., & Roso, V. (2016). Developing Dry Ports Through the Use of Value-Added Services. In *Commercial Transport* (pp. 191-203). Springer International Publishing.
- [43] Bask, A., Roso, V., Andersson, D., & Hämäläinen, E. (2014). Development of seaport–dry port dyads: two cases from Northern Europe. *Journal of Transport Geography*, 39, 85-95.
- [44] Benabbou L., N. Sbihi et S. K. (2012). Optimisation du traitement des conteneurs au niveau d'une plateforme ferroviaire, 1st International IEEE Conference on Logistics Operations Management ISEL (Institut Supérieur des Etudes Logistiques), Le Havre, 17-19 October, 2012.
- [45] Beresford, A., Pettit, S., Xu, Q., & Williams, S. (2012). A study of dry port development in China. *Maritime Economics & Logistics*, 14(1), 73-98.
- [46] Black, J., Kyu, T., Roso, V., & Tara, K. (2013). Critical evaluation of Mandalay dry port, Myanmar. In *Proceedings 5th International Conference on Logistics and Transport 2013 (ICLT 2013) Sustainable Supply Chain Management in Asia Pacific*, November 5-8, 2013, Doshisha University, Kyoto, Japan (pp. 107-114).
- [47] Caballini, C., & Gattorna, E. (2009). The expansion of the port of Genoa: the Rivalta Scrivia dry port. *Development of Dry Ports*, 73.
- [48] Cezar-Gabriel, C., & Sebastian, P. (2012). Managing Risks in Dry Port Operations. *Ovidius University Annals, Economic Sciences Series*, 12(1), 851-855.
- [49] Chang, Z., and T. Notteboom. "Location analysis of dry ports using fuzzy c-means (FCM) clustering. A case study of the port of Dalian." *WCTR*, 2012.
- [50] Chang, Z., Notteboom, T., & Lu, J. (2015). A two-phase model for dry port location with an application to the port of Dalian in China. *Transportation Planning and Technology*, 38(4), 442-464.
- [51] Chang-zheng, Z. H. U. (2011). Study on International Dry Port Collaboration

- Mechanism. *Logistics Technology*, 15, 009.
- [52] Chen, J. H., & Wang, Y. (2012, March). SWOT-PEST Analysis of China's Dry Port. In *Advanced Materials Research* (Vol. 479, pp. 1004-1012).
- [53] Cronje, E., Marianne Matthee and Waldo Krugell, (2009) THE ROLE OF DRY PORTS IN SOUTH AFRICA, *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific* No. 78,.
- [54] Crainic, T., Dell'Olmo, P., Ricciardi, N., & Sgalambro, A. (2013). Optimizing Dry-Port-Based Freight Distribution Planning.
- [55] Crainic, T. G., Dell'Olmo, P., Ricciardi, N., & Sgalambro, A. (2015). Modeling dry-port-based freight distribution planning. *Transp Resear Part C: Emerging Technologies*, 55, 518-534.
- [56] Do, Ngoc-Hien, Ki-Chan Nama & Quynh-Lam Ngoc Leb. A consideration for developing a dry port system in Indochina area. *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research* Volume 38, Issue 1, 2011
- [57] Dungore, P., & Joshi, V. (2014). Funding transport infrastructure at a dry port—with special reference to Nagpur: a stock take on MIHAN and CONCOR. *Asian Journal of Management Science and Applications*, 1(2), 189-215.
- [58] Fang, L., Xiaoning, S., & Hao, H. (2012). Analysis of Influencing Factors and Location Prediction of Dry Port Based on Logit Model. *Journal of Chongqing Jiaotong University*, 5, 031.
- [59] Fechner, I. (2012) Dry Port Development Case Study: Dry Port Poznan Poland.
- [60] Feng, X., Zhang, Y., Li, Y., & Wang, W. (2013). A Location-Allocation Model for Seaport-Dry Port System Optimization. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2013.
- [61] Fengshan, W. (2013, September). The Research of the Restrictions and Strategies about the Development of Dry Port in Zhejiang Province. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Business Computing and Global Informatization* (pp. 1286-1289).
- [62] Flamig, H., Hesse, M., (2011). Placing dryports. Port regionalization as a planning challenge – the case of Hamburg, Germany and the Süderelbe. *Res. Transport. Econ.* 33 (1), 35–41.
- [63] Frost James D. (2010) The 'Close' Dry Port Concept and the Canadian Context CTRF 45th Annual Conference Transportation and Logistics Trends and Policies: Successes and Failures Tendances et politiques en matière de transport et de logistique : succès et échecs May 30 - June 2, 2010 Courtyard Marriott Downtown Toronto, Toronto Ontario.
- [64] Gancheva Y, (2012) development of storage base at the port of varna as “a dry port” - a part of port logistics centres in the republic of bulgaria Issue 7, - the International scientific-technical journal “MACHINES, TECHNOLOGIES, MATERIALS”.
- [65] Garnwa, P., Beresford, A., Pettit, S., (2009). Dry ports: a comparative study of the United Kingdom and Nigeria. In: *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific* No. 78: Development of Dry Ports. New York, UNESCAP.
- [66] González-Sánchez, G., Olmo-Sánchez, M. I., & Maeso-González, E. (2015). Effects of the Implementation of Antequera Dry Port in Export and Import Flows. In *Enhancing Synergies in a Collaborative Environment* (pp. 147-154). Springer International Publishing.
- [67] Hämäläinen, E., (2008). Finnish experiences of the co-modality, “Kymenlaakso Dryport” concept in the TSR logistics Finnish Experiences of the co-modality. *Kymenlaakso University of Applied Sciences*,



- Innorail Institute.
- [68] Haralambides, H., & Gujar, G. (2012). On balancing supply chain efficiency and environmental impacts: An eco-DEA model applied to the dry port sector of India. *Maritime Economics & Logistics*, 14(1), 122-137.
- [69] Haralambides, H., Gujar, G., (2011). The Indian dry ports sector, pricing policies and opportunities for public-private partnerships. *Resear in Transp Eco* 33 (1), 51-58.
- [70] Henttu, V. (2010). Financial and Environmental Impacts of a Dry Port to Facilitate Competitiveness of Two Major Transit Seaports of Finland.
- [71] Henttu, V., & Hilmola, O. P. (2011). Financial and environmental impacts of hypothetical Finnish dry port structure. *Research in Transportation Economics*, 33(1), 35-41.
- [72] Henttu, V., Lättilä, L., & Hilmola, O. P. (2011). Optimization of relative transport costs of a hypothetical dry port structure. *Transport and Telecommunication*, 12(2), 12-19.
- [73] Huseynli, E., & Hamidov, H. (2014, May). The dry port concept-analysis of European experience on dry ports 'advantages to stay competitive in today's maritime sector and locational analysis of dry port in Azerbaijan. In 9th Silk Road International Conference" Business, Economics, International Relations and Education".
- [74] Iannone, F. (2013). Dry ports and the extended gateway concept: port-hinterland container network design considerations and models under the shipper perspective.
- [75] Jeevan, J., Chen, S. L., & Lee, E. S. (2015). The Challenges of Malaysian Dry Ports Development. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(1), 109-134.
- [76] Jing-wen, H. Z. Y. L. (2013). Important Role of the Dry Port in the Opening up of Regional Linkage. *International Business*, 1, 001.
- [77] Juan, G. Y. Z. (2010). Dry port and the construction of Shanghai's international trade center. *Scientific Development*, 10, 007.
- [78] Ka, B., (2011). Application of fuzzy AHP and ELECTRE to China dry port location selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics* 27 (2), 331-354.
- [79] Korovyakovsky, E., Panova, Y., (2011). Dynamics of Russian dry ports. *Res. Transport. Econ.* 33 (1), 25-34.
- [80] Lättilä L., Ville Henttu, Olli-Pekka Hilmola, (2013) Hinterland operations of sea ports do matter: Dry port usage effects on transportation costs and CO2 emissions, *Transportation Research Part E* 55, 23-42
- [81] Li, J., & Jiang, B. (2014). Cooperation Performance Evaluation between Seaport and Dry Port; Case of Qingdao Port and Xi'an Port. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 1, 99-109.
- [82] Li, F., Shi, X., & Hu, H. (2011). Location selection of dry port based on AP clustering-the case of southwest China. *Journal of System and Management Sciences*, 1(5), 93-105.
- [83] Li, H., Jinhai, Z., & Wei, W. (2013). Study on Dry Port Location Problem Based on AHP. *Logistics Technology*, 1, 050.
- [84] Li, Y., Dong, Q., & Sun, S. (2015). Dry Port Development in China: Current Status and Future Strategic Directions. *Journal of Coastal Research*, 73(sp1), 641-646.
- [85] Lovric, I., Brnjac, N., & Vrankić, I. (2013). Analysis of the Possible Development of Inland Terminal KT Zagreb as a dry Port for the Port of Rijeka. *Planiranje i razvoj ekološki održivog prometnog sustava*.
- [86] Lv, R. S., & Li, C. (2009, October). Analysis on location selection of dry ports based on ANP. In *Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009. IE&EM'09. 16th



- International Conference on (pp. 638-641). IEEE.
- [87] Makkhongkaew, R., Bonnevey, S., Aussem, A., & Benabdeslem, K. (2015) classification model for performance diagnosis of dry port by rail.
- [88] Mingjian, W. A. N. G. (2011). Aualysis on SWOT of Development of Dry Port in Wuyishan. *Journal of Wuyi University*, 4, 013.
- [89] Mlinaric, T. J., Rogic, K., & Rozic, T. (2011). methodology for determining dry port system transport network-case study port of rijeka-zagreb. *DAAAM International Scientific Book*.
- [90] Monios j & Gordon Wilmsmeier. Port-centric logistics, dry ports and offshore logistics hubs: strategies to overcome double peripherality?. *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research* Volume 39, Issue 2, 2012
- [91] Myagmarsuren, O., & Deng, M. (2015). The Research on the Current Logistics Situation and the Dry Port Development of Mongolia. *Mongolian Journal of International Affairs*, 19, 56-66.
- [92] Ng, A.K.Y., Gujar, G.C., (2008). The spatial characteristics of inland transport hubs: evidences from Southern India. *J. Transp. Geogr.* 17 (5), 346-356.
- [93] Ng, A.K.Y., Gujar, G.C., (2009). Government policies, efficiency and competitiveness: the case of dry ports in India. *Transp. Policy* 16, 232-239.
- [94] Ng A, Flavio Padilha, Athanasios A. Pallis, (2013) Institutions, bureaucratic and logistical roles of dry ports: the Brazilian experiences, *Journal of Transport Geography* 27 46-55.
- [95] Awad-Núñez, S., González-Cancelas, N., & Camarero-Orive, A. (2014). Application of a model based on the use of DELPHI methodology and Multicriteria Analysis for the assessment of the quality of the Spanish Dry Ports location. *Procedia-Social and Behav Scs*, 162, 42-50.
- [96] Onwuegbuchunam, D., & Ekwenna, D. (2008). Analysing The Determinants Of Dry Port Selection By Shippers In Nigeria. *Journal of Research in National Development*, 6(1).
- [97] Padilha, F., Ng, A.K.Y., (2012). The spatial evolution of dry ports in developing economies: the Brazilian experience. *Mar. Econ. Logis.* 14 (1), 99-121.
- [98] Peng, G. (2010). The Significance of Construction of Xi'an Dry Port. *Value Engin*, 11, 165.
- [99]. Qiu, X., Lam, J. S. L., & Huang, G. Q. (2015). A bilevel storage pricing model for outbound containers in a dry port system. *Transp Res Part E: Logis and Transp Rev*, 73, 65-83.
- [100] Qiu, X., & Lam, J. S. L. (2014, October). Optimal storage pricing and pickup scheduling for inbound containers in a dry port system. In *Systems, Man and Cybernetics (SMC), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 2959-2964).
- [101] Rahimi, M., Asef-Vaziri, A., Harrison, R., (2008). An inland port location-allocation model for a regional intermodal goods movement system. *Mar. Econ. Logis.* 10, 362-379.
- [102] Regmi, M. B. (2012). *Climate Change and Transport: Assessment of Freight Modal Shift and Emissions through Dry Port Development*. Saarbrücken, Alemania: Lap Lambert.
- [103] Regmi, M.B., Hanaoka, S., (2012). Assessment of intermodal transport corridors: cases from north-east and central Asia. *Res. Transport. Business Manage.* 5, 27-37.
- [104] Rezer, A.V., Hämäläinen, E., (2007). *Logistic Centres in Moscow: Transport, Operators and Logistics Infrastructure in the Moscow Region*. Kymenlaakso University of Applied Sciences, Research and reports B-44.

- [105]Rodrigue Jean-Paul, Theo Notteboom. Dry ports in European and North American intermodal rail systems: Two of a kind? *Res in Transp Bus & Manag* 5 (2012) 4–15.
- [106]Rosa, A., & Roscelli, R. (2009). Innovative ideas and design of an integrated dry port and seaport system. *Development of Dry Ports*, 57.
- [107]Roso, V. (2006). Seaport inland access with and without a dry port-A comparison of the two systems from an environmental perspective. NOFOMA 2006.
- [108]Roso, V. (2007). Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(7), 523-527.
- [109]Roso, V. (2008). Factors influencing implementation of a dry port. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(10), 782-798.
- [110]Roso, V. (2009). The emergence and significance of dry ports: the case of the Port of Goteborg. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 2(4), 296-310.
- [111]Roso, V. (2009). Factors influencing implementation of a dry port: the case of Port Botany's hinterland. In *International Forum on Shipping, Ports and Airports 2009 in Hong Kong*, Special session In collaboration with the UNESCAP.
- [112]Saeed, N., (2009). An analysis of carriers' selection criteria when choosing container terminals in Pakistan. *Mar. Econ. Logis.* 11 (3), 270-288.
- [113]Roso, V. (2011). Dry port? Dry what?. *Logistics Times*, 1(11), 38-40.
- [114]Sánchez, A. G., Gutiérrez, I. G., & Juan, L. P. (2006). Capacity assessment via simulation for a Spanish dry port. In *Proc. of International Mediterranean Modelling Multiconference (HMS 2006)*, Barcelona, Spain (pp. 689-695).
- [115]Roso, V., (2013). Sustainable intermodal transport via dry ports: importance of directional development. *World Rev. Int. Transport. Res.* 4 (2/3), 140–156.
- [116]Roso, V., & Lumsden, K. (2009). The dry port concept-The case of Falköping terminal. In *Maritime Transport IV* (pp. 17-27).
- [117]Roso, V., Russell, D., Ruamsook, K., & Stefansson, G. (2015). Seaport-inland port dyad dynamics: an investigation of service provisions and intermodal transportation linkages. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 5(3), 263-280.
- [118]Rostom, Akram, Bassam, Kherbak, Yara (2013). Study the effects of the proposed dry port in the industrial city of Hsia on the logistics transport sector. *Engineering Sciences Chain* 35(5) Syria.
- [119]Soehodho, s., Yusuf, n., & Anwar, j. (2009). a study on dry-port development a study on dry-port development of export-import commodities in Jakarta. In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* (Vol. 2009, No. 0, pp. 148-148). Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- [120]Rožić, T., & Rogić, K. (2013, January). Functionality of distribution logistics centers as inland port terminals (dry port terminals)-case study city of zagreb. in *planning and development of sustainable transport system*.
- [121]Tan Tai-Yong, (2007), Port cities and hinterlands: A comparative study of Singapore and Calcutta, *Political Geography* 26 (2007) 851e865.
- [122]Rožić, T., Rogić, K., & Mlinarić, T. J. (2011). Methodology for Determining Dry Port System Transport Network-Case Study Port of Rijeka. In *DAAAM International Scientific Book 2011*.
- [123]Timukhina, E., Hämäläinen, E., Biswas-Kauppinen, S., & from Russian,

