

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ DENİZCİLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ

Özel Sayı
I. ULUSAL LİMAN KONGRESİ



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
DENİZCİLİK FAKÜLTESİ
DERGİSİ

www.deu.edu.tr



Cilt:5
Sayı: 2
Yıl: 2013



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ DENİZCİLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ

Cilt : 5

Sayı : 2

Yıl : 2013

Özel Sayı
I. ULUSAL LİMAN KONGRESİ

ISSN : 1309-4246

İzmir - 2013

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI**DENİZCİLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ**

Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013 Özel Sayı - I. ULUSAL LİMAN KONGRESİ

Yayın No: 09.7777.1003.000/BY.014.021.732

ISSN: 1309-4246

1. Baskı

Derginin Sahibi : Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi adına Prof. Dr. A. Güldem CERİT

Sorumlu Müdür : Doç. Dr. D. Ali DEVECİ

Yönetim Yeri : T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi - Denizcilik Fakültesi Buca - İZMİR

Yayının Türü : Akademik Hakemli Dergi - 6 ayda bir yayınlanır.

Editör : Yrd. Doç. Dr. Gül DENKTAŞ ŞAKAR

Sayı Editörü : Doç. Dr. Soner ESMER

Editör Yrd. : Arş. Gör. Cennet Özlem BİLİR FİDAN

İngilizce Editörü : Doç. Dr. Mustafa KALKAN

Yayın Komisyonu : Prof. Dr. Okan TUNA, Doç. Dr. D. Ali DEVECİ, Doç. Dr. Ender ASYALI,

Doç. Dr. Selçuk NAS

Yayın Hazırlama Kurulu : Yrd. Doç. Dr. Gül DENKTAŞ ŞAKAR

Prof. Dr. Hakkı KİŞİ

Doç. Dr. Mustafa KALKAN

Yrd. Doç. Dr. Nurser Gökdemir IŞIK

Yrd. Doç. Dr. Didem ÖZER ÇAYLAN

Yrd. Doç. Dr. Emrah ERGİNER

Öğr. Gör. Güven ŞENGÖNÜL

Bora KAYACAN

Sayı Hakem Kurulu : Prof. Dr. Yalçın ARISOY

Prof. Dr. Lale BALAS

Prof. Dr. A.Güldem CERİT

Doç. Dr. Ender ASYALI

Doç. Dr. Ersan BAŞAR

Doç. Dr. D.Ali DEVECİ

Doç. Dr. Soner ESMER

Doç. Dr. Asu İNAN

Doç. Dr. Serdar KUM

Doç. Dr. Serhan TANYEL

Doç. Dr. Ali TOPAL

Yrd. Doç. Dr. Alpaslan ATEŞ

Yrd. Doç. Dr. Didem ÖZER ÇAYLAN

Yrd. Doç. Dr. Çimen KARATAŞ ÇETİN

Yrd. Doç. Dr. Yusuf ZORBA

Dizgi Sekreteryası : Öğr. Gör. Güven ŞENGÖNÜL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Gazi Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Gazi Üniversitesi

İstanbul Teknik Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Yazışma Adresi : Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca-İZMİR

Tel: (232) 453 49 92

Fax: (232) 301 88 48

e-mail: dfdergi@deu.edu.tr

<http://web.deu.edu.tr/denizcilik/dfdergi>

Kapak Tasarım : Yrd. Doç. Dr. Volkan ÇAĞLAR

Mizanpaj : Öğr. Gör. Güven ŞENGÖNÜL

Dergide yayınlanan makalelerin bilim, içerik ve dil bakımından sorumluluğu yazarlarına aittir.

Dergide yayınlanan makaleler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Basım Yeri : Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası

Basım Tarihi : 13 Şubat 2014

Basım Yeri Adresi : Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası

DEÜ Sağlık Yerleşkesi Mithatpaşa Cad. No: 1606 Balçova 35340 İzmir

Tel : 0(232) 412 33 40 - Fax : 0(232) 412 33 39

© Tüm Hakları Saklıdır.

Editörlerden,

Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi 2013 yılı 1. Ulusal Liman Kongresi özel sayısı ile siz değerli okuyucuların ilgisine sunulmuştur. 1. Ulusal Liman Kongresi Türkiye’de sadece liman sektörüne yönelik ulusal çapta düzenlenen ilk kongredir. Kongre 1-2 Kasım 2013 tarihlerinde Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi ev sahipliğinde İzmir’de Çakabey Deniz Feneri Konferans Salonunda gerçekleştirilmiştir. Küresel rekabette tedarik zincirlerindeki mal ve bilgi akışının etkinliği, stratejik bir öneme sahiptir. Uluslararası ticarete en yoğun olarak kullanılan taşıma türü, denizyolu taşımacılığıdır. Denizyolu taşımacılığının kilit noktası olan limanlar, küresel tedarik zincirinin önemli bir ulaştırma alt yapısı, yüklerin taşıma türünü değiştirdiği intermodal merkezler, yüke ve gemiye katma değerli hizmetlerin yaratıldığı lojistik ve endüstriyel tesislerdir. Tedarik zincirlerinin rekabet ettiği günümüzde, tedarik zinciri yapısı ile üstünlük sağlamak için, limanların etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle, 1. Ulusal Liman Kongresi’nin ana teması "Küresel Rekabette Tedarik Zinciri Etkinliği" olarak belirlenmiştir.

Kongre Bilim Kurulu Prof.Dr. Hakkı KİŞİ’nin başkanlığında Türkiye ve KKTC’ deki 18 farklı üniversitedeki 44 akademisyenden, kongre düzenleme kurulu ise Doç.Dr. Soner ESMER başkanlığında Prof.Dr. A. Güldem CERİT ve Yrd.Doç.Dr. Çimen KARATAŞ ÇETİN’in değerli katkılarıyla DEÜ Denizcilik Fakültesi’nde görev alan 15 akademisyenden oluşmuştur. Kongreye başta 42 özet gönderilmiş, hakem değerlendirme süreci sonrasında Kongrede sunulmak üzere, 28 bildiri kabul edilmiştir. Bildiriler ağırlıklı olarak üniversitelerden gelmiş olup kongrede temsil edilen üniversite sayısı 20’dir. Kongreye yaklaşık 150 kayıtlı katılımcı katılmıştır. Kongrenin amaçlarından birisi akademik camia ile kamunun ilgili kurumları ve Türkiye’nin dört bir yanında faaliyet gösteren liman işletmelerini bir araya getirmek olarak belirlenmiştir, bu anlamda Kongre amacına ulaşmıştır.