- T. (2008). Railway Shunting Yard Services in a Dry-Port. Analysis of the railway shunting yards in Sverdlovsk-Russia and Kouvola-Finland, Kymenlaakso University of Applied Sciences, ISSN, 1239-9094.
- [124]Ting-jun, Z. H. U. (2009). How to Promote Open Economy Development of Interior Area by Dry Port—A Case of Lanzhou Dry Port Project [J]. *China Business and Market*, 4, 019.
- [125]Van den Berg, R., De Langen, P.W., (2011). Hinterland Strategies of Port Authorities: A Case Study of the Port of Barcelona. *Eindhoven University of Technology, Rotterdam Port Authority. Research in Transportation Economics* Volume 33, Issue 1, 2011, Pages 6–14
- [126]Van der Horst, M.R., De Langen, P.W., (2008). Coordination in hinterland transportchains: a major challenge for the seaport community. *Marit Econo & Logis* 10 (1–2), 108–129.
- [127]UNCTAD [United Nations Conference on Trade and Development] (Ed.), *Handbook on the Management and Operation of Dry Ports (UNCTAD/RDP/LCD/7)*, Geneva, 1991.
- [128]Veenstraa, A., Zuidwijka, R., van Asperen, E., 2012. The extended gate concept for container terminals: expanding the notion of dry ports. *Marit. Econom. Logist.* 14, 14–32.
- [129]WANG, Y., & WANG, J. (2010). Application of AHP-Fuzzy on Evaluation of Dry Port Development Potential [J]. *Railway Transport and Economy*, 4, 022.
- [130]Wang, Y., & Wang, J. (2010). The optimal location of dry port: A case study of the hinterland of Western Side of the Taiwan Straits Port Group. In *Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM)*, 2010 IEEE 17Th International Conference on (pp. 1864-1868).
- [131]Wang, C., & Wei, J. (2008). Research on the dry port location of Tianjin port based on analytic network process. In *Business and Information Management*, 2008. ISBIM'08. International Seminar on (Vol. 1, pp. 75-78).
- [132]WANG, L. F., LIN, G., & LIN, W. S. (2009). Application of fuzzy c-average value cluster method in dry port site selection. *Port & Waterway Engineering*, 5, 008.
- [133]Wei, J., Sun, A., & Zhuang, J. (2010). The selection of dry port location with the method of Fuzzy-ANP. In *Advances in Wireless Networks and Information Systems* (pp. 265-273). Springer Berlin Heidelberg.
- [134]Werikhe, G. W., & Jin, Z. (2015). A Comparative Study of Dry Ports in East Africa and China. *Developing Country Studies*, 5(2), 7-17.
- [135]Yan-ping, C. U. I., & ZHENG, P. B. (2012). Thought on Railways Attending Dry Port Construction for Rail-sea Intelmodal Transportation. *Railway Freight Transport*, 1, 007.
- [136]Zeng, Q., Maloni, M. J., Paul, J. A., & Yang, Z. (2013). Dry Port Development in China. *Transportation Journal*, 52(2), 234-263.
- [137]Zhang, Y., Feng, X. J., & Wang, W. (2011, July). The sharing plan and stability analysis of the Strategic cooperation of harbor-dry port. In *Multimedia Technology (ICMT)*, 2011 International Conference on (pp. 4217-4222). IEEE.
- [138]Zhaomin, Z. H. A. N. G. (2008). Applying fuzzy C-clustering to location planning of dry port [J]. *Journal of Shanghai Maritime University*, 4, 009.
- [139]Zhen, F. A. N. (2012). Study on Undertaking Industrial Transfer and Constructing Western Dry Port [J]. *Logistics Technology*, 9, 011.
- [140]Zhifang, L. (2010). Evaluation and Research on the Customs Clearance of the Dry Port in China [J]. *Science & Technology of Ports*, 10, 004.
- [141]Zhi-ping, W. E. I. (2011). On Building

Shanshan County into a Dry Port Industrial Park in Xinjiang.

- [142] Zhong, M., Wang, J., & Jiao, N. (2009). Location Planning of Dry Port Based on Fuzzy Clustering Algorithm. In *Logistics as The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China* (pp. 3291-3297). ASCE.
- [143] ZUO, D. J., LV, H. X., & XU, H. (2013). Operation Management Mode Construction of an Inland Dry Port for Railway-waterway Combination Transportation Under Railway Company Taking a Large Share Condition. *Journal of Transportation Engineering and Information*, 4, 004.



## Original Research (AR)

## Key Performance Indicators Evaluation and Performance Measurement in Dry Port-Seaport System: A Multi Criteria Approach

Fatimazahra BENTALEB<sup>1</sup>, Charif MABROUKI<sup>1</sup>, Alami SEMMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engineering, Industrial Management and Innovation Laboratory - University HASSAN I - MOROCCO, fatimazahra.bentaleb@gmail.com; charif.uh1.fst@gmail.com; semmaalalm@yahoo.fr

### Abstract

Dry port-seaport services are key elements of a multimodal transport. They represent the needed infrastructure for its development. In this case, evaluating and improving their performance is necessary to achieve international competitiveness. The purpose of this paper is to develop a new model of performance measurement for the dry port-seaport system. To this aim, we have consolidated available researches and existing studies in order to identify and develop our proposed model framework. In this paper, a multi-criteria hierarchical model framework using MACBETH for dry port-seaport system has been developed. This framework can be used by managers at different levels of the system. The proposed model has been developed by exploring measurement gaps in multimodal transport field and by discovering prospective options from this area. The results and the methodology are practical. We obtain the global performance level of our involved system using our methodology, which can help managers in taken decisions and increase global performance of this system.

**Keywords:** Dry port, Seaport, Multimodal Transport, Performance Measurement, Multi-Criteria Approach

### Anahtar Performans Göstergeleri Değerlendirme ve Kara Limanı - Deniz Limanı Sistemi Performans Ölçümü: Çok Kriterli Yaklaşım

#### Öz

Kara limanı hizmetleri çok modlu taşımacılığın temel unsurlarındandır. Gelişim için gerekli olan altyapıyı oluşturmaktadırlar. Bu sebeple, uluslararası rekabet başarısına ulaşabilmek için performanslarının değerlendirilmesi ve iyileştirmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı kara limanı sistemleri için yeni bir performans ölçüm modeli geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda, model çerçevesini belirlemek ve geliştirmek amacıyla mevcut çalışma ve araştırmalardan yararlanılmıştır. Bu çalışmada, kara liman sistemleri için MACBETH kullanılarak çok kriterli hiyerarşik bir model çerçevesi geliştirilmiştir. Bu çerçeve farklı seviyedeki müdürler tarafından kullanılabilir. Önerilen model çok modlu taşımacılık alanında performans değerlendirme boşluklarını ve ileriye dönük muhtemel seçenekleri öngörerek geliştirilmiştir. Sonuçlar ve metodoloji uygulanabilir. Karar vermede yöneticilere yardımcı olabilen ve sistemin küresel performansını yükselten bu metodoloji kullanılarak küresel performans seviyesini elde etmiş oluruz.

**Anahtar kelimeler:** Kara limanı, Deniz limanı, Çok modlu taşımacılık, Performans Değerlendirme, Çok Kriterli Yaklaşım

## 1. Introduction

In a worldwide economy where there is a significant competitive and dynamic environment, dry port-seaport system management is essential to help increase multimodal transportation effectiveness. Hence, the efforts made to manage and improve the effectiveness and efficiency of the dry port-seaport system are critical in order to remain competitive on international trade which is becoming more global, and where competition is getting tougher and tougher. Dry port-seaport dyads are a complex system. They are composed of different parties, dealing with different activities and offering a large variety of services. Today the rise of containerization flow in multimodal transportation require the integration of logistics strategies into the seaport industry in order to stay competitive. Multimodal transportation plays an important role in global supply chains [1]. To ensure efficient container transfers, the capacity of seaports is one central dimension of their overall function as transport nodes. For this, it is important to optimize seaport management in order to accelerate and reduce the cost of containers moving [2].

That is why, over the last three decades, there has been a rising quantity of both theoretical and practical works on the seaport performance measurement and benchmarking [3], but works on the dry port-seaport system performance measurement are very rare. However, academic literature on seaport performance identifies the seaport hinterland as a strategic base of logistics activities and the main factor that influence the seaport performance [4]; [5]. Notteboom [6] and Van Klink and van den Berg [7] indicates that many seaports and shipping companies vertically integrate to control the hinterland. Seaports today compete not only in terms of efficiency and transshipment tariffs, but also in terms of the quality of services offered, such as speed and reliability of deliveries to customers [8]. Bichou [3] proposes an integrative

framework to seaport performance by conceptualizing seaports from a logistics and supply chain management approach. Indeed many shipping companies consider land logistics as the most vital area to minimize costs. Also, Hayuth [9] observes the vertical increase of shipping companies to manage the logistics and supply chain. He notes that one of the results of this behavior is that the seaport choice is increasingly determined by factors such as multimodal infrastructure on the land side. Similarly, Heaver et al. [10] reports that many shipping companies also control the seaport's hinterland. Accordingly, efficiency of inland transport and hinterland connection has become a significant factor in a seaport's potential future to evaluate seaport competitiveness [11]. As a consequence, it is widely accepted that seaport's hinterland is one of the most important concepts in the shipping industry, in that various economic activities such as logistics value-adding, multimodal transports and maintenance. In the past, seaports, for instance, functioned as a gateway for loading and unloading but currently seaports have to perform a variety of roles such as a transfer system, a storage system and inland terminals [12]. Dry ports are one type of inland terminals and they have been playing a significant role in the expansion capacity of seaports [13]. Hence, the need to measure dry port-seaport performance. The traditional seaport performance measures focus on sea access rather than land-side connections, and there is a need for better measurement of the global system (dry port-seaport system). Cohen and Roussel [14] provide the following definition of performance measurement: "Performance measurement refers to the indicators of the work performed and the results achieved in an activity, process or organizational unit". Performance evaluation plays an important role in all areas of business management, both in private and public sectors, because it explains how much and how organizations have reached their goals



besides providing subsidies about how they can promote improvements ([15]; [16]). Forslund [17] defines the steps of performance management as follows: set objectives and strategies; define metrics; set targets; measure; analyze; evaluate; and then act to improve the process.

At present, most of the studies of dry port and seaport focus on the location of dry port, but there are little researches on performance evaluation of the global system. In this paper, we bridge this gap; we present a global approach to evaluate performance of the dry port-seaport system.

This paper is organized as follows: a literature review of the different approaches and methods of performance measurement

in section 2. The dry port-seaport process description is presented in section 3. Section 4, performance will be devoted to indicators identification, analysis and assessment using MACBETH approach. Finally, conclusion is presented in Section 5.

## 2. Literature Review

Performance measurement plays an important role in the development of dry port-seaport system. Dyson [18] claims, performance measurements plays an essential role in evaluating productivity, because, it can define not only the current state of the system but also its future. Performance measurement helps to move the system in the desired direction through the effect exerted by

**Table 1.** Gives an Overview of Some Methods Used in Performance Measurement.

Methods and Models	Authors
Data Envelopment Analysis (DEA)	Diaz-Hernandez et al. [19]
	Talley et al. [20]
	Wan et al. [21]
	Hung et al. [22]
	Wu and Goh [23]
	Cullinane et al. [24]
	Valentine and Gray [25]
	Tongzon [26]
Stochastic frontier analysis (SFA)	Ju and Liu [27]
	Suarez-Aleman et al. [28]
	Cullinane and Song [29]
	Estache et al. [30]
	Chang and Tovar [31]
	Cheon et al. [32]
	Estache et al. [33]
Free Disposal Hull (FDH)	Lu [34]
	Cullinane et al. [35]
	Wang et al. [36]
Technique for order performance by similarity to ideal solution (TOPSIS)	Celik et al. [37]
Preference ranking organization method for enrichment evaluation (PROMETHEE)	Castillo-Manzano et al. [38]
Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)	Madeira et al. [39]
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Li and Jiang [40]
	Kunadhamraks and Hanaoka [41]



the behavioral responses towards these performance measures that exist within the system. There are several models available in the literature dealing with seaport performance. Table 1; gives an overview of some methods used in performance measurement in different area. As can be seen from the literature, studies on dry port-seaport system performances using multi-criteria method are poorly considered. We can find one article [40] in literature that discusses the global system performance dry port-seaport. Authors evaluate the cooperation performance between seaports and dry ports. The previous performance evaluation on literature has evaluated the seaport performance and partly neglected the dry port-seaport system performance. To bridge this gap, we will present a novel approach and new model framework using multi-criteria method to evaluate performance of the dry port-seaport system in order to have a global overview of the global performance level.

### 3. Process Description

Within the seaport hinterland, dry ports have become more and more identified as a means for improving seaport capacity, facilitating intermodal transport and increasing seaport's hinterland. Dry ports are proposed as nodal infrastructures handling the same functions as the seaport. Essentially, four functions take place in cargo terminal: the cargo transfer, most of time by unit between two modes; the storage of goods awaiting treatment; and delivery and control of logistics flow [42]. In addition to all the functions mentioned above, services such as maintenance of containers, clearance and other added value services should exist in a dry port according to customer needs [43]. When containerization is booming, seaports often meet with lack of capacities for containers storage areas. A dry port is a port situated in the hinterland servicing an industrial region connected with one or several seaports by rail transport and

it offers specialized services between the dry port and the transmarine destinations. In general the dry port is container and multimodal oriented and has all logistics services, which is required for shipping and forwarding agents in a seaport. Usually extending the seaport areas by satisfying docks and dam, new sea areas resolve the space problem [44]. To stop the sea area is very problematic in view of environmental protection of coastal sea land. The growing problem of transporting goods to and from the seaport all the way through the city, in addition to the expensive costs of establishing novel docks have created preconditions to set up hinterland terminals or dry ports, which almost can handle all of the seaport related services [44]. The development of dry ports is consequently a crucial instrument to encourage sustainability and effectiveness of maritime transport related transport chains. To guarantee an effective dry port there are two common objectives: (1) consolidation of maritime goods in multimodal short and long distance transport flows and (2) assembling and distribution of local, regional and international transports. To reach these two objectives, it is necessary for the terminal to transmit out the following services: Hinterland warehousing; Management of container flows to different seaports based on consolidation of individual container flows; Expansion of rail transport; Offering special- and extra services; Reduction of transport costs; Increase in the firms of ship owners and the seaport influence to ensure the intensification of the transport chains effectiveness [44]. Therefore, the concept of dry port can help to identify less harmful means of transfer for the environment, relieve seaports cities from congestion, handle goods in a more efficient manner as in seaports and facilitate improved logistics solutions for shippers in the hinterland of the seaport in order to satisfy customers [43].

As seen in Figure 1, after that the import

containers have been unloaded from vessels and placed in the marshalling area, they are transferred to Load in the train. The containers are transferred from the seaport to dry port by rail connections. When containers arrive at the dry port, dry port agents proceed in discharging them. They must be placed in storage areas until they are needed for deliver to the final customer.

slots. Phase (5), containers delivery: dry port administration notifies clients by the arrivals of their containers in order to deliver containers and complete the administration procedure. In follow, Section 4 proposes the identification, analysis and the assessment of dry port-seaport performance.

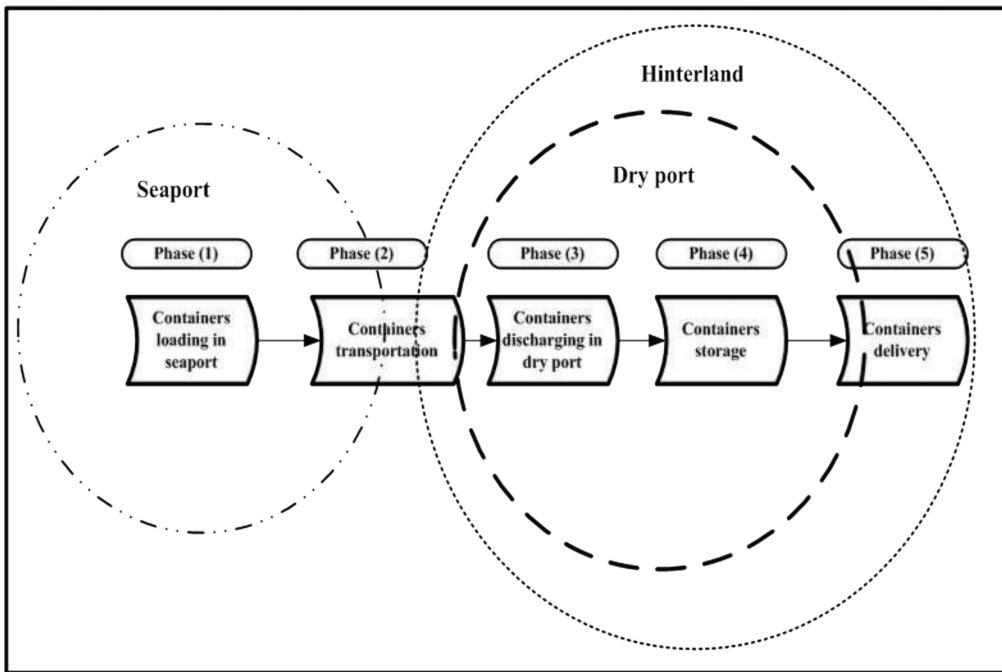


Figure1. Seaports Connected to Dry Ports and Container Flows in This System

We can describe this process in five phases as follow: phase (1), containers loading in seaport: consists on loading containers already discharged from vessels, in order to transport them from seaport to dry port via rail connection. Phase (2), containers transportation: consists of transporting containers via rail connection from seaport to dry port. Phase (3), containers discharging in dry port: when containers arrived in dry port, dry port workers precede in discharging containers with special equipments in order to transfer them to the storage area. Phase (4), containers storage: dry port workers moved containers in their specific

## 4. Research Framework and Methodology

### 4.1. Key Performance Indicators Identification

The common purposes of performance management are to reduce cost and to improve efficiency and effectiveness [45]. Therefore a series of indicators is needed to properly assess the performance of the dry port-seaport system. The performance measurement process is made via performance indicators [46]. A performance indicator is a designation for a certain type of performance measurement. Indicators are used by companies or organizations to help assess their internal performance

or the performance of a particular activity in which they are engaged [47]. Also, key performance indicators are used for improving processes performances. The key performance indicators for the dry port-seaport system integrate both the operational and the financial indicators as. The objective of our investigation is to propose a novel framework of performance measurement of our involved system. There are a number of performance indicators which are generally considered decisive [48]. The identification of the most common dry port-seaport system key performance indicators was based on (1) literature resources and (2) industrial expert judgments. Primarily (1) We are based in some literature references in order to collect key performance indicators ([49]; [50]; [13]; [20]; [51]; [52]; [30]; [53]; [54]; [55]; [56]; [57]; [26]; [25]; [58]; [59]; [39]. Secondly (2) Regarding industrial expert judgments an exploratory research, individuals with different types of expertise related to dry port, rail transport and seaport were approached to collect key performance indicators. Meyer and Booker [60] define an expert as: someone who has knowledge of an issue at an appropriate level of details and who is capable of communicating their knowledge. Expert judgments are a routine and necessary part of key performance indicators analysis. An expert can be defined by their professional standing, or by their performance. It is generally true that most experts are overconfident in their ability to estimate quantities. The degree of overconfidence is related to their cognitive style [61]. The scale of conceptual understanding and comprehension of the key performance indicators varied highly between the experts. Interviews were conducted during different phases of the system process (i.e. phase1 experts chosen from seaport field, phase 2 experts chosen from rail transportation field ...). Different experts might have a different viewpoint about key performance indicators in dry port-

seaport system. The participants in our brainstorming consisted of three panels of experts, namely:

- Seaports panel (1). 11 Moroccan seaport experts (Casablanca seaport) are contacted to brainstorm with us in order to collect and discuss seaport key performance indicators.
- Rail transportation panel (2). 6 Moroccan rail transportation experts (ONCF: office nationale des chemins de fer) are contacted brainstorm with us in order to collect and discuss rail transportation key performance indicators.
- Dry port panel (3). 7 Moroccan dry port experts are contacted brainstorm with us in order to collect and discuss dry port key performance indicators.

Data were collected using mail survey, web survey, and field visits to (1) decrease the cost of data collection, (2) decrease any prejudice of using a single survey methodology, and (3) develop the quality of data by using a multi-survey methodology [62].

A combination of interviews and questionnaires were prepared for each panel of experts, consisting of: An on-line questionnaire was designed for seaport and dry port managers in order to investigate their perception of key performance indicators. In some cases, surveys were conducted and administered over the telephone panels 1 and 3. Extensive telephone and face to face open interviews were used to get in touch with Panels 2. We used open ended and structured questions depending on the type of information required. The acceptable response rate (54%) is attributable to the good selection of participants showing a direct curiosity in the subject of investigation. The results were considered acceptable given the novel studied research. Therefore, key performance indicators and data collection involved brainstorming and focus group activities conducted in the dry port-seaport system with managers from the organizations via interviews, phone

**Table 2.** Presents Details in Each Panel of Experts.

Panels of Experts	Number of Participants	Number of Responses	Responses as Percentage	Time and Place	Interviewed Specifications
Panel 1	11	6	55	April, 2014; Casablanca Seaport	Operations director; financial director...
Panel 2	6	3	50	June, 2014; ONCF	Managers; traffic director
Panel 3	7	4	57	September, 2014; Casablanca Dry port	Operations director; financial director...
<b>Total</b>	24	13	54		

calls and E-mails in the five phases of our studied system. Further, two focus groups were organized in order to attain common agreement along with all the system members on the relative importance of the different key performance indicators.

Initially, and based on the critical review of literature, two families of indicators were identified operational key performance indicators family (OP), following five phases (phase 1 to phase 5), each phase contains a number of key performance indicators category, and financial key performance indicators family (FP) in all over the system. Table 3 and 4 present the results of this brainstorming, key performance indicators in different phases in dry port-seaport system process and financial key performance indicators in general all over the process.

As stated by Gunasekaran and Tirtiroglu [63] "measures and metrics are needed to test and reveal the viability of strategies without which a clear direction for improvement and realization of goals would be highly difficult". Yet, "performance measurement continues to present a challenge to operations managers as well as researchers" [64]. The objective of this paper is to develop a novel model as shown in Figure 2 in order to obtain the performance level of dry port-seaport system based on a multi-criteria methodology using MACBETH tool. Our model is based on a scale from 1 to 9 (1 is the

lowest performance level and 9 the highest performance level). The fundamental idea is to measure the performance of each phase (which based on five phases) of the system separately and to determine the operational performance level then the financial one, after that we come to finalize by determining the global performance level of the system. The determination of the performance at each step is via predefined fields depending on the nature of each phase. The fields themselves even are assessed on the basis of a set of indicators compatible with each field. The data (D.) collection of key performance indicators uses a multi-methodological approach based on surveys, reports and interviews with staff members and operators, or even through a few Delphi research rounds and formulate. These data types will firstly need to be determined and subsequently used in the process maps to collect the corresponding data for performance category of each phases of operational and financial family. Data collection is necessary for suitable performance analysis and is the key in decision-making. However, in reality, due to a variety of reasons, accurate data are not always gladly available or are very difficult to obtain. The procedure of data collection and analysis was very demanding and time consuming when conducted through extensive telephone and face to face interviews. Parameters provided by the private or public domain

**Table 3.** Dry Port-Seaport System KPI's in Different Phases of The Process.

Phase	KPI Category	Key Performance Indicators	KPI Code
(1) Container loading in seaport	Productivity (PR)	(1) Number of loading containers / hour	1PR1
		(2) The mean time to load a train	1PR2
		(3) The mean time of stops during containers loading / train	1PR3
	Reliability (RI)	(1) Number of erroneously loading containers	1RI1
		(2) Number of unloading containers due to an incident	1RI2
		(3) The mean time of waiting before starting operations by train	1RI3
		(4) The mean time of equipment unavailability / train	1RI4
	Security (SC)	(1) Number of human accident / year	1SC1
		(2) Number of cases of goods theft / year	1SC2
	Workers professionalism (WP)	(1) Percentage of workers with over five years of experiences	1WP1
		(2) Number of training hours / worker	1WP2
		(3) Absenteeism / worker	1WP3
(4) Number of error due to the human factor		1WP4	
(2) Container transportation	Traffic (TR)	(1) Number of train travel per day made / possible maximum travel number	2TR1
		(2) Number of container transported per day per the maximum number of trains	2TR2
	Security (SC)	(1) Number of theft cases / year	2SC1
		(2) Number of train accident / year	2SC2
	Reliability (RI)	(1) The mean time of train travel / minimum travel duration	2RI1
		(2) Rate of trains unavailability	2RI2
(3) Number of times train stopping due to a technical problem		2RI3	
(3) Container discharge in dry port	Productivity (PR)	(1) Number of container discharged / hour	3PR1
		(2) The mean time of loading operations / train	3PR2
	Reliability (RI)	(1) The mean time of stop in discharging operations	3RI1
		(2) Number of erroneously discharging container	3RI2
		(3) Number of non discharged container due to an incident	3RI3
		(4) The mean time of waiting before starting operations by train	3RI4

**Table 3.** Dry Port-Seaport System KPI's in Different Phases of The Process.(Cont')

Phase	KPI Category	Key Performance Indicators	KPI Code
(3) Container discharge in dry port	Security (SC)	(1) The mean time of non-availability of equipment by train	3SC1
		(2) Number of human accident / year	3SC2
		(3) Number of cases of goods theft / year	3SC3
	Workers professionalism (WP)	(1) Percentage of workers with over five years of experiences	3WP1
		(2) Number of hours of training / worker	3WP2
		(3) Percentage of absenteeism / worker	3WP3
		(4) Number of errors due to the human factor	3WP4
	(4) Container storage	Capacity (CP)	(1) Number of occupied slots per number of available slots
(2) Lack of space per container / day			4CP2
Security (SC)		(1) Rate of goods theft	4SC1
		(2) Number of intrusion / year	4SC2
		(3) Reliability of the monitoring system	4SC3
Organization (OR)		(1) Number of incorrect positioned container	4OR1
		(2) Number of container non-available directly	4OR2
		(3) Rate of compliance with segregation requirements	4OR3
		(4) The mean time of equipment waiting / container	4OR4
		(5) Percentage of compliance with the schedule workers	4OR5
		(6) Availability rate of equipment	4OR6
(5) Container delivery to customers		Capacity (CP)	(1) Number of container delivered per max capacity (per unit time)
	(2) The mean time of waiting per the mean time of delivery (per customer)		5CP2
	(3) The mean time of outage per operations (per delivery)		5CP3
	Reliability (RI)	(1) Number of containers delivered by error / year	5RI1
		(2) Number of containers no delivered following an incident / year	5RI2
		(3) The mean time of waiting before starting operations / client	5RI3
		(4) The mean time of non-availability of equipment / customer	5RI4

./..

**Table 3.** Dry Port-Seaport System KPI's in Different Phases of The Process.(Cont')

Phase	KPI Category	Key Performance Indicators	KPI Code
(5) Container delivery to customers	Organization (OR)	(1) Rate of compliance deliveries schedule	5OR1
		(2) Rate of equipment availability	5OR2
		(3) The mean waiting time for equipment / container	5OR3
		(4) Percentage of compliance with the schedule workers	5OR4
	Customer relationship management (CR)	(1) Number of customer complaints / the number of customers	5CR1
		(2) Handling customer complaints / the number of customers	5CR2
		(3) Number of customer satisfaction survey / year	5CR3
		(4) Rate of customer satisfaction	5CR4

sometimes have to be used during the data collection phase traffic. So we estimate the data (D.) collection of key performance indicators and consequently the data for

performance category of each phases of operational and financial family (seaport and dry port of Casablanca, Morocco 2013) as presented in Table 4.

**Table 4.** Dry Port-Seaport Financial KPI in General

	KPI Category	Key Performance Indicators	KPI Code
Financial Performance (FP)	Strategic level (SL)	(1) Financial leverage ratios	FPSL1
		(2) Debt ratio	FPSL2
		(3) Investment	FPSL3
		(4) Investor ratios	FPSL4
		(5) Return on asset	FPSL5
		(6) Total asset turnover ratio	FPSL6
		(7) Profitability ratios	FPSL7
		(8) Net profit margin ratio	FPSL8
		(9) Trade volumes (in dollars)	FPSL9
	Tactical level (TL)	(1) Demurrage delay penalty cost	FPTL1
		(2) Fiscal cost	FPTL2
		(3) Account receivable turnover	FPTL3
		(4) Revenue	FPTL4
		(5) Activity ratios (Asset turnover ratios)	FPTL5

./..



Table 4. Dry Port-Seaport Financial KPI in General (Cont')

	KPI Category	Key Performance Indicators	KPI Code
Financial Performance (FP)	Operational level (OL)	(1) Liquidity / working capital	FPOL1
		(2) Transportation cost per train	FPOL2
		(3) Transportation cost per container	FPOL3
		(4) Cash flow	FPOL4
		(5) Containers handling revenue per ton	FPOL5
		(6) Capital equipment expenditure per ton of cargo	FPOL6

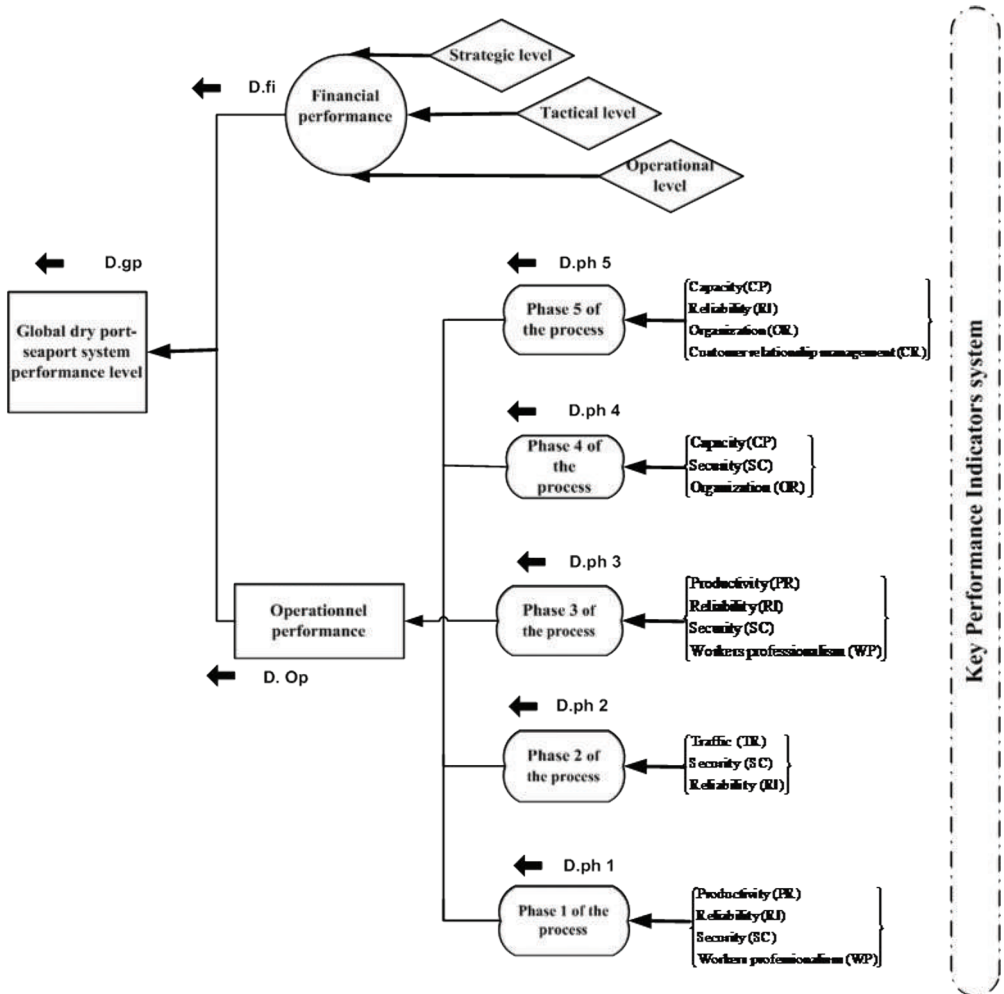


Figure 2. A Model of Global Performance Measurement of Dry Port-Seaport System.