Dergimizin bu sayısında 1. Ulusal Liman Kongresi’nde sunulmuş bildiriler içinden seçilerek yeniden hakem değerlendirmesine tabi tutulmuş ve çok değerli bilim insanlarının katkılarıyla hazırlanmış yedi adet çalışma bulunmaktadır. Dergimizde yer alan çalışmalardan ilki Yalçın YÜKSEL ve Kadir ORHAN tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmada yazarlar, sismik risk kavramını ve buna bağlı olarak limanlarda oluşan hasar tiplerini incelemiştir. Dergimizde yer alan bir diğer çalışma Lale BALAS, Aslı NUMANOĞLU GENÇ ve Asu İNAN tarafından hazırlanmış olup, çalışmada Edremit bölgesinin rüzgâr ve dalga iklimi

HYDROTAM-3D modeli ile analiz edilmiştir. Didem ÇAVUŞOĞLU ve Gül DENKTAŞ ŞAKAR tarafından hazırlanan üçüncü çalışmada ise çalışma kapsamında belirlenen limanların pazarlama iletişimlerinde intermodal taşımacılığa yönelik değişkenlerin ne derece kullanıldığı içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Dergimizde yer alan bir diğer çalışma ise Selçuk NAS tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmada, simülasyon modellemesi ile Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı' nın Gemlik Körfezi'nde sunduğu römorkörcülük hizmetlerinin etkin bir şekilde verilmesi amacıyla kullanmış olduğu kaynaklardan iki adet römorkörün park yerlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Barış KULEYİN, Burak KÖSEOĞLU ve Ali Cemal TÖZ tarafından hazırlanan bir diğer çalışmada, yoğun çalışma koşulları altında bulunan limancılık mesleği çalışanlarının mesleki olarak tükenmişlik seviyeleri "Maslach Tükenmişlik Envanteri" yardımıyla incelenmiş ve çeşitli demografik değişkenlerin tükenmişlik seviyesine etkileri analiz edilmiştir. Çandarlı Limanı'nın yüzer dalgakıranla modellenmesi senaryosuna bağlı olarak gerçekleştirilen bir diğer çalışma Bergüzar ÖZBAHÇECİ tarafından hazırlanmış olup, çalışmada yüzer dalgakıranların performansı ve ılımlı dalga iklimli limanlarda kullanım imkânı araştırılmıştır. Dergimizde yer alan son çalışma ise Rıfat TÜR, Alp KÜÇÜKOSMANOĞLU ve Özen KÜÇÜKOSMANOĞLU tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmada yazarlar, Antalya Limanı'nda elleçlenen konteyner miktarını bulanık sinir ağı ile modelleyerek ileriye yönelik elleçleme tahminleri gerçekleştirmişlerdir. Görüldüğü üzere limancılığın çok farklı alanlarını kapsayan yedi adet bilimsel çalışma, dergimizin bu sayısında değerli okuyucuların ilgisine sunulmaktadır. Bu değerli çalışmaların ilgili alanlarda çalışan akademisyenler başta olmak üzere, tüm denizcilik camiası için faydalı olmasını dileriz. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi'nin bu sayısına değerli çalışmalarıyla katkıda bulunan bilim insanları başta olmak üzere, derginin yayın hazırlama kurulunun değerli üyelerine, dergi çalışanlarına ve çok değerli görüşleri ile dergimizdeki çalışmaların bilimsel kalitesini arttıran sayı hakemlerimize şükranlarımızı sunmayı bir borç biliriz. Son olarak, dergimizin basımında gösterdikleri özverili ve titiz çalışmalarından dolayı Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası'na da teşekkürlerimizi sunarız.

Doç.Dr. Soner ESMER

Yrd.Doç.Dr. Gül DENKTAŞ ŞAKAR

Sayı Editörü

Editör

Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013

İçindekiler	Sayfa
Sismik Risk ve Limanlarda Hasar Tipleri Yalçın YÜKSEL Kadir ORHAN	1
Liman Yapılarının Tasarımı İçin Dalga Tahmini Lale BALAS Ash NUMANOĞLU GENÇ Asu İNAN	19
İntermodal Limanlar ve Pazarlama İletişimi: Liman Web Sitelerinin İçerik Analizi Didem ÇAVUŞOĞLU Gül DENKTAŞ ŞAKAR	37
Teknik Seyir Hizmetlerinde Kaynakların Simülasyon Modellemesi Yöntemiyle Optimizasyonu: Römorkör Park Yeri Seçimi Selçuk NAS	57
Liman Çalışanlarının Mesleki Tükenmişlik Seviyelerinin İncelenmesi: Bir Liman Uygulaması Barış KULEYİN Burak KÖSEOĞLU Ali Cemal TÖZ	83
Limanların Yüzer Dalgakıranla Modellenmesi Bergüzar ÖZBAHÇECİ	97
Antalya Limanı Konteyner Trafiğinin Bulanık Sinir Ağı İle Tahmini Rıfat TÜR Alp KÜÇÜKOSMANOĞLU Özen KÜÇÜKOSMANOĞLU	109
Yazarlara Duyuru	121

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

SİSMİK RİSK ve LİMANLARDA HASAR TİPLERİ

**Yalçın Yüksel¹
Kadir Orhan²**

ÖZET

Limanlar ulaşım sistemlerinde düğüm noktalarını oluşturmaktadır. Hizmet ettikleri hinterlandların kapılarıdır. Dünya ticaretinin %80'i denizlerden yapıldığı ve ticaretin küreselleştiği düşünülürse, limanların doğru planlanmaları, yapılarının öngörülen kullanım amacına, sahip olduğu öneme ve deprem performansına cevap verecek biçimde tasarlanmaları gerekir. Liman yapıları çevresel yükler olan rüzgar, dalga, akıntı ve deprem yüklerine göre tasarlanırlar. Yapılar bu yükler altında güvenle hizmet vermelidirler. Bu yükler altında yapıların tanımlanan limitlerin üzerinde hasar görmeleri durumunda liman hizmeti duracaktır. Bu durumda limanın büyüklüğüne bağlı olarak bölgesel, ulusal ve küresel ölçekte ticari faaliyetler aksayacaktır. Son yıllarda büyük limanların bulunduğu bölgelerde meydana gelen depremler, konunun önemini artırmıştır. Ancak yüksek yatırım maliyetlerini gerektiren limanlar da ekonomik tasarımları gerektirmektedir. Bu tip tasarımlar da ileri düzeyde analizlere ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada özellikle keson tipi rıhtıma sahip bir limanda sismik risk ve kayan blok yöntemiyle analize dayalı araştırma sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Sismik risk, keson tipi rıhtımlar, kayan blok analizi.*

¹Prof. Dr. Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Müh. Böl., Hidrolik ve Kıyı-Liman Müh. Laboratuvarı, Davut Paşa Kampüsü, Esenler, İstanbul, yalcinyksl@gmail.com

²İnş. Yük. Müh. Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Müh. Böl., Hidrolik ve Kıyı-Liman Müh. Laboratuvarı, Davut Paşa Kampüsü, Esenler, İstanbul, kadir.orhan@yandex.com

SISMIC RISK AND DAMAGE TYPES AT SEAPORTS

ABSTRACT

The ports are nodal points in transportation systems. They are the gates for their hinterlands. That fact that trade has been globalized and 80% of this global trade is seaborne trade makes it imperative that the ports must have layouts and their infrastructure must be designed so as to carry out the functions projected and expected seismic response. While the port structures are designed, winds, currents, waves and seismic loads are taken into consideration. The infrastructures should be safe under these environmental loads. Port operations may stop when acceptable damage limits are exceeded. In such case depending upon the size of the port failing to provide services, local, national and global trade is likely to be obstructed. The recent occurrence of large earthquakes around major ports has increased the significance of port designs. Huge port investments should require economic planning and design. Port structures need advanced design methods. In this study, a simplified dynamic analysis method is proposed to evaluate the magnitude and the phase variation of the dynamic thrust acting on the caisson type quay walls and to predict the seismic sliding displacement of caisson type quay walls by considering the variation of wall thrust.

Keywords: *Seismic risk, caisson type quay wall, newmark sliding block method.*

1. SİSMİK RİSK

Sismik risk, belirli bir dönüş periyodunda meydana gelen depremlerle, oluşması olası yer sarsıntılarının düzeyi arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır. Sismik riskin analiz edilmesi, bir limanın tasarımındaki ilk adımdır ya da liman hali hazırda inşa edilmişse limanın taşıdığı sismik riskin hesaplanması sürecidir. İkinci adımda, sismik risk analizi sonucu elde edilen değerlerle limanın bulunduğu bölgedeki zemin durumu, limandaki yapıların tipleri, maliyet, yapı ömrü, limanın bölgedeki ekonomik ve fonksiyonel önemi gibi faktörler bir araya getirilmektedir (Borg, 2007: 14-44).

Limana uzak bölgelerde, sık sık ve artan büyüklüklerle meydana gelen depremler büyük tehlike arz etseler de sismik risk analizinde etkileri daha düşüktür. Buna karşılık, liman yapılarının yoğun olduğu bölgelerde meydana gelen orta ölçekli depremler büyük tehlike arz etmemelerine karşın hesaplanan sismik riskin değerini büyük oranda arttırabilmektedir.

Sismik tehlikenin değerlendirilmesi sürecinde, önceden belirlenmiş dönüş periyotlarına karşılık gelen ve bu periyotlar dahilinde aşılması olası olan, farklı seviyelerdeki yer hareketlerinin varlığı gözlemlenmelidir.

KLY (2008: 9-10)'e göre, yapıların performansa göre tasarımında esas alınacak deprem düzeyleri aşağıda tanımlanmıştır:

(D1) Deprem Düzeyi;

Bu deprem düzeyi, yapıların servis ömürleri boyunca meydana gelme olasılığı fazla olan, göreceli olarak sık ancak şiddeti çok yüksek olmayan deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. **(D1)** düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasılığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıldır.

(D2) Deprem Düzeyi;

Bu deprem düzeyi, yapıların servis ömürleri boyunca meydana gelme olasılığı çok fazla olmayan, seyrek ancak şiddetli yer hareketlerini ifade etmektedir. **(D2)** düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasılığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıldır.

(D3) Deprem Düzeyi;

Bu deprem düzeyi, yapıların maruz kalabileceği en şiddetli deprem hareketini ifade etmektedir. **(D3)** düzeyindeki bu çok seyrek depremin 50 yıl içerisinde aşılma olasılığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıldır.

Bir bölgedeki sismik riskin değerlendirilmesi için iki yöntem mevcuttur. Bunlar, *olasılık hesaplarına dayalı sismik risk analizi* ve *deterministik sismik risk analizidir*. Sismik risk analizinin temel amacı deprem hareketi ve onun büyüklüğü konusunda fikir sahibi olmaktır.

Olasılık hesaplarına dayalı sismik risk analizi, boyut, uzaklık, konum ve deprem dönüş periyotları gibi parametrelerdeki belirsizliklere rağmen iyi sonuçlar vermesi sebebiyle son 20 yılda giderek daha önemli bir hale gelmiş ve geliştirilmiştir.

Deterministik sismik risk analizi daha geleneksel bir yöntemdir. Bu yöntemle belirli bir bölgede meydana gelecek bir depremin büyüklüğü hesaplanabilmektedir. Bu yapılırken hesaplamada göz önüne alınan parametrelerin çeşitli şekillerde kombine edilmeleri ile ortaya çıkan en elverişsiz durum göz önüne alınmalıdır.

Hem deterministik, hem de olasılık hesaplarına dayalı sismik risk analizleri sonucunda elde edilen sismik parametreler, yapıların tasarlanmasında ya da değerlendirilmesinde fayda sağlayacak nitelikte

olmalıdır. Proje bölgesindeki olası bir yer hareketinin karakteristikleri de bu analizler sonucunda elde edilebilmektedir.

Mevcut bir limandaki yapıların sismik hassasiyetleri, yapının dünyanın neresinde olduğuna yani coğrafi konumuna bağlı olarak değişmektedir. ABD, Japonya, Yeni Zelanda, Çin gibi ülkelerdeki önemli limanlar ve Türkiye, İtalya, Yunanistan gibi sismik olarak aktif bölgelerde bulunan Avrupa ülkelerindeki limanlar 50 yıl içinde aşılma olasılığı %10 olan maksimum yer ivmesi büyüklüklerine uygun olarak tasarlanmaktadır.

Dünyanın en önemli konteyner terminallerinin coğrafi konumları, ESPO (2005) tarafından daha önceden verilmiş sismik risk haritaları yardımıyla taşıdıkları sismik riskler açısından karşılaştırılmışlardır. Çalışmada 33 liman ele alınmıştır ve ele alınan limanların çoğu Çin’de yer almaktadır.

Limanlardaki sismik risk analizi yapılırken ve liman yapılarında meydana gelen hasarlar incelenirken limanların dünya ticaretindeki önemi unutulmamalıdır ve değerlendirmeler bu bilinçle yapılmalıdır.

2. LİMAN YAPILARINDA HASAR TİPLERİ

Liman yapılarının tiplerine göre nasıl hasar görebileceklerinin, liman yapılarının tasarımı sırasında bilinmesi gerekir. Sükûnetteki durumda da rıhtım duvarları zemin basınçlarının etkisi altındadır fakat duvarın kendi ağırlığı ve diğer kuvvetler bu durumda denge halindedir. Deprem esnasında ise atalet kuvvetleri, zemin ve geri dolgudan kaynaklı dinamik kuvvetler bu dengeyi bozar. Böylece rıhtım duvarı üzerinde kalıcı deformasyonlar meydana gelebilir (Şekil 1).

Ağırlık rıhtım duvarlarında görülen hasar, yapının kayması, devrilmesi ya da yapının dengesinin bozulması şeklinde gözlemlenir. Yapının kayması, yatay kuvvetler arasındaki dengenin bozulması yüzünden gerçekleşir. Moment dengesinin sağlanmadığı durumda ise yapının devrilmesi söz konusu olur. Yapının dengesinin bozulması ise yapının altındaki ve arkasındaki zeminin stabilitesinin bozulmasından kaynaklanır (Şekil 2).

Konsol rıhtım duvarlarında da benzer hasarlar görülmektedir. Bu duvarlarda toprak basınçları ve devirmeye çalışan moment değerlerinin büyüklüğü yapının geometrisi ile de yakından ilgilidir. Oluşan devirici

momentin büyüklüğü mevcut olan dengeyi bozacak kadar büyükse hasar meydana gelir.

Limit durumlar, yapılar çeşitli yüklere maruz kaldıklarında sağlamaları gereken performans ve stabilite kriterleridir. Bir yapının tasarımı sırasında aşağıdaki durumların sağlanması gerekir:

- Nihai limit durumları için emniyet: İnsanların güvenliğini kısmen ya da tamamen tehdit edebilecek veya doğanın ve ticari malların zarar görebileceği durumlara (yapının çökmesi, yapı dengesinin bozulması vs.) meydan vermeyecek kapasite.
- Verilecek hizmet üzerinde limit durumlar için emniyet: Yapıdan beklenen hizmet performansını sağlayacak kapasite.
- İstisnai durumlara karşı sağlamlık: Yangın, patlama ve darbelerin yaratabileceği hasarlara meydan vermeyecek kapasite.