**Table 5.** Data For Performance Category of Each Phase in Operational and in Financial Family.

	Phase	Performance Category	Data (D.)
Operational performance (OP)	(1) Containers loading in seaport	Productivity (PR)	60%
		Reliability (RI)	50%
		Security (SC)	40%
		Workers professionalism (WP)	50%
	(2) Containers transportation	Traffic (TR)	70%
		Security (SC)	80%
		Reliability (RI)	60%
	(3) Containers discharge in dry port	Productivity (PR)	70%
		Reliability (RI)	70%
		Security (SC)	50%
		Workers professionalism (WP)	60%
	(4) Containers storage	Capacity (CP)	85%
		Security (SC)	65%
		Organization (OR)	50%
	(5) Containers delivery to customers	Capacity (CP)	70%
Reliability (RI)		60%	
Organization (OR)		50%	
Customer relationship management (CR)		60%	
Financial performance (FP)	Strategic level (SL)	50%	
	Tactical level (TL)	50%	
	Operational level (OL)	70%	

We are based on surveys, reports in order to determine data (D.) of the key performance category. We are proceed to increment data with multiples of 5% (in order to simplify expressions), results are presented in Table 5. The estimation of the data (D.) is based on a statistical analysis of Casablanca dry port-seaport data historic. In follow we will use this data (D.) in multi-criteria methodology in order to measure the operational, financial and global performance level.

#### 4.2. Multi-Criteria Approach: MACBETH

The proposed performance evaluation model for dry port-seaport system is based on determining the performance level in each step of the system. Among the existing

methods based on this approach which reflect the problem of sorting to generate a ranking of the alternatives (performance level), MACBETH was selected. It determines the value function that best represents the judgments of the decision maker by Linear Programming. This formulation eliminates the inconsistencies and analyzes reparation rates between the points of view (criteria), as well as the level of impact of the alternatives for every point of view [65]. MACBETH proposes a performance level of our involved system. It allows a qualitative two by two assessment through a non-numerical interactive questioning process that compares two stimuli at the same time, demanding only a qualitative decision about their difference of attractiveness [66]. As the answers are given, the consistency

is confirmed, and a numerical scale that is representative of the decision-makers judgments is then created and argued. MACBETH is a decision support approach to ensure the practical implementation of the entirety of a multi-criteria assessment process. It consists of a set of procedures to facilitate the achievement of each of the major steps of such process. When designing this approach, the first objective was to develop a procedure which aims to help in the assessment i.e. a procedure to help a person (or group of people) J to measure the attractiveness of elements which J is interested. In this procedure, J are asked to compare the elements two by two and when prefers X element to Y element, specify in what terms he would speak of the difference between his feelings of attractiveness of X and of Y. It is a multi-

criteria decision analysis approach that requires only qualitative judgments about differences of value to help a decision maker, or a decision-advising group, quantify the relative attractiveness of options. The approach, based on the additive value model, aims to support interactive learning about the evaluation problem and the elaboration of recommendations to prioritize and select options in individual or group decision making processes [67].

It is: (1) Humanistic in the logic that it should be used to assist decision-makers consider, communicate, and talk about their value systems and favorites. (2) Interactive because we are persuaded that this suggestion and learning process can best spread through socio-technical facilitation continued by simple questioning-answering protocols. From a practical perspective, this

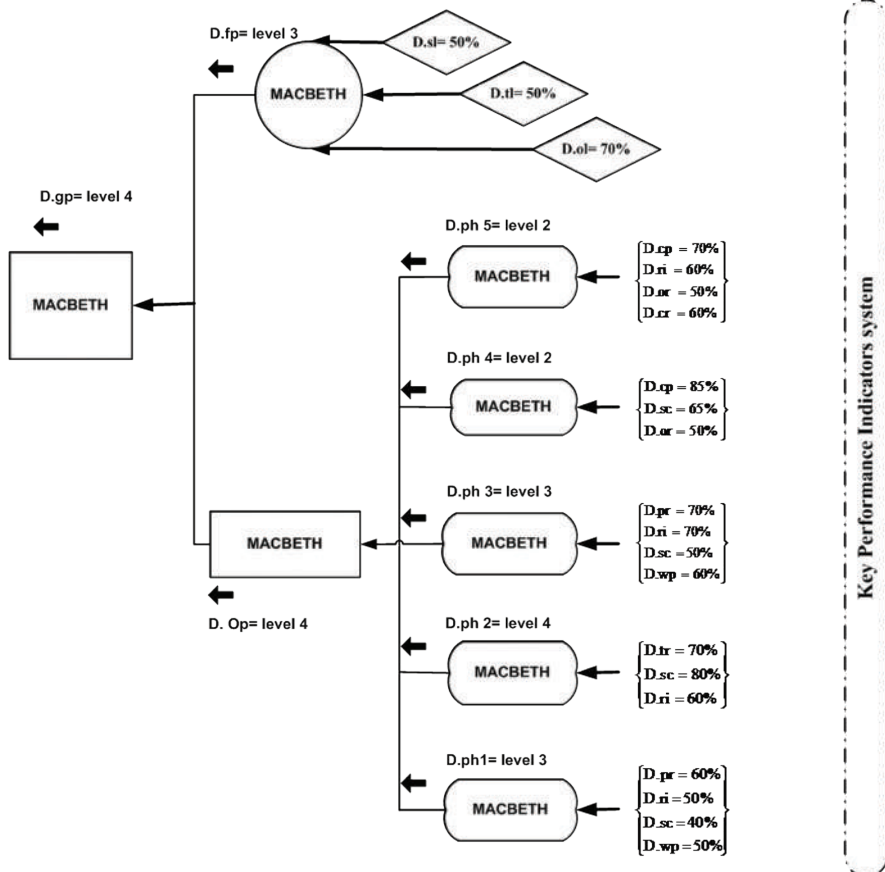


Figure 3. Performance Level in Each Step of Dry Port-Seaport System Using Macbeth.

suggests that such communication would greatly benefit from an extremely efficient and user friendly decision support system, as it is actually the case of the M-MACBETH software. (3) Constructive because MACBETH rests on the idea that full-bodied confidences about the kind of decision to make [68].

A general idea and some applications of MACBETH are presented in [66], [69] and on [www.m-macbeth.com](http://www.m-macbeth.com). We therefore propose using a MACBETH approach to obtain the performance level of the global system.

#### 4.2.1. Multi-Criteria Analysis

In our approach, we have proposed a performance measurement approach based on two steps, namely, step 1: key performance indicators identification and classification in a matrix form, grouped by family and phase indicators in our studied workflow process. Step 2: performance assessment by adopting a multi-criteria method (MACBETH), the choice of this method is justified by the fact that this method does not require the assignment of weight when evaluating options. Evaluation of performance levels (options) must take into consideration several point of view and several criteria simultaneously, hence we require a multi-criteria method. This study applied MACBETH to measure the performance value in each phases, to measure the performance value in operational and financial family and finally to measure the global performance value of the dry port-seaport system. As shown in Figure 3, MACBETH was applied to identify the performance level among the system.

We obtain performance level of each phase using MACBETH and based on a scale from 1 to 5 (1 is the lowest performance level and 5 the highest performance level) as follow: phase 1 (D.ph1= level 3); phase 2 (D.ph2= level 4); phase 3 (D.ph3= level 3); phase 4 (D.ph4= level 2) and phase 5 (D.ph5= level 2). From data of phases we can obtain performance level of

operational family using also MACBETH and based on a scale from 1 to 9 (1 is the lowest performance level and 9 the highest performance level) as follow: D.op= level 4 and using the same tool and scale we obtain the performance level of financial family as follow: D.fi= level 3. Details about all results are given in Appendix A.

Finally, we obtained the global performance D.gp= level 4 using MACBETH and based on a scale from 1 to 9. Results presented in Figure 4.

In Morocco, seaport provides 98% of external trade and therefore constitutes a vital sector for the economy. It should not only contribute to improve the competitiveness of the national economy, but also capture the opportunity offered by the international shipping by positioning itself in this sector, notably in the

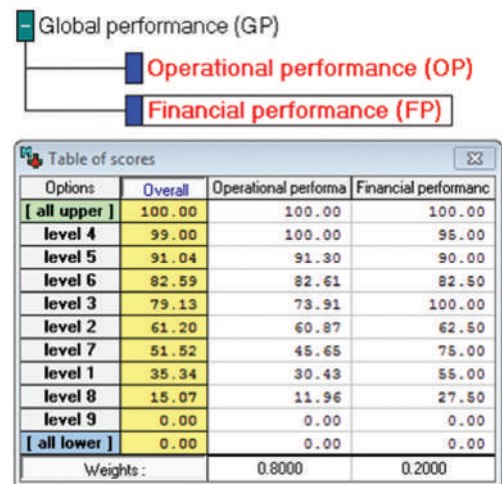


Figure 4. Global Performance Aggregated Assessment For Casablanca Dry Port-Seaport.

Mediterranean and Europe. To this end, given the geostrategic position benefit of the country, it is important to understand the major role that can play Moroccan seaports and dry ports in Moroccan trade. To modernize the maritime transport sector, Morocco has implemented a seaport reform including the introduction of competition in this sector. It also has undertaken major achievements such as the construction of the new seaport (Tangier Med) and new

dry ports whose rise to power will position Morocco as a must pivot between Western and Northern Europe and Asia [70]. Morocco government has launched a major development program which consists of construction of a dry ports network through the major sites of distribution and consumption in Morocco. Dry port provides multiple services such as: reception and dispatch of containers, customs formalities, loading and unloading of trains and trucks, storage of containers, containers processing in order to increase the global performance ([www.oncf.ma](http://www.oncf.ma)).

The strengths of this model, which is based on a multi-criteria approach are not only taken into account within the final judgment of performance level, but also are taken into account the performance level ranking in each step of the model. This model can be very helpful to Moroccan government in order to boost performance of this sector by giving more attention to land part in shipping. From the analysis of the results, it was perceived that there are gaps that can support progresses in this area. These are:

- Collaboration of the researchers with dry port-seaport managers, aiming at the improved recognition of their requirements and the diversity of agents that operate in the dry port-seaport system environment;
- Elaboration of methodologies and approaches for performance evaluation that are more elastic to follow the continuous modifications in the dry port-seaport system;
- Use of tools that are capable to consider and characterize the peculiarities and detailed aspects of the dry port-seaport units studied and the power of the outside environmental variables in dry port-seaport performance;
- Use of tools that are able to exchange with managers about the real performance and propose strategies to activate better performance, therefore encouraging the activity of dry port-seaport management;
- Expansion of potential studies

representation the performance in prospect situations, rather than studies based on historical data.

The model proposed in this paper stands as an initiative involving further research and investigation.

## 5. Conclusions

Today, the dry port-seaport system has become a vital subject of research for the academicians and practitioners in current years. Dry port-seaport system decision-makers have to take in count a big quantity of variables in their actions. In order to help managers to make their decisions, we calculate then assess the system progression in all phases. But, in some situations this assessment is complex either in getting information, actors concerned and their interactions. In this perspective, the present paper contribute in the literature by illustrating the identification of key performance indicators, understanding, and measurement of performance level related to this system for increasing its effectiveness on strategic level. The identified key performance categories were estimated for Casablanca seaport dry port case and analyzed using MACBETH tool. Using the methodology of this paper seaports-dry ports managers will be able to identify which best practices should be adopted and in which processes they must execute those best practices to make agile ports to becoming more agile. It will take dry port-seaport management to measure its performance to establish how facts have been applied in a successful and professional way. Financial performance indicators, together with operational indicators can provide data on the right time when seaports and dry ports are required to be reactive. As results, we obtain the global performance level of our involved dry port-seaport system using our methodology, which can help managers to take decisions and increase global performance. We based our study in academic researches and expert's judgments in the involved area,



so that we can judge the reliability of the previous framework model in performance assessment. The method as such is practical but its strong and weak point at the same time is the expert's profile (a good choice of experts led to obtain a valid and reliable study but a bad choice led to obtain a more limited study). Therefore, the main limitation of this study derives from the fact that the experts judgments presented are subjective and depends on expert's performance. With the availability of added dry port-seaport data and the inclusion of more facilities, applying this methodology to other seaport-dry port systems based on a larger sample size represents an interesting area for future research. We regarded the approach as a whole to be reliable and valid, because the choice of a group can almost never be entirely irrelevant. Which leads to, always and in any situation, a realistic assessment, and therefore we can consider it as the strongest aspect of this study. With this paper, we have only highlighted a first step in the debate of a gap existing in the dry port-seaport system performance research and practice.

Appendix A

Phase 1

Options	Overall	Productivity (PR)	Reliability (RI) 50%	Security (SC)	Workers professional
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Performance level 3	32.31	100.00	100.00	81.28	73.33
Performance level 2	89.33	49.14	88.24	100.00	100.00
Performance level 4	42.37	84.21	70.59	28.00	53.33
Performance level 1	26.04	0.00	35.29	80.00	86.67
Performance level 5	19.81	42.11	0.00	0.00	0.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.4705	0.1765	0.2941	0.0589

Financial performance (FP)

Options	Overall	Strategic level (SL)	Tactical level (TL)	Operational level (O)
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00
level 3	95.70	100.00	89.47	90.48
level 4	92.16	89.29	100.00	80.95
level 5	82.57	82.14	78.95	100.00
level 6	69.60	75.00	57.89	66.67
level 7	60.14	67.86	47.37	57.14
level 2	57.63	53.57	68.42	42.86
level 1	39.66	42.86	36.84	28.57
level 8	10.22	7.14	15.79	9.52
level 9	0.00	0.00	0.00	0.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.5833	0.3333	0.0834

Phase 2

Options	Overall	Traffic (TR)	Security (SC)	Reliability (RI)
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00
Performance level 4	98.82	100.00	100.00	88.24
Performance level 3	82.36	88.24	64.71	100.00
Performance level 5	74.12	70.59	82.35	70.59
Performance level 2	37.06	35.29	41.18	35.29
Performance level 1	0.00	0.00	0.00	0.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.6000	0.3000	0.1000

Phase 3

Options	Overall	Productivity (PR)	Reliability (RI)	Security (SC)	Workers professional
Performance level 1	13.45	0.00	0.00	35.00	63.57
Performance level 2	47.34	35.00	88.24	100.00	100.00
Performance level 3	34.96	100.00	100.00	85.00	89.29
Performance level 4	77.47	85.00	70.59	70.00	78.57
Performance level 5	39.16	70.00	35.29	0.00	0.00
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.4705	0.1765	0.2941	0.0589

Phase 4

Options	Overall	Capacity (CP)	Security (SC)	Organization (OR)
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00
Performance level 2	91.70	35.29	91.30	100.00
Performance level 3	89.21	70.59	100.00	85.71
Performance level 4	59.42	100.00	78.26	42.86
Performance level 1	54.89	0.00	52.17	64.29
Performance level 5	6.87	82.35	0.00	0.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.0834	0.3333	0.5833

Phase 5

Options	Overall	Capacity (CP)	Reliability (RI)	Organization (OR)	Customer relationship
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Performance level 2	97.90	64.29	100.00	100.00	100.00
Performance level 3	86.23	100.00	84.42	85.71	85.71
Performance level 4	56.32	85.71	49.23	42.86	44.29
Performance level 1	51.39	0.00	46.15	64.29	42.86
Performance level 5	2.92	42.86	0.00	0.00	0.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.0589	0.2941	0.4705	0.1765

Operational performance (OP)

Options	Overall	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
level 4	86.00	100.00	84.00	100.00	84.00	76.00
level 5	82.54	90.00	100.00	92.31	64.00	64.00
level 6	71.74	80.00	92.00	76.92	56.00	52.00
level 3	70.36	65.00	44.00	65.38	100.00	92.00
level 2	56.84	45.00	8.00	46.15	92.00	100.00
level 7	56.42	55.00	76.00	53.85	48.00	44.00
level 1	38.59	20.00	0.00	7.69	76.00	84.00
level 8	34.03	30.00	58.00	30.77	24.00	20.00
level 9	10.12	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.1875	0.2812	0.1250	0.0313	0.3750



## References

- [1] Mabrouki C., Faouzi A., Mousrij A., a priority decision model for berth allocation and scheduling in a port container terminal, *JATIT*, vol 54 (2), pp. 276-286. 2013.
- [2] Mabrouki,C., Bentaleb, F., & Mousrij, A. (2014). A decision support methodology for risk management within a port terminal. *Safety Science*, 63, 124-132.
- [3] Bichou, K. (2006). Review of port performance approaches and a supply chain framework to port performance benchmarking. *Research in Transportation Economics*, 17, 567-598.
- [4] Yeo, G. T. 2007. Port competitiveness in Northeast Asia: An integrated fuzzy approach to expert evaluations. PhD thesis of University of Plymouth, Devon, United Kingdom.
- [5] Guy, E. B. Urli, (2006) Port selection and multicriteria analysis: an application to the Montreal-New York alternative, *Maritime Economics and Logistics*, 8 (2006), pp. 169-186.
- [6] Notteboom, T.E., (2000). Spatial and functional integration of container port systems and hinterland connections. In: *Land Access to Sea Ports*, European Conference of Ministers of Transport, Round table 113, Paris, 10-11 December 1998, pp. 5- 55.
- [7] van Klink, H.A., van den Berg, G.C., (1998). Gateways & intermodalism. *Journal of Transport Geography* 6 (1), 1-9.
- [8] Mourao, M.C., Pato, M.V., Paixão, A.C., (2002). Ship assignment with hub and spoke constraints. *Mar. Policy Manage.* 29, 135-150.
- [9] Hayuth, Y., (2007). Globalisation and the port-urban interface: conflicts and opportunities. In: Wang, Olivier, D., Notteboom, T., Slack, B. (Eds.), *Ports, Cities and Global Supply Chains* pp. 141-156.
- [10] Heaver, T., Meersman, H., Moglia, F., Van de Voorde, E., (2000). Do mergers and alliances influence European shipping and port competition? *Maritime Policy & Management* 27 (4), 363-373.
- [11] Rodrigue, J.P. and Notteboom, T.E. 2009. The terminalisation of supply chains: reassessing the role of terminals in port/hinterland logistical relationships. *Research in Transportation Economics*.
- [12] Notteboom, T.E. and Rodrigue, J.P. 2008. The future of containerization: perspectives from maritime and inland freight distribution. *Geo Journal*, 74(1): 7-22.
- [13] UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development (2004). *Assessment of a Seaport Land Interface: An Analytical Framework*. Geneva: Author.
- [14] Cohen, S. and Rousset, J. (2005), *Strategic Supply Chain Management: The Five Disciplines for Top Performance*, McGraw-Hill, New York, NY.
- [15] Woo, S. H., Pettit, S., & Beresford, A. K. (2011). Port evolution and performance in changing logistics environments. *Maritime Economics & Logistics*, 13(3), 250-277.
- [16] Kaur, B., Sharma, A. K., & Kapoor, V. (2013). Performance Analysis of WDM RoF-EPON Link with and without DCF and FBG.
- [17] Forslund, H. 2007. "The impact of performance management on customers' expected logistics performance." *Int. J. Operat. Product. Manage.*, 27 8, 901-918.
- [18] Dyson, R. G. (2000). Performance measurement and data envelopment analysis - Ranking are rank, *OR Insight*, 13(4), 3-8.
- [19] Díaz-Hernández, J. J., Martínez-Budría, E., & Salazar-González, J. J. (2014). Measuring cost efficiency in the presence of quasi-fixed inputs using

- dynamic Data Envelopment Analysis: The case of port infrastructure. *Maritime Economics & Logistics*, 16(2), 111-126.
- [20] Talley, W. K., Ng, M., & Marsillac, E. (2014). Port service chains and port performance evaluation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 69, 236-247.
- [21] Wan, Y., Yuen, A. C. L., & Zhang, A. (2014). Effects of hinterland accessibility on US container port efficiency. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 6(4), 422-440.
- [22] Hung, S. W. Lu, T. Wang Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports *European Journal of Operational Research*, 203 (3) (2010), pp. 706-713
- [23] Wu, Y. C. J., & Goh, M. (2010). Container port efficiency in emerging and more advanced markets. *Transportation Research Part E*, 46, 1030-1042.
- [24] Cullinane, K., Ji, P., & Wang, T. F. (2005a). The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry. *Journal of Economics and Business*, 57(5), 433-462.
- [25] Valentine, R. Gray V.F. The measurement of port efficiency using data envelopment analysis *Proceedings of the 9th world conference on transport research*, Seoul, 22-27 July (2001).
- [26] Tongzon J. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis *Transportation Research A: Policy and Practice*, 35 (2) (2001), pp. 113-128.
- [27] Ju, S. M., & Liu, N. (2015). Efficiency and its influencing factors in port enterprises: empirical evidence from Chinese port-listed companies. *Maritime Policy & Management*, 1-20.
- [28] Suarez-Aleman, A., Morales Sarriera, J., Serebrisky, T., & Trujillo, L. (2015). When it comes to container port efficiency, are all developing regions equal?. *Inter-American Development Bank*.
- [29] Cullinane K. , D.-W. Song A stochastic frontier model of the productive efficiency of Korean container terminals *Applied Economics*, 35 (3) (2003), pp. 251-267.
- [30] Estache A. , M. González, L. Trujillo Efficiency gains from port reform and potential for yardstick competition: lessons from Mexico *World Development*, 30 (4) (2002), pp. 545-560
- [31] Chang, V., & Tovar, B. (2014). Efficiency and productivity changes for Peruvian and Chilean ports terminals: A parametric distance functions approach. *Transport Policy*, 31, 83-94.
- [32] Cheon, D.E. Dowall, D.-W. Song Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: ownership, corporate structure, and total factor productivity changes of world container ports *Transportation Research Part E*, 46 (4) (2010), pp. 546-561.
- [33] EstacheA., B.T. de la Fé, L. Trujillo Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico *Utilities Policy*, 12 (4) (2004), pp. 221-230.
- [34] Lu, Y. (2014). Port performance benchmarking and efficiency analysis (Doctoral dissertation).
- [35] Cullinane , Song, Wang (2005b), The application of mathematical programming approaches to estimating container port production efficiency *Journal of Productivity Analysis*, 24 (1) pp. 73-92.
- [36] Wang, Cullinane (2003), Song Container port production efficiency: a comparative study of DEA and FDH approach *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, pp.

- 698-713.
- [37] Celik M, S. Cebi, C. Kahraman, I.D. Er Application of axiomatic design and TOPSIS methodologies under fuzzy environment for proposing competitive strategies on Turkish container ports in maritime transportation network Expert Systems with Applications, 36 (3) (2009), pp. 4541-4557.
- [38] Castillo J.I. -Manzano, M. Castro-Nuño, F.G. Laxe, L. López-Valpuesta, M.T. Arévalo-Quijada Low-cost port competitiveness index: implementation in the Spanish port system Marine Policy, 33 (4) (2009), pp. 591-598.
- [39] Madeira, A. G., Cardoso, M. M., Belderrain, M. C. N., Correia, A. R., & Schwanz, S. H. (2012). Multicriteria and multivariate analysis for port performance evaluation. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 450-456.
- [40] Li, Jiang, (2014), Cooperation Performance Evaluation between Seaport and Dry Port; Case of Qingdao Port and Xi'an Port. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 1, 99-109.
- [41] Kunadhamraks, P. and Shinya Hanaoka, Evaluating the logistics performance of intermodal transportation in Thailand, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* Vol. 20 No. 3, 2008 pp. 323-342.
- [42] Slack, B. (1999), Satellite terminals: a local solution to hub congestion, *Journal of Transport Geography*, Vol. 7, pp.241-246.
- [43] Roso, V., Woxenius, J., Lumsden, K., (2009). The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland. *J. Transp. Geogr.* 17 (5), 338-345.
- [44] Jaržemskis, A., & Vasiliauskas, A. V. (2007). Research on dry port concept as intermodal node. *Transport*, 22(3), 207-213.
- [45] Woxenius, J. (2012). Directness as a key performance indicator for freight transport chains. *Research in Transportation Economics*, 36(1), 63-72.
- [46] Cerutti, O. and Gattino, B. (1992), "Indicateurs et tableaux de bord", AFNOR, Paris.
- [47] Turi, A., Goncalves, G., & Mocan, M. (2014). Challenges and Competitiveness Indicators for the Sustainable Development of the Supply Chain in Food Industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 133-141.
- [48] Ferreira, L., & Sigut, J. (1993). Measuring the performance of intermodal freight terminals. *Transportation Planning and Technology*, 17(3), 269-280.
- [49] UNCTAD, 1976. Port performance indicators, TD/B/C.4/131/Supp.1/Rev.1, United Nations Conference on Trade and Development, New York, US.
- [50] UNCTAD, 1999. Technical note: fourth generation port. *UNCTAD Ports Newsletter* 19, 9-12.
- [51] Talley W.K. Optimum throughput and performance evaluation of marine terminals *Maritime Policy and Management*, 15 (4) (1988), pp. 327-331.
- [52] Talley W.K. Performance indicators and port performance evaluation *Logistics and Transportation Review*, 30 (4) (1994), pp. 339-352.
- [53] Chow, G. T.D Heaver, L.E Henriksson Logistics performance: definition and measurement *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24 (1) (1994), pp. 17-28.
- [54] Tongzon J.L. The Port of Melbourne Authority's pricing policy: its efficiency and distribution implications, *Maritime Policy and Management*, 20 (3) (1993), pp. 197-205
- [55] Tongzon J.L. (1995a). Determinants of port performance and efficiency

- Transport Research A, 29 (3), pp. 245–352.
- [56] Tongzon J.L. (1995b) Systematizing international benchmarking for ports Maritime Policy and Management, 22 (2) , pp. 171–177.
- [57] Chae, B. (2009). Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective. Supply Chain Management: An International Journal, 14(6), 422-428.
- [58] Bichou, K., & Gray, R. (2004). A logistics and supply chain management approach to port performance measurement. Maritime Policy & Management, 31(1), 47-67.
- [59] Marlow P. B. & Paixão Casaca A. C. (2003). “Measuring lean ports performance, International Journal of Transport Management, Vol. 1, No. 4, pp. 189–202.
- [60] Meyer, M.A. & Booker, J.M. (1990). Eliciting and analyzing expert judgment: a practical guide. Office of Nuclear Regulatory Research, Division of Systems Research, US Nuclear Regulatory Commission Washington, DC.
- [61] Burgman, M., Fidler, F., McBride, M., Walshe, T., & Wintle, B. (2006). Eliciting expert judgments: literature review.
- [62] Dillman, D.A., 2000. Mail and Internet Surveys: the Tailored Design Method, vol. 2. Wiley, New York.
- [63] Gunasekaran A, Tirtiroglu E (2001) Performance measures and metrics in a supply chain environment. Int J Oper Prod Manag 21(1/2): 71–87.
- [64] Melnyk SA, Stewart DM, Swink M (2004). Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. J Oper Manag 22:209–217.
- [65] Costa, C. A., Lourenço, J. C., Chagas, Bana e Costa, (2008). Development of reusable bid evaluation models for the Portuguese electric transmission company. Decision Analysis, 5(1), 22-42.
- [66] Costa, C. A. B., & Chagas, M. P. (2004). A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments. European Journal of Operational Research, 153(2), 323-331.
- [67] Costa, E., Bana, Vansnick, J. C. (1994). MACBETH—An interactive path towards the construction of cardinal value functions. International transactions in operational Research, 1(4), 489-500.
- [68] Costa, C. A. B. E., & Vansnick, J. C. (1999). The MACBETH approach: Basic ideas, software, and an application (pp. 131-157). Springer Netherlands.
- [69] Roubens, M., Rusinowska, De Swart, 2006. Using MACBETH to determine utilities of governments to parties in coalition formation. European Journal of Operational Research 172, 588–603.
- [70] La stratégie portuaire nationale à l’horizon 2030; Publication of the Ministry of Equipment and Transport – 2011.  
[www.m-macbeth.com](http://www.m-macbeth.com)  
[www.oncf.ma](http://www.oncf.ma)



## Original Research (AR)

## Türkiye'deki Konteyner Terminalleri için Yük Talep Analizi

Orkut Akar<sup>1</sup>, Soner Esmer<sup>2</sup>CEVA Logistics<sup>1</sup>; Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi<sup>2</sup>  
oakar035@gmail.com; soneresmer@gmail.com

## Öz

Limanlar dünyaya açılan ticaret kapıları olarak, ticaret sürecinde ulaştırmanın başladığı ya da sürdürüldüğü tesislerdir. Dünyada ticaret olduğu sürece deniz ticareti var olacak, gemi boyutları gelişimini sürdürecektir. Bu nedenle limanlar verdikleri hizmetleri geliştirmek durumundadır. Talep tahmini tüm işletmeler için geleceklerini görebilmek ve planlamalarını yapabilmeleri adına önemlidir. Limanlar için özellikle önemli olan yük talep tahmini ile gelecekte ne kadar yük elleçleneceğinin belirlenmesi yönünde fikir edinilmektedir. Limanlar gelişen ticarete hizmet edebilmek için gelecekteki yük talebini tahmin etmeli, yeni yatırım ve gelişim planlarını oluşturmalıdır. Bu çalışmada yük talep tahmini için çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı 2023 yılı için yük talep tahmini yapmak ve Türkiye'deki limanların bu yükü elleçlemek için yeterli olup olmadığını belirlemektir. Çalışma sonuçlarına göre Türkiye'deki mevcut ve planlanmış konteyner terminallerinin mevcut talebi elleçleyebildikleri ve 2023 yılına kadar bir kapasite sorununun yaşanmayacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Talep Tahmini, Regreyon Analizi, Konteyner Terminali, Türkiye

## Cargo Demand Analysis of Container Terminals in Turkey

## Abstract

Ports are the points where the countries meet the world and also one of the main facilities where transportation starts or continues in the trade process. As long as trade exist in the world, sea trade will also exist and to keep abreast of the times vessels will continue to grow, for this reason, ports will grow and continue to improve to serve better. The objective of this study is to calculate the containerised cargo demand for 2023, and to analyse if the container ports in Turkey will be able to handle increasing container cargo demand.

Demand forecasting is significant for all the firms to see their future better and make appropriate plans. It is important especially for the ports to get an idea how much cargo they will handle next year. In order to serve increasing trade, ports have to forecast their cargo demand for future and make new investment or improvement plans.