Tüm rıhtım duvarları için bilinmesi gereken limit durumlar şu şekildedir (Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5):

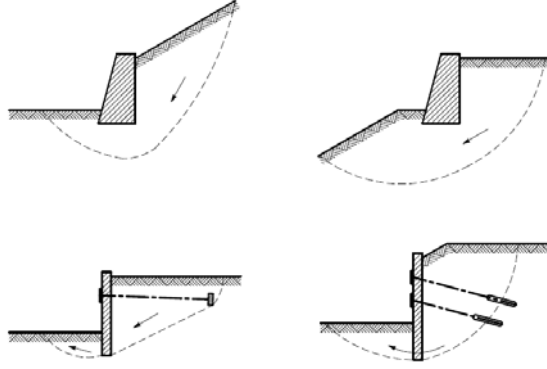
- Yapının dengesinin bozulması
- Yapının ankraj, duvar ve payandalarının çökmesi
- Yapı elemanı ve zeminin birlikte çökmesi
- Borulanmadan dolayı çökme
- Yapının gereğinden fazla hareket etmesinden dolayı oluşabilecek problemler
- Yapıya zarar verecek şekilde duvarın içinden ve altından geçebilecek sızma
- Yapıya zarar verecek şekilde duvarın içinden ve altından geçebilecek zemin
- Yeraltı suyu rejiminin yapıya zarar verecek ölçüde değişmesi

Bunlara ilaveten ağırlık rıhtım duvarları için aşağıdaki limit durumları da bilinmelidir:

- Zeminin taşıma kapasitesinin yetersiz kalması
- Yapının zeminin kayması
- Yapının devrilmesi

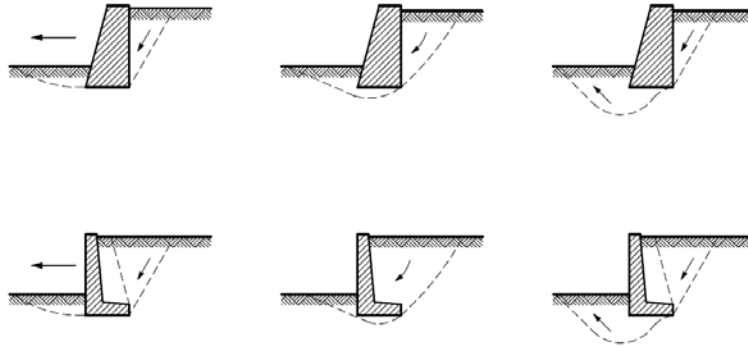
Gömülü haldeki rıhtım duvarları için ise aşağıdaki limit durumlarının bilinmesi gerekir.

- Yapının dönmesi
- Düşey dengenin bozulması durumu



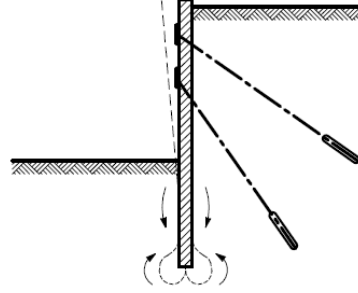
Şekil 1. Yapının dengesiyle İlgili Sorunlardan Kaynaklanan Hasar Durumları

Kaynak: Visone, 2008



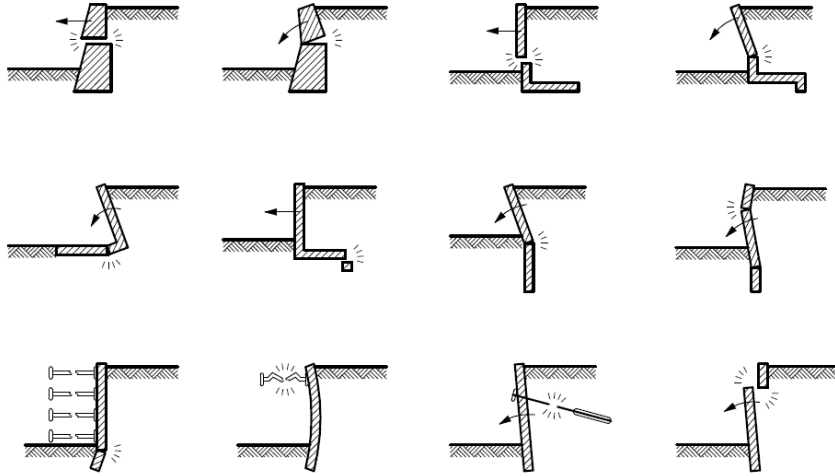
Şekil 2. Zemin ve Temelden Kaynaklanan Hasar Durumları

Kaynak: Visone, 2008



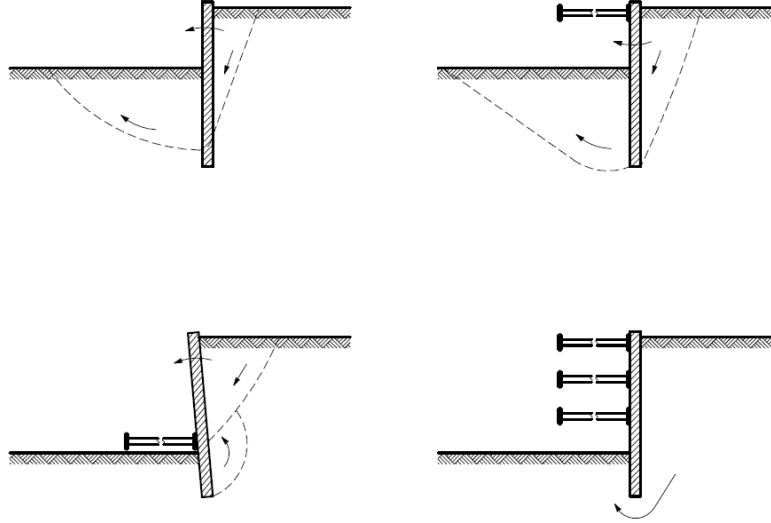
Şekil 3. Yapısal Hasar Durumları

Kaynak: Visone, 2008



Şekil 4. Yapısal Hasar Durumları

Kaynak: Visone, 2008



Şekil 5. Dönmeden Kaynaklanan Hasar Durumları

Kaynak: Visone, 2008

3. PERFORMANSA GÖRE TASARIM

KLY (2008)'e göre bu tasarım yaklaşımında belirli düzeylerdeki deprem yer hareketleri altında taşıyıcı sistem elemanlarında oluşabilecek hasar sayısal olarak tahmin edilir ve bu hasarın her bir elemanda kabul edilebilir hasar limitlerinin altında kalıp kalmadığı kontrol edilir. Kabul edilebilir hasar limitleri, çeşitli deprem düzeylerinde yapı için öngörülen performans hedefleri ile uyumlu olacak şekilde tanımlanır. Eleman düzeyinde hesaplanması öngörülen deprem hasarı, şiddetli depremlerde genel olarak lineer elastik sınırları aşmış nonlineer deformasyonlara sebep olduğundan performansa göre tasarım yaklaşımı, doğrusal olmayan (nonlinear) analiz yöntemleri ve *şekil değiştirmeye (deformasyona) göre tasarım* kavramı ile doğrudan ilişkilidir. Esasen, hasarın sınırlı olacağının öngörüldüğü durumlardaki performans hedefleri için, geleneksel *dayanımına göre tasarım* ilkesi çerçevesinde doğrusal (lineer) analiz yöntemlerinin kullanılmasına da izin verilmektedir.