In this study, multi regression analysis is used to cargo demand forecasting of ports in Turkey. According to results current and planned container terminals in Turkey are already able to handle current demand and they will be able to handle increasing containerised cargo demand until 2023.

**Keywords:** Demand Forecasting, Regression Analysis, Container Terminal, Turkey

## 1. Introduction

In the globalizing world, remain standing for countries are only possible with production and selling what they produce. It is generally accepted that more than 90 per cent of global trade is carried by sea [1]. By taking into account this percentage it can be easily said that sea trade has vital importance in global trade.

Demand forecasting is important for all the firms from all the sectors as well as the port sector. In this way, firms become able to have an idea and predict their future.

This study aims to give an idea about the capacity of container ports in Turkey and analyse if the capacity enough to handle the increasing cargo demand until 2023.

In this study, regression analysis results and capacity of the container ports are compared.

## 2. Ports and Their Importance

The Port Working Group of the Commission of the European Communities has defined the term of 'seaport' as: A seaport is an area of land and water made up of such improvement works and equipment as to permit, principally, the reception of ships, their loading and unloading, the storage of goods, the receipt and delivery of these goods by inland transport and can also include the activities of businesses linked to sea transport [2].

Ports play an important role in the economics of the coast and provide a crucial link between land and sea transport. They also have an important social function, through the provision of jobs both directly and indirectly.

Ports should be considered as one of the most vital aspects of a national transport infrastructure. And also;

- Ports form the main transport link with their international trading partners and are a focal point for national and regional motorways and railways
- Ports form a vital aspect of the national transport infrastructure
- Ports are major economic

multiplier for the nation's prosperity. They provide a gateway for trade and attract commercial infrastructure

- Ports create a hustle and bustle of industrial activity
- Ports are places where foreign cultures and ideas influence a nation [3].

## 3. Importance of Demand Forecasting For Ports

Every firm wants to see the future. Thus, new strategies can be developed, new plans can be made, and new investment decisions can be taken. Like for all the other sectors, demand forecasting has vital importance for the port sector as well. Demand forecasting can be seen as decision support system for the new plans [4]. It is the basis of the capacity calculations and gives extremely important ideas about the necessity of new investments and capacity increase.

One of the best ways for successful management of certain transport companies is traffic demand planning. Demand is one of the most important aspects of business economics. Mismatch between supply and demand leads to a number of problems. Therefore, in case of port operations, higher supply than demand leads to the failure in the utilization of port infrastructure and superstructure, and to the lack of cost-effectiveness. When the demand for port services exceeds the supply, there comes to congestion of port facilities, an increase in costs of ships and losses of time due to waiting. Since the traffic capacity is not flexible and its construction and development require substantial financial resources in order to be payable, supply must be designed in accordance with the anticipated demand in the future. Therefore, in order to avoid the consequences of non-compliance of port supply and demand, and to create a basis for sizing supply, there is a need for demand forecasting of port services [5].

Traffic forecasts are used as a basis for investment planning and design of port projects (ports, docks, shore protection,



deep pools). The size and the quality of these investments depend on the handled traffic. They are also used for the day-by-day management (plan loading and unloading, equipment to be assigned, HR, etc.) [6].

#### 4. Methodology: Demand Forecasting

Demand forecasting is the process of estimating the quantity of a product or service that consumers tend to purchase. It helps the company make decisions on whether to enter a new market and also to match supply with demand in order to assess optimal production and inventory capacities. The forecast uses quantitative methods, such as historical sales data or current data from test markets as well as informal methods, such as educated guesses [7].

Demand forecasting is paramount to the future success of any business. It is one of the most important aspects of managing a business. Finding the right balance of supply and demand allows a company to produce enough to meet the needs of its customers. If the company overestimates demand, it runs the risk of producing too much, leaving it with unsold merchandise. If the company produces too little, it runs the risk of not meeting demand and losing sales [8].

Here there is a list including some items about the importance of demand forecasting in details.

- Distribution of resources
- Helps in avoiding wastages of resources
- Serves as a direction to production
- Pricing
- Helps in devising sales policy
- Decrease of business risk
- Inventory management

Demand forecasting is useful and important in all areas such as distribution of resources, production, sales or inventory. The markets are nothing but a play of demand and supply. Since demand is such an indispensable part of the market, demand forecasting is bound to be of great

help to the producers [9].

In order to determine the container cargo demand of Turkey from 2015 to 2023, multiple regression analysis was used as quantitative research method. Multiple regression analysis is a method for studying the relationship between a dependent variable and two or more independent variables [10]. In the multiple regression analysis equation, the container cargo amount of Turkey is used as dependent variable and the total volume of import and export, the GDP and the population of Turkey are used as independent variables. Those variables cover the data from 1998 to 2014.

To forecast the containerized cargo demand from 2015 to 2023, multiple regression analysis method were used.

Regression analysis, like most multivariate statistics, allows you to infer that there is a relationship between two or more variables. These relationships are seldom exact because there is variation caused by many variables, not just the variables being studied. There can be functions where one variable depends on the values of two or more other variables which calls multiple regression ( $Y=a+bX_1+cX_2$ ) where  $X_1$  and  $X_2$  together determine the value of  $y$  [13].

Multiple Regression analysis method was used to analyze the correlations between the cargo movements in the past and the social-economic indicators of the hinterland of the related ports. In this regression, cargo handling amount of Turkey from 1998 to 2014 was considered as dependent variable and GDP, foreign trade and population of Turkey were considered as independent variables. Finally consequently an equation was created:

(Eq. 1)

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \epsilon$$

where;

- y is container handling amount
- B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> are regression coefficients.

coefficients.

- x<sub>1</sub> is GDP amount of Turkey
- x<sub>2</sub> is foreign trade amount of Turkey

Turkey

- x<sub>3</sub> is population of Turkey

Dependent and independent variables were collected from Türklim and Turkish Statistical Institute respectively (See Table 1 for 5 year between 2010-2014). Then, with these data which cover 1998-2014 years, the demand for each of it was estimated until 2023. And finally, by putting all the data into their places in the equation, the result came up.

**Table 1.** Dependent and Independent Values (2010-2014)

Year	TEU (Million)	GDP (1998 Price, Trillion TL)	Foreign Trade (Billion US Dollar)	Population (Million)
2010	5,8	105,8	299,4	73,7
2011	6,6	115,2	375,7	74,7
2012	7,3	117,6	389,0	75,6
2013	7,9	122,4	403,4	76,7
2014	8,4	126,1	399,8	77,7

Source: [11] [12]

According to regression analysis results, the multiple correlation coefficient (R) calculated 0,99, indicates a good level of prediction, coefficient of determination (R<sup>2</sup>) is 0.99 which means independent variables explain % 99 of the variability of dependent variable (Adjusted R<sup>2</sup> is 0,99). According to F-ratio in the ANOVA table shows that the independent variables statistically significantly predict the dependent variable, F(3, 13) = 551, p < .005 which means regression model is a good fit of the data. (Table 2).

**Table 2.** Coefficients

	Coef.	t	P	VIF
Cons.	-20254714	-6,4	,000	
GDP	0,00003	2,3	,000	1,5
F.T.	0,006	2,8	,000	1,8
Pop.	285	4,9	,000	1,3

The general form of the equation to predict cargo volume from GDP, foreign trade and population is:

(Eq. 2)

Cargo Volume= -20254714+ (0,00003 X GDP) + (0,006 X Foreign Trade) + (285 X Population)

The statistical significance of each of the independent variables are also calculated and the test shows that all independent variable coefficients are statistically significantly different from 0 (zero) which means that all three variables added statistically significantly to the prediction, p < .05.

At last, estimated growth rate of GDP, foreign trade and population of Turkey for years between 2015 and 2023 were needed to forecast and the rates obtained from Turkish Statistical Institute for population and from World Bank for foreign trade and GDP.

## 5. Research Findings

Regression analyses results are shown in Table 3.

**Table 3.** Results of Demand Forecasting (TEU)

Year	Forecast
2015	8.513.118
2016	9.009.165
2017	9.512.592
2018	10.023.023
2019	10.541.245
2020	11.067.783
2021	11.603.183
2022	12.147.734
2023	12.701.747

Table 3 shows the demand forecasting for the container handling amount of Turkey from 2015 to 2023. As it can be seen, there is a continuous increase in the container handling of Turkey and reaching 12,7 million TEU in 2023.

## 6. Capacities of Container Ports in Turkey

Table 4 shows container ports in Turkey and their handling capacity. Currently there are 22 ports that are able to handle containerised cargoes in Turkey and this number expected to reach 25 at the end of 2015 and 26 at the end of 2023. On the other hand, current total container handling capacity of Turkey is 15,3 million TEU and this capacity will be 20,4 million TEU at the end of 2015 and 24,4 million TEU at the end of 2023.

## 7. Conclusion and Recommendation

The aim of the study is forecast of the Turkish container volume and compare with the container handling capacity for 2023.

Total container handling amount of Turkey expected to reach 12,7 million TEU in 2023 and it can be said that Turkey is already able to handle predicted container amount. In this perspective, there is no need for any new port investments and/or improvement of existing ports.

In the last 2 years (2013-2014), many new investments for port sector made and several new ports are already counting days to commence the service like Port of Çandarlı, APM Terminals, DP World etc. On the other hand, as long as sea trade exists, vessel sizes continue its development and existing seaports always need improvements in terms of infrastructure, superstructure and equipment.

**Table 4.** Capacities of Container Ports in Turkey

Container Ports in Turkey	Existing	End of 2015	End of 2023
	Capacities		
Çandarlı	-	4.000.000	-
APM	-	1.300.000	1.300.000
ASYAPORT	-	2.500.000	2.500.000
DP WORLD	-	1.300.000	1.300.000
ASSAN PORT	250.000	250.000	250.000
BORUSAN	450.000	450.000	450.000
ÇELEBİ PORT OF BANDIRMA	350.000	350.000	350.000
EGE GUBRE TERMINAL	1.000.000	1.000.000	1.000.000
EVYAPPORT	700.000	700.000	700.000
GEMPORT	660.000	660.000	660.000
KUMPORT	1.700.000	1.700.000	1.700.000
LIMAKPORT ISKENDERUN	1.000.000	1.000.000	1.000.000
LIMASPORT	250.000	250.000	250.000
MARDAS	800.000	800.000	800.000
MARPORT	2.400.000	2.400.000	2.400.000
MERSIN INTERNATIONAL PORT	1.800.000	1.800.000	1.800.000
NEMPORT	450.000	450.000	450.000

**Table 4.** Capacities of Container Ports in Turkey (Cont')

Container Ports in Turkey	Existing	End of 2015	End of 2023
	Capacities		
HOPAPORT	320.000	320.000	320.000
PORT OF CANAKKALE	100.000	100.000	100.000
PORT OF TRABZON	200.000	200.000	200.000
PORT AKDENIZ	500.000	500.000	500.000
RODAPORT	150.000	150.000	150.000
SAMSUNPORT	250.000	250.000	250.000
TCDD PORT OF HAYDARPASA	654.000	654.000	654.000
TCDD PORT OF IZMIR	810.000	810.000	810.000
YILPORT	520.000	520.000	520.000
<b>TOTAL CAPACITY</b>	<b>15.314.000</b>	<b>20.414.000</b>	<b>24.414.000</b>

Source: [12]

Because of the hinterland of each ports have different possibility to increase their container handling amount and the container handling increase cannot be homogenous for the all ports, the next step of this effort is to apply location (port) based regression analysis.

## References

- [1] IMO Maritime Knowledge Center. (2012). International Shipping Facts and Figures – Information Resources on Trade, Safety, Security, Environment.
- [2] Port Working Group. (1977). Report of an Enquiry into the Current Situation in the Major Community Sea-Ports Drawn Up by the Port Working Group, 6.
- [3] Alderton, P.M. (1999). Port Management and Operations. London LLP.
- [4] Esmer, S. (2014). Talep Tahminleri Işığında Türk Limanlarına Yönelik Kapasite Analizi. TMMOB İnşaat Mühendisliği Odası 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 7-8-9 Kasım 2014. İstanbul. S: 193-200.
- [5] Jugović, A., Hess, S., Jugović, T.P.(2010). Traffic Demand Forecasting for Port Services. *Promet – Traffic & Transportation*, 23:1:59-69.
- [6] Hajbi, A. (2011). Traffic Forecasting in Moroccan Ports, *Supply Chain Forum: An International Journal*, 12:4:27.
- [7] Investor Dictionary. Definition of Demand Forecasting. Accessed date: Jan 15, 2015. <http://www.investordictionary.com/definition/demand-forecasting>
- [8] Saint-Leger, R. (2014). Why Is Forecasting Demand Important? Access date: Jan 15, 2015. [http://www.ehow.com/info\\_8425310\\_forecasting-demand-important.html](http://www.ehow.com/info_8425310_forecasting-demand-important.html)
- [9] Chopde, S. (2014). Importance of Demand Forecasting, Accessed date: Jan 15, 2015. <http://learneconomicsonly.blogspot.com.tr/2014/02/importance-of-demand-forecasting.html>
- [10] Holmes JR, L. (2011). Multiple Linear Regression. Access date: Jan 15, 2015. <http://www.nemoursresearch.org/open/StatClass/January2011/Class6.ppt>
- [11] TSI. Turkish Statistical Institute [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- [12] Türklim, [www.turklim.org](http://www.turklim.org).
- [13] Tiemann, T. K. (2010) *Introductory Business Statistics. A Global Text.*



Journal of ETA Maritime Science

JEMS  
JOURNAL

## Book Review (BK)

## Otomatik Konteyner Terminalleri ve Terminal Yönetim Bilgi Sistemleri

Yazarlar: Yavuz KEÇELİ ve Volkan AYDOĞDU

Eleştirmen: Çimen Karataş Çetin

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi  
cimen.karatas@deu.edu.tr

Otomatik Konteyner Terminalleri ve Terminal Yönetim Bilgi Sistemleri başlıklı bu kitap, konteyner terminallerinin otomasyonu konusunda Türkçe olarak yazılmış ilk eser olma özelliğini göstermektedir. Kitap, Doç. Dr. Yavuz KEÇELİ ve Doç. Dr. Volkan AYDOĞDU tarafından yazılmış ve Mart 2015'te İTÜ Vakfı Yayınları tarafından 978 975 4778 96 6 ISBN numarası ile basılmıştır.

Kitap, altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan giriş bölümünde sırasıyla liman tanımı yapılmış, konteynerizasyon ve konteyner terminallerine ilişkin tanımlamalara yer verilmiş ve son olarak otomatik konteyner terminalleri ve çeşitlerine ilişkin bilgi verilmiştir. Kitabın takip eden dört bölümü; rıhtım, saha ve kapı olmak üzere kitap içerisinde üçe ayrılan konteyner terminali ana bölümlerindeki teknolojileri açıklamaya yönelik olarak düzenlenmiştir. İkinci bölümde, rıhtım elleçleme ekipmanları ve son teknoloji rıhtım yapılarına yer verilmiş, üçüncü bölümde rıhtım-saha arasında ve terminal sahasında kullanılan taşıma ekipmanları açıklanmış, dördüncü bölümde ise terminal sahasında ekipman ve operasyon teknolojileri sunulmuştur. Ayrıca, bu bölümlerde klasik konteyner terminalleri ve otomasyona dayalı konteyner terminallerindeki teknolojiler karşılaştırılmıştır. Beşinci bölümde ise, ekipman teknolojisi sınıfına dahil edilmeyen ve liman operasyonları kitaplarında çok yaygın olarak yer verilmeyen terminal kapı sistemlerindeki son teknolojiler açıklanmıştır. Bu bölüm, kitabı, yazılmış önceki ilgili kitaplardan farklılaştıran önemli bilgiler içermektedir. Kitabın altıncı ve son bölümünde liman bilişim sistemlerini oluşturan; terminal işletim sistemleri ve liman topluluğu bilgi sistemleri dünya ve Türkiye'deki örneklerine yer verilerek sunulmuştur. Bu anlamda kitapta, otomasyona dayalı konteyner terminallerindeki ekipman ve bilgi sistemlerindeki son teknolojik gelişmeler belirli bir düzen ve uyum içerisinde verilmiştir.

Kitabın anlatım dili ve seviyesi, oldukça yalın ve anlaşılabilir. Kitap içerisinde konteyner terminallerindeki ekipmanların görsel olarak yer alması ve okuyucu dostu küçük bilgi notlarına yer verilmesi de kitabın gerek genç akademisyenler gerekse öğrenciler için anlaşılabilirliğini ve akıcılığını sağlamaktadır. Yazarlar, kendi çektikleri fotoğraflarla da kitabın görsel içeriğini zenginleştirmişlerdir. Kitap içerisinde ekipman ve bilgi sistemlerindeki teknolojiler açıklanırken sıklıkla dünyanın önde gelen konteyner terminallerinden örneklere

yer verilmesi konuların anlaşılmasını sağlamaktadır. Bunun yanında, yazarların, birçoğu henüz tam olarak Türkçeleştirilemeyen liman ekipmanlarının gerek İngilizcelerine gerekse Türkçe'ye uyarlanmış isimlerine yer vermesi limancılık terminolojisine önemli bir katkıdır. Ancak, kitabın ikinci baskısında bunun kitap içinde yer verilen tüm ekipman başlıkları için yapılması kitabın kendi içindeki uyumunu ve bütünlüğünü arttıracaktır. İkinci baskı için diğer öneriler ise; kitabın ilk baskısındaki birtakım yazım hatalarının giderilmesi ve tüm tablo ve şekillerin altında yazarlar tarafından oluşturulmuş da olsa alıntılanan kaynaklara yer verilmesi olarak belirtilebilir.

Dünyanın önde gelen konteyner terminallerinde bir gereklilik halini alan otomasyona dayalı ekipman ve bilişim sistemleri, dünya çapında özellikle Avrupa kaynaklı bilimsel yayınlar ile liman işletmeciliği yazınında yer almaktadır. Türkiye'de ise özellikle son yıllarda ilgili akademisyenlerin liman işletmeciliğine ilişkin kitap ve kitap bölümlerine rastlanmakla birlikte konteyner terminallerinde otomasyon ve bilgi sistemlerindeki teknolojiler üzerine yazılan bir kitap mevcut değildir. Kitap, yazarlarının Güney Kore'deki akademik bilgi ve deneyimlerinin de oluşturduğu altyapı üzerine kurulmuş olması açısından da değerlidir. Bu anlamda kitap, Türkiye'de alanındaki boşluğu doldurarak denizcilik alanındaki akademisyen ve araştırmacılara önemli bir kaynak teşkil etmekte ve Türkiye'deki liman işletmeciliği yazınına bilimsel katkı sağlamaktadır.



---

## Erratum to JEMS (Journal of ETA Maritime Science), Volume 3, Issue 1 (2015)

### Erratum (ER)

---

The article that DOI ID is 10.5505/jems.2015.30074 has an oversight about reference;

*Jochen, J., Joos, V. B., Kenneth, S. ve Dirk, C. (2015). Innovative Applications of O.R.: Multi-Objective Microzone-Based Vehicle Routing for Courier Companies: From Tactical to Operational Planning European Journal of Operational Research. 242(1): 222-231.*

The correct version is given below.

Janssens, J., Bergh, J. V. D., Sørensen, K. ve Cattrysse, D. (2015). Innovative Applications Of O.R.: Multi-Objective Microzone-Based Vehicle Routing for Courier Companies: From Tactical to Operational Planning European Journal of Operational Research. 242(1): 222-231.

---

The editorial board of the Journal of ETA Maritime Science apologize for any inconvenience that may result from this oversight.

This Page Intentionally Left Blank

**Industrial Perspective****Gemi Finansman Kredi Sözleşmelerinde Değerleme ve Yeniden Değerleme Riski**

Ahmet Yaşar CANCA

İnce Denizcilik  
ycanca@incedeniz.com**Öz**

Gemilerin satın alımları sırasında kullanılan yatırım kredileri, uzun vadeli krediler olup, bu kredinin tespitinde gemi bedelinin değerlendirilmesi esas alınmaktadır. Kredi veren kurumlar krediyi verirken istedikleri finansal güvencelerin korunması amacıyla yatırım sözleşmelerine “değer koruması” (assetprotection) maddesi koyarak, krediye konu geminin istenilen zamanlarda yeniden değerlendirilmesini isteyebilmektedir. Yeniden değerlendirme sonrası finansal güvencede bir eksiklik olursa borçludan bunun tamamlaması istenmektedir. Bahse konu kredi sözleşmelerinin maddelerinde açıklanan “yeniden değerlendirme” yöntemleri, kredi kullanan işletmelere bazen fırsatlar sunarken bazen de tehditler oluşturabilmektedir. Bu nedenle sözleşmedeki “yeniden değerlendirme” durumunun çok iyi bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla, kredi faizi, komisyon vb. ticari terimler yazının kapsamı dışında bırakılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gemi Finansmanı, Yatırım Kredisi, Yeniden Değerleme

**The Risk of Valuation and Revaluation in the Ship Finance Loan Agreements****Abstract**

Ship loan credits used during the purchase of ships is considered to be long-term finance credits and their amounts are determined according to the valuation of the ship they are concerned with. The value of the ship determined at the time loan agreement is signed, goes under a “revaluation” process at the debt payment period. Even sometimes the “revaluation” methods mentioned in the bank loan agreements can bring beneficial opportunities to borrower shipping companies, they can also become serious financial threats in the long run. This is why a detailed and an accurate examination of the term “revaluation” is crucial when talking about the financial loan agreements. In this paper the possible financial threats within the valuation process of a ship is tried to be clarified within three different scenarios, with different examples. To be able to focus on the issue, financial terms such as “interest” and “commission” is not taken into the paper’s context.

**Keywords:** Ship Finance, Loan, Revaluation

## 1. Giriş

Kredi veren işletmeler verdiği kredilerin geri ödenebilmesini garanti altına almak ister. Bu konuda sermayedarlarına karşı sorumlu olup, gerekli önlemleri almak zorundadır. Gemi satın alma kredilerinin geri ödenebilmesi garantileri için kredi veren işletmelerin kullandığı yöntemler sözleşmelerde “security” veya “covenants” olarak tanımlanmaktadır. Bular sıralanacak olursa;

- Kredi veren kurum, kredi verilecek olan borçlu ile bir çeşit ortaklık yapar. Bu ortaklığa borçlunun da belirli oranda sermaye koymasını ister. Bu oran % 30 borçlu, % 70 kredi veren işletme şeklindedir (bu oranların geçmişte % 20 borçlu, % 80 kredi veren şeklinde uygulandığı durumlarda bulunmaktadır).
- Belli miktarda paranın rehin olarak tutulması. Bu para miktarı bankaların merkez bankalarına yatırmak zorunda oldukları zorunlu karşılık miktarından daha az olmamaktadır. Uygulamada, zorunlu karşılığın 2 katı miktarında bir meblağ rehin alınmaktadır.
- Kredi veren kurum, gemi işletilirken elde ettiği navlun gelirlerini kendi bankası üzerinden geçirilmesini talep eder.
- Kredi miktarının % 120 si oranında finansal ipotek alınır. Gemi üzerine kredinin % 100 oranında 1.sırada ipotek konur ve geri kalan kısım ya ipotek konulabilecek başka bir gemi üzerine 2.sırada ipotek konur yada uluslararası geçerliği olan ilave ipotek istenir.
- Borçlu şirketlerden (anonim şirketler hariç) hissedarların kişisel garantileri de alınır.
- Satın alınması için kredi verilen geminin güvenilir bir sigorta şirketi tarafından sigorta ettirilmesi sağlanarak, sigorta şirketlerince gemi ile ilgili olarak yapılacak her türlü ödemelerde kendilerinin bilgisi ve onayının alınması şartı kredi sözleşmesine konur. Geminin

sahibi olduğundan tekne ve makine sigortasının yapacağı her türlü ödeme kredi veren kuruma yapılır eğer kredi veren kurumun yazılı onayı olursa gemi sahibine yapılır. Polişe üzerinde belirtilen gemi değeri, gemi yeni inşa edilmiş ise kontrat değeridir. İkinci el satın alınmış gemi ise kredi veren kurum tarafından yaptırılan değer tespiti değeridir. Geminin tamamen kayba uğradığı durumlarda, Türk sigorta hukukunda geminin piyasa değeri, İngiliz sigorta hukukunda ise poliçede yazan anlaşılmış değer (agreed value) ödemesi yapılır. Eğer gemi ilk sigorta değeri üzerinden yıllar geçmiş ve kayba uğramışsa İngiliz hukukundaki poliçe değeri sigortalıya ödenir.

Kredinin geri ödenebilmesini garanti altına almak için kullanılan ve yukarıda sıralanan yöntemlerden görüldüğü gibi; en önemli unsur gemi bedelinin belirlenmesidir. Esasen burada önemli unsurlardan biri de, kredi miktarı ile kredi verilen gemi bedeli arasındaki ilişkidir. Kredi miktarına esas alınan gemi bedelinin belirlenmesi işlemine “değerleme” adı verilmektedir. Bu değerlemenin doğru yapılması, kredi veren işletmelerin sermayedarlarına olan sorumluluğudur. Değerleme işleminde kullanılan yöntemleri sıralayacak olursak;

- Eşdeğer bir geminin yakın tarihteki satış fiyatı.
- Eğer yakın zamanda satılmış eşdeğer bir gemi yoksa, en az 2 gemi alım-satım brokerinden gemi için alınacak değerlendirme fiyatı.
- Bağımsız bir sömvey veya değerlendirme kuruluşuna gemi inceletilerek alınacak değerlendirme fiyatı.

Yukarıda açıklanan değerlendirme yöntemlerinden elde edilen fiyatın genellikle % 70'i kredi miktarı olarak kabul edilir.

Yukarıdaki finansal güvencelerin korunması amacıyla konulmuş koruma maddesi gereği (AssetProtection) ortaklıkla ilgili olarak her yıl yeniden

değerleme yapılması ve ortaklık yapısının bozulmaması konuları kredi sözleşmesine konur. Bu değerlemeler fiziki kontrollere tabi olmayıp, piyasadaki değerlendirme olup, yapılmaması veya verilen garantilerin bozulması durumunda kredi veren kurum, borçludan eksik olan güvenceleri tamamlamasını yazılı olarak ister. Sözleşmede borçlunun gerekli teminatları sağlayamaz ise sözleşmeyi ihlal etmiş sayılacağı açık bir şekilde belirtilir.

## 2. Yeniden Değerleme Senaryoları

Gemi alımlarında kullanılan kredi sözleşmelerine konan gemi bedelinin "yeniden değerlendirme" işlemi üç farklı senaryo olarak karşımıza çıkmaktadır. Birinci senaryo, gemi değerlemesinin aynı kalması. İkinci senaryo, yeniden değerlemenin bir öncekinden daha fazla olması. Üçüncü senaryo, yeniden değerlemenin bir öncekinden daha aşağıda kalması durumu. Bu senaryoların kredi kullanan işletmelere olan etkileri aşağıda incelenmiştir.

### 2.1. Gemi Değerlemesinin Aynı Kalması Durumu

Gemi değerlemesinin aynı kalması senaryosu en sorunsuz olan senaryodur. Süreç içerisindeki geminin yıpranması ve yaşlanması vb. sebepler dolayısı ile yaşanan kayıplar, gemi değerindeki yükselmeler ile karşılanmıştır. Yeniden değerlemedeki değişimsizlik, kredi kullanan ile kredi veren arasındaki %30'a %70'lik ortaklık dengesinin tekrar oluşturulmasına ihtiyaç duymaz.

### 2.2. Gemi Değerlemesinin Bir Öncekinden Daha Fazla Olması Durumu

Gemi değerinin artması olarak ifade edilebilecek bu senaryo, kredi kullanan işletmenin menfaatinedir. Geminin değerlemesinin bir öncekinden daha fazla olması durumunda, kredi kullanan ile kredi veren arasındaki %30'a %70'lik ortaklık dengesinin tekrar oluşturulması gerektirir.

Bu durumu bir örnek ile açıklayacak

olursak;

30 milyon USD olarak değerlemesi yapılan bir geminin kredi kullanımı nedeniyle oluşacak ortaklık yapısında (%30'a %70'lik) gemi sahibi 9 milyon USD öderken, kredi veren işletme 21 milyon USD ödeme yapar. Ayrıca kredi veren işletme tarafından gemiye konan ipotek ise verilen kredinin %25 fazlası olan 26,25 milyon USD'dir. Gemi için alınan 10 yıl vadeli 21 milyon USD kredinin yıllık geri ödemesi 2,1 milyon USD'dir.

Geminin yeni değerlendirilmesi 35 milyon USD olarak belirlendiğinde, kredi kullanan ile kredi veren arasındaki %30'a %70'lik ortaklık dengesinin tekrar oluşturulması gemi sahibi tarafından talep edilebilir (yeni kaynak yaratma konusunda kullanılan bir yöntemdir). Yapılan yeni değerlemenin ortaklık oranlarına göre dağılımı; gemi sahibi 10,5 milyon USD, kredi veren işletme 24,5 milyon USD olarak yeniden şekillendirilir. Gemi sahibi ilk yıl kredi taksidini ödemiştir ve kredi borcu, 18,9 milyon USD kalmıştır. Kredi veren işletmenin ortaklıktaki payı; 18,9/35 oranı ile %75'den %54'e düşmüştür. Gemi sahibi ilk sözleşmedeki %70 oranına dönülmesini ister ve kredi sözleşmesine ek yapılarak yeni değerlemeye göre işlem yapılır. Bu işlem sonucunda kredi veren kuruluşun ortaklık payı, %70 oran ile 24,5 milyon USD'ye çıkar. Kredi veren işletmenin 24,5 milyon USD yeni ortaklık payı ile kalan 18,9 milyon USD alacağı arasındaki fark, 5.6 milyon USD gemi sahibine ödenir. Gemi sahibinin toplam kredi borcu, 24,5 milyon USD, yıllık ödemesi ise 2,45 milyon USD olmuştur. Bu yeni kredi sözleşmesi istenirse eski kredinin devamı olarak yapılabildiği gibi, yeni bir kredi sözleşmesi olarak da düzenlenebilir. Fakat kredi süresinin ne olacağı farklı bir değerlendirme konusu olup, kredinin yenilenme süresi konusundaki en önemli etken geminin kredi süresinin sonundaki yaşıdır. Genel kabul gören anlayış geminin ekonomik ömrünün 12 yıl olduğu ve 15 yıla kadar uzatılabileceği gerçeğidir. Kredi süreleri bitiş tarihi olarak geminin 15 yaşını

geçtiği zaman dilimini geçirilmez. 15 yaşın üstündeki gemiler için en uzun 3 yıl vadeli (genelde 2 yıl) işletme kredisi verilir.

Sonuç olarak gemi sahibi bir anda 5,6 milyon USD'lik bir kaynağa sahip olmuştur. Özellikle deniz ulaştırmasında navlun değerlerinin en yüksek olduğu 2003-2009 tarihleri arasında bu yöntem gemi sahipleri tarafından defalarca kullanılmış ve yeni gemilerin alınmasına da kaynak oluşturmuştur.