Kıyı ve liman yapıları; öngörülen deprem performanslarına, kullanım amaçlarına ve sahip oldukları önemlere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

Özel Yapılar

Özel sınıfa giren kıyı ve liman yapıları aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- Deprem sonrasında acil yardım ve kurtarma amacı ile hemen kullanılması gereken yapılar
- Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddeler ile ilgili yapılar

Normal Yapılar

Normal sınıfa giren kıyı ve liman yapıları aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- Can ve mal kaybının önlenmesi gereken yapılar
- Ekonomik veya sosyal bakımdan önemli olan yapılar
- Deprem sonrasında onarım ve güçlendirmesi zor ve zaman kaybına neden olacak yapılar

Basit Yapılar

Basit sınıfa giren kıyı ve liman yapıları aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- Özel ve normal yapılara nazaran daha az önemli yapılar
- “Önemsiz Yapılar” sınıfına giren yapıların dışında kalan yapılar

Önemsiz Yapılar

Bu sınıfa giren kıyı ve liman yapıları aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- Kolaylıkla yeniden yapılabilecek yapılar
- İleri derecede hasar görmesi bile can güvenliğini tehlikeye atmayacak yapılar
- Geçici yapılar

Kıyı ve liman yapılarının performans düzeyleri, deprem etkisi altında meydana gelmesi beklenen hasarlara bağlı olarak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. Bu performans düzeyleri için kabul edilebilir hasar limitleri, her bir yapı tipi veya elemanı için ayrı ayrı ve sayısal olarak tanımlanmaktadır.

Minimum Hasar Performans Düzeyi (MH)

Minimum Hasar Performans Düzeyi, kıyı ve liman yapılarında ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi ile hiç hasar meydana gelmemesi veya meydana gelecek yapısal hasarın çok sınırlı olması

durumunu tanımlayan performans düzeyidir. Bu durumda liman operasyonu kesintisiz olarak devam eder veya meydana gelebilecek aksamalar birkaç gün içinde kolayca giderilebilecek düzeyde kalır.

Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH)

Kontrollü Hasar Performans Düzeyi, kıyı ve liman yapılarında ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında çok ağır olmayan ve onarılabılır hasarın meydana gelmesine izin verilen performans düzeyi olarak tanımlanır. Bu durumda, ilgili yapı veya elemana ilişkin liman operasyonunda kısa süreli (birkaç hafta veya ay) aksamaların meydana gelmesi normaldir.

İleri Hasar Performans Düzeyi (İH)

İleri Hasar Performans Düzeyi (İH), kıyı ve liman yapılarında ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında göçme öncesinde meydana gelen ileri derecedeki yaygın hasarı temsil etmektedir. Bu durumda, ilgili yapı veya elemana ilişkin liman operasyonunda uzun süreli aksamaların meydana gelmesi, hatta ilgili liman servisinin tamamen iptal edilmesi mümkündür.

Göçme Hasarı Durumu (GH)

Bu durumda, kıyı ve liman yapılarında ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında tam göçme hasarı meydana gelir. İlgili yapı veya elemana ilişkin liman operasyonuna devam edilemez.

4. BASİTLEŞTİRİLMİŞ DİNAMİK ANALİZ

1995 yılında gerçekleşen Hyogoken-Nanbu depremi, ağırlık tipi rıhtım duvarlarına ciddi zararlar verdikten sonra bir çok araştırmacı model çalışmaları ve teorik analiz metodları ile hasar sebeplerini incelemişlerdir. Çalışmalar sonucunda geri dolgu içerisinde düşük boşluk suyu basıncı varken geri dolgudan kaynaklanan dinamik toprak itkisinin çalkantı bileşeni ile duvara etkileyen atalet kuvvetlerinin zıt yönlü oldukları; ancak geri dolgu sıvılaştıktan sonra bu iki kuvvetin aynı yönde etki etki ettikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca, hidrodinamik kuvvetleri hesaplamakta kullanılan Westergaard yönteminin, sıvılaşma sonrası viskoz bir akışkan gibi davranan geri dolgudan kaynaklanan dinamik toprak itkisinin çalkantı bileşenini hesaplamakta kullanılabileceği görülmüştür. Bunların yanında, hiçbir hipotez dinamik toprak itkisinin büyüklüğünün sürekli değişimini açıklayamamış ya da duvara etkileyen atalet kuvveti ile arasındaki faz ilişkisini çözümleyememiştir. Kim vd. (2004: 1-14) bu soruya açıklık getirmeye çalışmıştır.

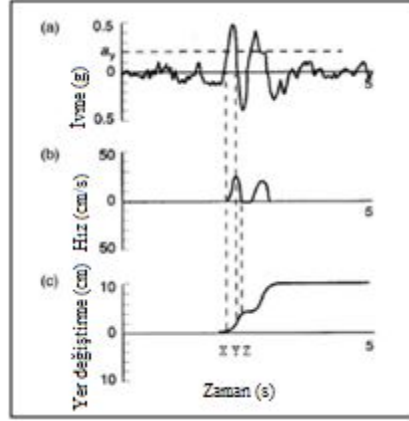
Ağırlık tipi bir rıhtım duvarına etkiyen kuvvetler aşağıdaki şekilde sıralanabilirler:

- Atalet kuvveti
- Statik toprak basıncı
- Hidrostatik basınç
- Geri dolgu kaynaklı dinamik zemin basıncının düzenli bileşeni ve çalkantı bileşeni
- Hidrodinamik kuvvetin düzenli bileşeni ve çalkantı bileşeni

Newmark kayan blok yöntemini temel alan birçok basitleştirilmiş dinamik analiz yöntemi, günümüzde ön tasarımlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler; duvar ağırlığı, zeminin içsel sürtünme açısı ya da duvar tabanı ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı gibi elde edilmesi kolay parametreler yardımı ile duvarlarda meydana gelen yer değiştirmeleri gerçeğe gayet yakın bir şekilde hesaplayabildikleri için tercih edilmektedirler; ama bu yöntemler, özellikle suya doygun zeminlerde deprem esnasında çok büyük olasılıkla ortaya çıkacak olan boşluk suyu basıncını göz önüne almadan bir yenilme ivmesi hesaplamaktadırlar. Bu sebeple rıhtım duvarları gibi yapılarda kullanılmaları uygun değildir. Kim vd. (2005: 1-9) tarafından yapılmış olan çalışmada, Newmark kayan blok yöntemini temel alan fakat boşluk suyu basıncını da hesaba katan bir model önerilmiştir. Kayan blok yönteminde aşağıdaki kabüller yapılmaktadır.

- Kayan blok modelinde rıhtım duvarının mutlaka yer değiştirme yapacağı kabul edilir.
- Yer değiştirmeler yalnızca denize doğru meydana gelir.

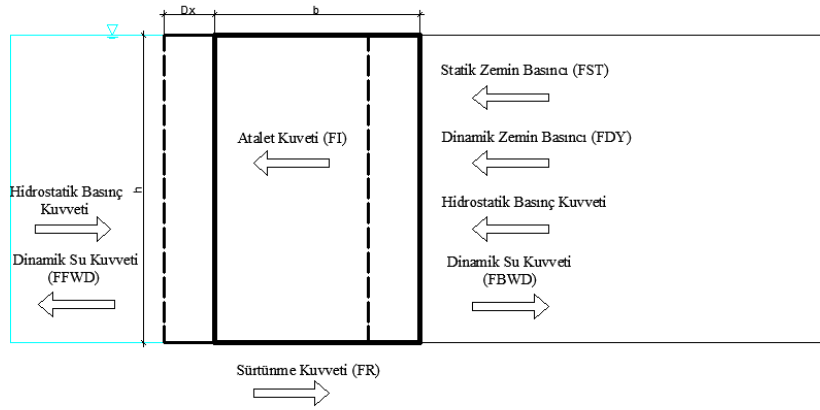
Newmark kayan blok yönteminde, yenilme ivmesi bir bloğun ivmesi gibi tanımlanmaktadır. Kayma güvenlik faktörü 1.0'a ulaştıktan sonra blokta yer değiştirmenin başlayacağı kabul edilmektedir ve yenilme ivmesinin üzerinde değerlere sahip yer ivmesi değerleri iki kere integre edilerek bloğun yaptığı yer değiştirmeler elde edilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Deprem Durumunda Meydana Gelen Yatay Yer Değiştirmenin Hesaplanması

Kaynak :Kim vd., 2005

Şekil 7’den ise duvara etkiyen toplam kuvvetin (F_{TH}), duvara etkiyen birçok farklı kuvvetin aralarındaki faz ilişkileri doğrultusunda vektörel olarak toplanmaları yoluyla elde edilebileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 7. Keson Tipi Rıhtım Duvarı

Şekil 7’de görüldüğü gibi keson rıhtım duvarına etkili kuvvetlerin kuvvet dengesi aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\text{Duvara etkiyen itme kuvveti} \Rightarrow F_{TH} = F_I + F_{FWD} - F_{BWD} + F_{ST} + F_{DY} \quad (1)$$

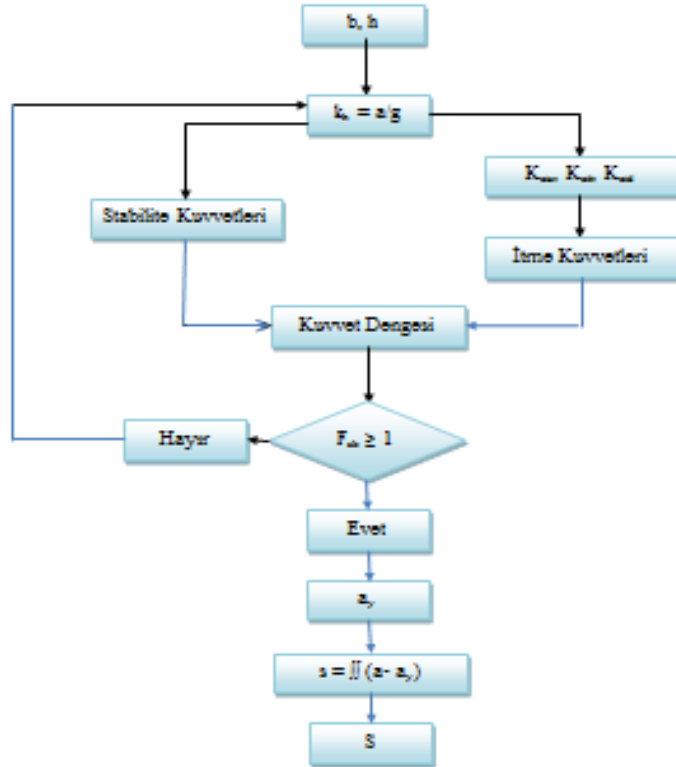
$$\text{Direnç kuvveti} \Rightarrow F_R = \mu W \quad (2)$$

$$F_{TH} (= F_I + F_{FWD} - F_{BWD} + F_{ST} + F_{DY}) \geq F_R \quad (3)$$

Bu durumda, Newmark kayan blok yöntemine göre yenilme ivmesi (a_y) Şekil 8’de verilen akış diyagramındaki gibi hesaplanır.

$$F_I = F_R - (F_{FWD} - F_{BWD} + F_{ST} + F_{DY}) = m \times a_y \quad (4)$$

$$a_y = \frac{F_R - (F_{FWD} - F_{BWD} + F_{ST} + F_{DY})}{m} \quad (5)$$

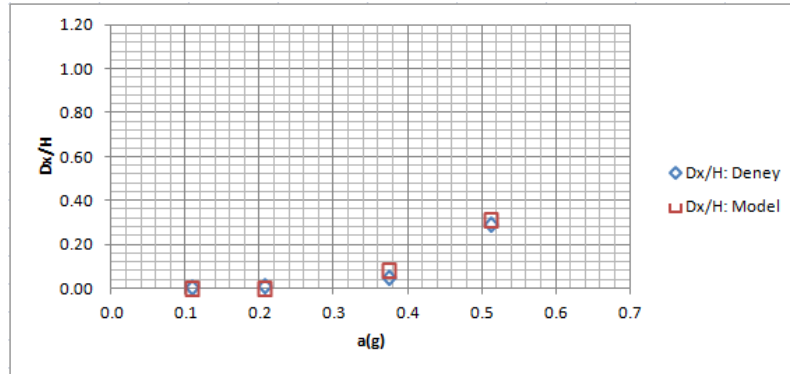


Şekil 8. Newmark Kayan Blok Analizi Akış Şeması

Duvarın harekete geçeceği yenilme ivmesi yardımıyla duvarın hızı ve daha sonra yer değiştirme miktarı yenilme ivmesini aşan ivme değerleri ile yenilme ivmesi değerleri arasındaki farkın iki defa integrallerinin alınması ile hesaplanmaktadır. Newmark kayan blok yöntemi ile keson tipi rıhtım duvarlarının yer değiştirme miktarının hesaplanması amacıyla Şekil 8’de verilen akış diyagramı kurulmuştur. Tanımlanan bu akış diyagramı yardımıyla MATLAB kullanılarak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır ve böylece keson duvarın yaptığı yatay yer değiştirmeler hesaplanmıştır. Hesaplanan yatay yer değiştirmeler Yüksel vd. (2011), Uluşan (2012) ve Orhan (2013) çalışmalarında verilen deneysel çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Deneyler Yıldız Teknik Üniversitesi Kıyı ve Liman Müh. Laboratuvarında bulunan sarsma tankında yapılmıştır.

5. DEĞERLENDİRME

Şekil 9’da, keson tipi rıhtım için deneyler ve kayan blok modellerinden $t=20$. saniyede elde edilen yatay yer değiştirme değerleri karşılaştırmalı olarak çizilerek gösterilmiştir. Elde edilen sonuçların birbirleriyle uyumlu oldukları görülmüştür. Deneylerde dikkate alınan keson modelin yüksekliği 40cm ve genişliği 30cm dir. Bu keson modelin geri dolgusunda kullanılan ince kırma taş malzeme $d_{50}=0.9$ cm granülometrik özelliğine sahiptir. Model deney ölçeği 1/10 dir. Geri dolgunun içsel sürtünme açısı 40^0 dir. Model temeli sağlam zemindir. Sıvılaşma söz konusu değildir.

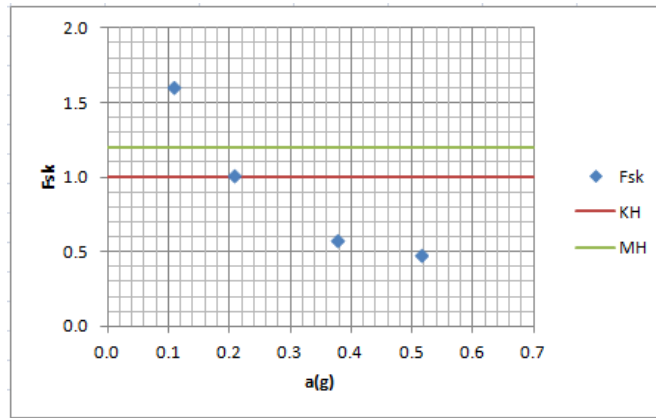


Şekil 9. Deney ve Modelden 20. Saniyede Elde Edilen Göreceli Yatay Yer Değiştirmelerin Karşılaştırılması

Sağlam zemin koşullarında ve geri dolguda granüler bir malzemenin kullanılması durumunda, performansa dayalı tasarımda bir yarı dinamik yöntem olarak tavsiye edilebilen kayan blok yönteminin, geri dolgunun iyi analiz edilmesi koşulu ile (boşluk suyu basıncının değişiminin değerlendirilmesi koşuluyla) bu tip (ağırlık tipi) rıhtım duvarlarının sismik performanslarını oldukça iyi belirleyebildiği anlaşılmıştır.