### 2.3. Gemi Değerlemesinin Bir Öncekinden Daha Az Olması Durumu

Gemi değerinin düşmesi olarak ifade edilebilecek bu senaryo, genellikle kriz ve kaza zamanlarında karşılaşılabilen durumdur. Geminin değerlemesinin bir öncekinden daha az olması durumunda, değişim dramatik değil ise ve/veya borçlu borcunu normal ödüyor ise iki tarafta ortaklık dengesinin tekrar oluşturulmasını istemez. Fakat değer düşmesi dramatik olursa, o zaman kredi veren kurum, gemi sahibinden %30'a %70'lik ortaklık dengesinin tekrar oluşturulmasını ister.

Bu durumu önceki örnek üzerinden açıklayacak olursak;

30 milyon USD değerindeki geminin yeni değerlendirme ile fiyatının 14 milyon USD'a düştüğü tespit edilirse, kredi veren kuruluş ortaklar arasındaki %30'a %70'lik ortaklık dengesinin tekrar oluşturulması talep eder.

Bir yılın sonunda 2,1 milyon USD ödeme yapmış olan gemi sahibinin borcu 18,9 milyon USD'dir. Gemi sahibinin borcu gemi değerinden daha fazladır. Kredi veren kurum bu durumda gemi sahibinden sermaye artışı talep eder. Talep yeni oluşan ortaklık dengesine göre belirlenmektedir. Yapılan 14 milyon USD'lik yeni değerlemenin ortaklık oranlarına göre dağılımı; gemi sahibi 4,2 milyon USD, kredi veren işletme 9,8 milyon USD olarak yeniden şekillendirilir.

Kredi veren kurumun 9,8 milyon USD yeni ortaklık payı ile kalan 18,9 milyon USD alacağı arasındaki fark, 9,1 milyon USD'ı sermaye artırımını olarak gemi sahibinden talep eder.

Bu durum da gemi alınırken 9 milyon USD öz sermaye kullanan gemi sahibi aradan geçen zaman içerisinde 2,1 milyon USD'lik faiz hariç kredi anapara ödemesine rağmen elindeki geminin değeri bankaya olan borcunu karşılamadığını gerçeği ile karşı karşıya kalmaktadır.

### 3. Gemi Bedelinin Yeniden Değerlemesi Konusunda Yaşanmış Olaylar

Örnek 1.

2008 yılında 95.000 DWT'lik bir geminin yeni inşa sözleşme bedeli 63 milyon USD olup, %20 si (12,6 milyon USD) armatörün öz sermayesinden, 50,4 milyon USD ise yabancı bir bankadan alınan kredi ile karşılanmıştır.

2011 yılında teslim alınan gemi için 2014 yılına kadar 16,2 milyon USD ödeme yapılmış olup, kalan borç 34,2 milyon USD'dir. 2015 yılında yapılan yeniden değerlendirme sonucu gemi bedeli 19 milyon USD olarak tespit edilmiştir. Kalan borç ile gemi değeri arasındaki fark için gemi sahibinden 1. sırada (% 100) ipotek için 15,2 milyon USD ipotek alınmıştır. 2. sıradaki (% 20) ipotek için ise 7,04 milyon USD ilave ipotek daha istenmiştir. Bu ilave ipotek gemi sahibi tarafından verilemediği takdirde ana taksit ve faizleri düzenli ödemediği halde sözleşme iptal edilerek geminin satışı gerçekleştirilecektir.

Örnek 2.

Bir Türk gemi işletmecisi 2007 yılında her biri 75 milyon USD değerinde 5 adet panamax tipi gemiyi tersaneye sipariş vermiştir. Gemi bedellerinin %20'sini peşin (15 milyon USD) olarak ödenmiştir. Geriye kalan 60 milyon USD için yabancı bir bankadan alınan kredi kullanılmıştır. 2009 yılında teslim edilen gemiler için kredi veren kurum tarafından talep edilen % 120'lik garanti bedeli 72 milyon USD olup, bu değer gemi değeri olan 75 milyon USD'den az olması nedeniyle ilave finansal bir ipotek yapılmasına gerek duyulmamıştır.

2014 yılına kadar 5 yıl boyunca, yılda 6



milyon USD ödeme yapan gemi sahibi, her bir gemi için toplam 30 milyon USD ödeme yapmıştır. 2014 yılı sonunda  $60-30=30$  milyon USD borç kalmıştır. Kalan borç için kredi veren kurum tarafından talep edilen % 120 garanti bedeli karşılığı olarak 36 milyon USD'dir

Öte yandan 2014 yılında yapılan yeniden değerlendirilmede gemi bedeli 18 milyon USD olarak tespit edilmiştir. Gemi bedeli istenen ipotek değerini karşılamadığı için gemi sahibi,  $36-18=18$  milyon USD'lık ilave ipotekler vermesi gerektiği gibi bir durumla karşılaşmıştır. Toplam 5 gemi için verilmesi gereken 90 milyon USD'lık ilave ipoteği verememiş ve gemilerine kredi veren kurum tarafından el konularak satılmıştır.

#### 4.Sonuç

Kredi kullanacak gemi sahipleri yeniden değerlendirilme riski nedeni ile borçlanma konusunda ihtiyatlı davranmalıdırlar. Bu konuda bir ölçü verilebilmesi zordur. Ama 2008 krizinden sonra yaşanan tecrübeler şirketlerin 2 yıl gelir elde etmeden borçlarını ödeyebilecek nakit paraya sahip olmadan yeni borçlanmalara gitmemeleri gerektiğini acı bir şekilde öğretmiştir.

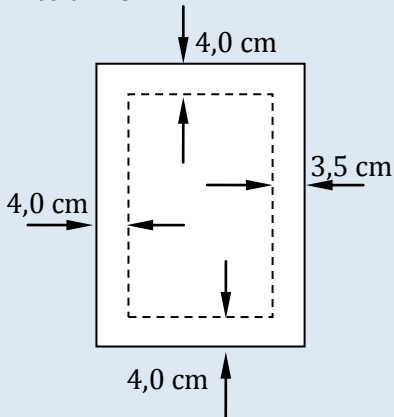


### Ahmet Yaşar CANCA' nın Özgeçmişi

Ahmet Yaşar Canca, 1961 Pazar/Rize doğumlu olup ilk, orta ve lise eğitimini bu ilçede tamamlamıştır. Üniversite eğitimini ise İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümünde 1982 yılında tamamlamıştır. Daha sonra İ.Ü. İktisat Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümüne girerek buradan da 1987 yılında mezun olmuştur. 1982 – 1994 yılları arasında TDİ Denizyolları İşletmesi'nde ve özel denizlik işletmelerinde uzakyol vardiya mühendisi, uzakyol 2.mühendisi ve başmühendisi olarak çalışmıştır. 1994 yılında halen çalışmak da olduğu İnce Denizcilik şirketler gurubunda teknik enspektör olarak göreve başladı. Daha sonra “teknik müdür” ve “atanmış kişi” olarak kariyerine devam etti. Canca, İnce Denizcilik'in yatırım ve büyüme konularındaki kararlarında hala etkin rol almaktadır. Canca, sosyo-ekonomi ve ekonomi-politika konularında yazı ve makaleleri değişik dergi ve internet sitelerinde yayımlanmıştır. İTÜ Denizcilik Fakültesinde 2007 yılından beri “gemi finansmanı” ve YTÜ Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesinde “survey yöntemleri” ve “ana makine operasyonları” konusunda öğretim görevlisi olarak dersler vermektedir. Ayrıca denizcilikle ilgili sivil toplum örgütlerinde yönetim kurulu asil ve yedek üye olarak çalışan Canca, 3 dönemdir TMMOB Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu asil üyesi ve saymanı olarak görev yapmaktadır. Bir akademisyenle evli olan yazarımızın iki çocuğu bulunmaktadır.

## Guide for Authors

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.
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. Text should consist of two columns which are 6, 50 cm wide except article title section and page wide figures and tables. 0, 5 cm space should be left between the columns.



4. Abstract section should be no more than 400 words and abstracts of research articles should consist of 4 categories (objective, methods, results and conclusion). Other types of work (letter to the editor, review, case reports, book review) do not need separate categories.
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.

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**

8. Only the first letter of the first name and all letters of the last name of the authors should be written uppercase without academic titles. Number should be given for each different institution authors belong. The authors’ institutions should be indicated by numbering the upper left corner of the institution’s name and the upper right corner of the author’s name. The authors’ name and institutions’ name should be written 10 pt and 9 pt, respectively.

Selcuk Nas<sup>1</sup>, Burcu Celik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül University, Maritime Faculty

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan University, Turgut Kiran Maritime School.

9. 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.

**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%
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 %	-

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.

14. 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 as per similar examples shown below:

10. 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

11. Page numbers, headers and footers should not be added to the study. These adjustments will be made by the journal administration.

12. 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.

13. It is required that the studies are original and have not been published

#### Article

- [1] Nas, S. and Fışkın R. (2014). A research on obesity among Turkish seafarers. *International Maritime Health*, 2104: 65(4):187-191.

#### Book

- [2] Altunışık, R. (2010). Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

#### Thesis

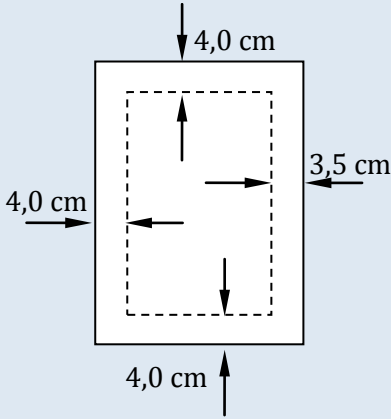
- [3] Atik, O. (2013). Takım liderliğinin mesleki kültür yönünden incelenmesi: Gemi kaptanları üzerine bir çalışma, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

#### Internet

- [4] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı. (1999). VIII. Beş yıllık kalkınma planı hazırlık çalışmaları. Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2001, <http://plan8.dpt.gov.tr/>.

## Yazarlama Açıklama

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.
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. Makale başlığı bölümü ve sayfa genişliğindeki şekiller ve tablolar dışında metin 6,50 cm genişliğinde iki sütundan oluşmalıdır. Sütunlar arası 0,5 cm boşluk bırakılmalıdır.



4. Özet bölümü en fazla 400 kelime olmalı ve araştırma (research article) türü makalelerde 4 kategoriden (Amaç, yöntemler, bulgular, sonuç) oluşmalıdır. Diğer tür çalışmalarda (editöre mektup, derleme, vaka raporu, kitap eleştirisi) kategorilere ayırma gerekmemektedir.
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.

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

8. Yazarların ilk isimlerinin sadece ilk harfi büyük, soy isimlerinin ise tamamı büyük harf olacak şekilde unvan kullanmaksızın yazılmalıdır. Yazarların kurumları, her farklı kuruma sayı verilerek gösterilmelidir. Kurum isminin sol üst köşesine, yazar isminin sağ üst köşesine sayılar yazılarak yazarın kurumu belirtilmelidir. Yazar isimleri 10 punto, kurum isimleri 9 punto ile yazılmalıdır.

Selcuk Nas<sup>1</sup>, Burcu Celik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Turgut Kıran Denizcilik Yüksekokulu

9. 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.

gerekmektedir. Kongre ve sempozyum bildirimleri bir kitapçıkta yayınlanmış ise, bu durumda, telif hakkı ilk yayınlanan yere devredilmemiş olması kaydı ile, JEMS tarafından yayınlanır. Bu tip bildirimlerin daha önce yayınlandığı yer ile ilgili dergi editörlüğüne bilgi verilmelidir

14. Çalışma içinde yer alan atıflar parantez içinde numara verilerek yapılmalıdır [1]. Atıflarda olduğu gibi kaynaklar da parantez içinde numaralandırılmalıdır. Aşağıda gösterilen benzer örneklere göre kaynakça hazırlanmalıdır:

**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 %	-

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

**Örnek:**

Ortalama yaş: 28,624

Katılımcı sayısı: 1.044 kişi

11. Çalışmaya sayfa numaraları, alt bilgi ve üst bilgi eklenmemelidir. Bu düzenlemeler dergi yönetimi tarafından yapılacaktır.
12. 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.
13. Çalışmaların orijinal olması, daha önce başka bir yerde yayımlanmamış olması

#### **Makale**

- [1] Nas, S. and Fışkın R. (2014). A research on obesity among Turkish seafarers. International Maritime Health, 2104:65(4):187-191.

#### **Kitap**

- [2] Altunışık, R. (2010). Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

#### **Tez**

- [3] Atik, O. (2013). Takım liderliğinin mesleki kültür yönünden incelenmesi: Gemi kaptanları üzerine bir çalışma, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

#### **İnternet**

- [4] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı(1999). VIII. Beş yıllık kalkınma planı hazırlık çalışmaları. Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2001,http://plan8.dpt.gov.tr/



## **JEMS PUBLICATION ETHICS AND MALPRACTICE STATEMENT**

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](http://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 Conflicts 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.

## JEMS YAYIN ETİĞİ VE AYKIRI EYLEM BEYANI

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

### A. DERGİ İMTİYAZ SAHİBİNİN SORUMLULUKLARI:

#### Editorial Bağımsızlık

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

#### Fikri Mülkiyet ve Telif Hakkı

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

#### Bilimsel Suiistimal

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

### B. EDİTÖRÜN 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, makaledetamolarak 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 Çatışmaları

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 3 Issue 2 (2015)**

Mustafa Özuysal	Dokuz Eylül University	Turkey
Engin Yıldıztepe	Dokuz Eylül University	Turkey
Ghiorghe Batrinca	Constanta Maritime University	Romania
Mustafa Nuran	Dokuz Eylül University	Turkey
Gazi Koçak	İstanbul Technical University	Turkey
Mustafa Nuran	Dokuz Eylül University	Turkey
Kadir Çiçek	İstanbul Technical University	Turkey
Firat Bolat	Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı	Turkey
İsmail Bilge Çetin	Dokuz Eylül University	Turkey
Gül Denктаş Şakar	Dokuz Eylül University	Turkey
Volkan Çağlar	Dokuz Eylül University	Turkey
Çimen Karataş Çetin	Dokuz Eylül University	Turkey
Soner Esmer	Dokuz Eylül University	Turkey
Didem Özer Çaylan	Dokuz Eylül University	Turkey
Leyla Tavacıoğlu	İstanbul Technical University	Turkey
Seçil Varan	Dokuz Eylül University	Turkey



Indexed in

DOAJ DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS



OAJI Open Academic  
.net Journals Index







Journal of ETA Maritime Science

JEMS  
JOURNAL

This Issue Supported by



TRANSAS



# Journal of ETA Maritime Science

Volume 3, Issue 2, (2015)

## Contents

- (ED) **The Definitions of Safety and Security** 53  
*Selçuk NAS*
- (RP) **A Study on Effects of Unsuitable Fuel and Insufficient Cylinder Lubricating Oil on Low Speed Marine Diesel Engine** 55  
*Murat YAPICI*
- (AR) **Economic Analysis of A Ship Refrigeration System in case of Variable Sea Water Temperature Conditions** 67  
*Veysi BAŞHAN, Adnan PARLAK*
- (RE) **Dry Port Development: A Systematic Review** 75  
*Fatimazahra BENTALEB, Charif MABROUKI, Alami SEMMA*
- (AR) **Key Performance Indicators Evaluation and Performance Measurement in Dry Port-Seaport System: A Multi Criteria Approach** 97  
*Fatimazahra BENTALEB, Charif MABROUKI, Alami SEMMA*
- (AR) **Cargo Demand Analysis of Container Terminals in Turkey** 117  
*Orkut AKAR, Soner ESMER*
- (BK) **“Autonomous Container Terminals and Terminal Management Information Systems”** 123  
*Reviewed by Çimen Karataş ÇETİN*
- (ER) **Erratum** 125  
*Journal of ETA Maritime Science Volume 3, Issue 1 (2015)*
- (IP) **The Risk of Valuation and Revaluation in the Ship Finance Loan Agreements** 127  
*Ahmet Yaşar CANCA*



**UCTEA - The Chamber of Marine Engineers**