KLY (2008: 21-22)'de, ağırlık tipi rıhtım yapılarının sismik analizi dayanıma göre tasarım (DGT) ve şekil değiştirmeye göre tasarım (ŞGT) başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Kayan blok yöntemi, ŞGT analizi içerisinde önerilen bir yöntemdir. Aynı model yapı DGT ile ayrıca çözülerek, elde edilen sonuçlar ŞGT'den elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Keson modellerin deterministik yöntem ile çözümleri yapılmış ve Şekil 10'da kayma (F_{sk}) güvenlik katsayıları belirlenerek taban ivmeleri ile değişimleri verilmiştir. Bu şekilde, kontrollü hasar durumundaki kayma güvenliklerinin, taban ivmesinin 0.25g'den daha büyük olduğu durumda sağlanamadığı belirlenmiştir.



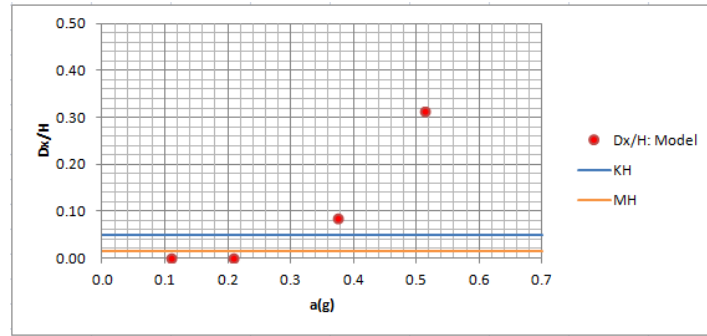
Şekil 10. Kayma Güvenliği İçin Elde Edilen Değerlerin Kontrolü (DGT)

Şekil 11'de, keson model için hesaplanmış olan göreceli yatay yer değiştirme değerleri, kontrollü hasar performans düzeyi için KLY (2008) tarafından belirlenmiş olan limitler ile karşılaştırılmışlardır (Tablo 1). Şekil 11 incelendiğinde, taban ivmesinin 0.35g'den büyük olduğu durumlarda kontrollü hasar limitlerinin aşıldığı görülmüştür.

Tablo 1. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Performans Limitleri

Yerdeğiştirme/şekildeğiştirme sınırları	Performans düzeyi	
	MH	KH
Kalıcı yatay yerdeğiştirmenin yüksekliğe oranı (%)	< 1.5	1.5 - 5
Duvarın denize doğru kalıcı eğiklik (derece)	< 3	3 - 5
Duvar üstü ile arkası arasındaki farklı oturma (cm)	30-70	—
Duvar arkasında farklı oturma (cm)	3-10	—

Kaynak: KLY, 2008

**Şekil 11.** Kayma Güvenliği İçin Elde Edilen Değerlerin Kontrolü (ŞGT)

6. SONUÇLAR

DGT ve ŞGT analiz yöntemlerinin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde;

- Ağırlık tipi blokların, sağlam zemin koşullarında kaymaya karşı dayanımlarının devrilmeye karşı dayanımlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir.
- Kayma hasar durumunun DGT analizinde daha önce meydana gelirken, ŞGT analizinde daha geç meydana geldiği belirlenmiştir.
- DGT analizinde, yapının stabilite kuvvetleri aşıldığında hasar olduğu sonucu ortaya çıkmasına karşın, ŞGT analizinde bu stabilite kuvvetinin aşılmasına rağmen yapının hala servis verebilecek performansa sahip olduğu anlaşılmakta ve hasar düzeyinin gerçekte daha ileri eşdeğer deprem ivmesi katsayılarında ortaya çıktığını göstermektedir. Bu nedenle ŞGT

analizi daha gerçekçi sonuçlar vererek yapının daha ekonomik boyutlandırılmasını sağlamaktadır.

- Bu çalışmada dikkate alınan bir ŞGT analizi yöntemi olan kayan blok yöntemi, basitleştirilmiş bir dinamik analiz yöntemidir ve yapının performans değerlerini ancak sağlam zemin durumu ile sadece yapının kayma hasarını belirlemektedir. Ancak kayan blok yöntemi daha az veriye ihtiyaç duyması nedeniyle basit bir yöntemdir ve gerçekçi sonuçlar verebilmektedir. İleri düzeyde performans analizlerinin yapılması durumunda gerek zemin, gerekse geri dolgudaki zemin davranışlarını daha iyi analiz eden matematiksel modellerin sayısal yöntemlerle çözümünü içeren dinamik modellerin geliştirilerek kullanılmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

BORG, R.C. (2007) *Seismic Performance, Analysis and Design of Wharf Structures: A Comparison of Worldwide Typologies*, Master Thesis, Rose School, Pavia.

EUROPEAN SEAPORTS ORGANISATION (ESPO), (2005) *Annual Report 2005*, Brüksel.

KIM, S.R., KWON, O.S., KIM, M.M. (2004) Evaluation of Force Components Acting on Gravity Type Quay Walls During Earthquakes, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol.24, pp.853-866.

KIM, S.R., JANG, I.S., CHUNG, C.K., KIM, M.M. (2005) Evaluation of Seismic Displacements of Quay Walls, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol.25, pp. 451-459.

KLY, (2008) *Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği*, Ulaştırma, Habercilik ve Denizcilik Bakanlığı, (IMO İstanbul Şubesi Yayını).

ORHAN, K. (2013) *Ağırlık Tipi Yanaşma Yapılarının Kayan Blok Yöntemi ile Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ULUŞAN, A. (2012) *Keson Yanaşma Yapılarının Sismik Davranışı*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

VISONE, C., (2008) *Performance-Based Approach in Seismic Design of Embedded Retaining Walls*, Yüksek Lisans Tezi, Università degli Studi di Napoli Federico II Polo delle Scienze e delle Tecnologie, Napoli.

YÜKSEL, Y., ERGİN A., YALÇINER, A.C., BERİLGİN, M., CİHAN, K., KARAKUŞ, H. (2011) *Blok Tipi Kıyı Yapılarının Basitleştirilmiş Dinamik Analiz Yöntemi ile Tasarımı*, 111Y006, TÜBİTAK.

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

LİMAN YAPILARININ TASARIMI İÇİN DALGA TAHMİNİ

**Lale BALAS¹
Aslı NUMANOĞLU GENÇ²
Asu İNAN³**

ÖZET

Ticari limanlar ve yat limanları, deniz taşımacılığı ve tekne turizmi açısından hayati önem taşımaktadırlar. Limanların tasarımında en önemli aşamalardan biri, konaklayan gemi ve teknelere güvenli bir demirleme sağlayacak olan liman koruma yapısının tasarımıdır. Liman koruma yapısı tasarımını etkileyecek dalga özelliklerini belirten dalga iklimi, göz önüne alınması gereken temel unsurdur. Dalga iklimin modellenmesi koruma yapısı tasarımın sağlıklı olabilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bugün dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de dalga tahminleri, rüzgar ölçümlerine ya da modellerine dayanmaktadır. Ancak, Türkiye Kıyılarında dalga iklimi çalışmalarında kullanılabilecek ölçülmüş dalga verisi bulunmadığından tasarım sürecinde dalga modelleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada Türkiye Kıyıları için geliştirilmiş üç boyutlu hidrodinamik taşıma modeli olan HYDROTAM-3D modelinin rüzgar ve dalga iklimi alt modelleri anlatılmakta ve uygulama çalışması olarak Edremit, Balıkesir bölgesinin rüzgar ve dalga iklimi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Dalga iklimi, HYDROTAM 3D, rüzgâr iklimi.*

¹Prof.Dr., Gazi Üniversitesi, Deniz ve Su Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, lalebal@gazi.edu.tr

²Dr., Gazi Üniversitesi, Deniz ve Su Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, aslingenc@yahoo.com

³Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Deniz ve Su Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, asuinan@gazi.edu.tr

USING WAVE PREDICTIONS FOR PORT STRUCTURE DESIGNS

ABSTRACT

Ports and marinas have a vital importance in sea transportation and boat tourism. In the design of these areas, one of the most important steps is the design of the coastal defence structure which provides the safe berthing of the ships and the boats calling ports and marinas. Wave climate providing information on the wave characteristics that will affect the design of the defence structure is the basic aspect of the design process. Modelling the wave climate is of great importance in reaching on sound coastal defence structure. Like the overall practice in the world, wave prediction studies in Turkey are based on either the data gained out of wave measurements or models. However, as there is no continuous wave measurement data along the Turkish coasts, models of wave climate are preferred in the design process. In this study, the wind and wave climate sub-models of HYDROTAM-3D, a three dimensional hydrodynamic transport model are used and developed for Turkish coasts, and the results of a case study for Edremit, Balıkesir are discussed.

Keywords: *Wave climate, HYDROTAM 3D, wind climate.*

1. GİRİŞ

Ticari liman ya da yat limanı yapılarının tasarımında en önemli adım, liman yapısını etkileyecek olan rüzgar ve dalga özelliklerini içeren rüzgar ve dalga ikliminin belirlenmesidir. Bugün dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de dalga tahminleri, rüzgar ölçümlerine ya da modellerine dayanmaktadır. Bu çalışmada rüzgar ve dalga iklimi alt modelleri anlatılacak olan HYDROTAM-3D Türkiye Kıyıları için geliştirilmiş olan üç boyutlu hidrodinamik taşınım modelidir. HYDROTAM-3D Türkiye kıyılarının tüm Meteoroloji İstasyonlarının kuruluşlarından günümüze saatlik rüzgar (yaklaşık olarak 1970-2011) ölçümlerini içeren veri tabanına sahiptir. Tüm istasyonların yerleri, Türkiye haritası üzerinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında gösterilmektedir. Rüzgâr iklimi modelinde seçilen istasyona ait saatlik rüzgâr verisi analiz edilmekte; aylık, yıllık ve mevsimlik rüzgârgülleri sunulmaktadır. Dalga iklimi modelinde ise hesaplanan derin deniz belirgin dalga yüksekliklerinin “uzun dönem” ve “en yüksek değer” istatistikleri çalışılmaktadır. Hesaplanan derin deniz belirgin dalga yükseklikleri ve dalga periyotları kullanılarak yıllık ve mevsimlik dalga gülleri hazırlanmaktadır. Belirgin dalga yükseklikleri için en büyük değer istatistiği uygulanmakta ve denizel alanda en yüksek dalga yüksekliklerinin genellikle olduğu “etken” ve eğer bulunuyorsa “ikincil” yön dilimleri de verilmektedir. Bu

araştırmada HYDROTAM-3D kullanılarak Edremit Körfezi, Balıkesir bölgesi için oluşturulan rüzgâr ve dalga iklimi sunulacaktır. Bu sonuçlar ileride bu bölge için tasarlanabilecek olan liman ya da kıyı koruma yapısı tasarımı için faydalı altlık oluşturmaktadır.

2. HYDROTAM-3D

HYDROTAM-3D, bilimsel kaynaklarda yayınlanan analitik ve deneysel sonuçlarla ve saha çalışmaları ile karşılaştırılarak gerçekleştirilen, Türkiye’de birçok kıyı alanına uyarlanmış bir üç boyutlu hidrodinamik ve taşıyım modelidir (Balas, 1998; Balas, 2001, 2004; Balas ve Özhan, 2000, 2001, 2002, 2003; Balas ve İnan, 2005; Balas vd., 2006; Balas ve İnan, 2010; Balas vd., 2011; Balas vd., 2012; İnan ve Balas, 2008, 2009; Yegül, 2005). HYDROTAM-3D, 1990 yılından bugüne dek sürekli olarak kalibre edilerek (saha çalışmaları ile doğrulanarak) geliştirilmiş sayısal model çalışmasının; güncel IT standartları ve teknolojilerini kullanarak modernize edilmesini, güncel gereksinimleri içerecek ek modellerin oluşturulmasını, ilişkisel veri tabanı, Coğrafi Bilgi Sistem entegrasyonunu, üç boyutlu, görsel "Karar Destek" sisteminin oluşturulmasını içermekte olup bulut bilişim mimarisini kullanmaktadır. Yazılımının başlıca özellikleri şunlardır (<http://hydrotam.com>):

- Üç boyutlu, alansal ve derinlik boyunca sayısal modelleme yapar.
- Tüm değişkenlerin, zamana göre değişimlerini içerir. Kullanıcının belirttiği herhangi bir zaman dilimi için sonuç üretebilir.
- Modelin çıktıları coğrafi bilgi sistem temellidir, kolayca yorumlanabilir, anlaşılabilir özelliktedir.
- Model küresel koordinat sistemini kullanır.
- Modele noktasal yoğunluk tanımlanabilir. Model yoğunluk farklılaşmasını dikkate alarak işlem yapar. Baroklinik bir modeldir.
- Modele noktasal su sıcaklıkları, su tuzlulukları tanımlanabilir.
- Model veri tabanında Türkiye Kıyıları Meteoroloji İstasyonları’nın kuruluşlarından bu yana saatlik rüzgar verisi yer almakta ve bunlara dayalı rüzgar iklimi hesaplamaktadır (Rüzgar İklimi Alt Modeli).
- Model, derin deniz belirgin dalga yüksekliklerini ve belirgin dalga dönemlerini, uzun dönem dalga istatistiği ve en yüksek dalga istatistiği kullanarak hesaplar (Dalga İklimi Alt Modeli).
- Model kıyısız deniz, haliç, lagün ve göl ortamlarına uygulanabilir.

3. RÜZGÂR İKLİMİ ALT MODELİ

Bir kıyı bölgesini etkileyen rüzgâr özelliklerini belirten rüzgar iklimi, hemen hemen tüm kıyı ve deniz etkinlikleri için göz önüne alınması gereken temel unsurdur. HYDROTAM-3D Rüzgâr İklimi alt modülünde, kullanıcı çalışmak istediği istasyonu harita üzerinden seçebilmektedir. Seçilen istasyona ait saatlik rüzgâr verisi analiz edilmekte, aylık, yıllık ve mevsimlik rüzgârgülleri sunulmaktadır. Rüzgârın hangi yönden hangi yöne doğru esmekte olduğunu gösteren yön dilimleri, coğrafik yönlerle aynı seçilmiştir. Bu yönler Kuzey (N) yönünden başlayarak saat yönünde, N (Kuzey), NNE (KuzeyKuzeyDoğu), NE (KuzeyDoğu), ENE (DoğuKuzeyDoğu), E (Doğu), ESE (DoğuGüneyDoğu), SE (GüneyDoğu), SSE (GüneyGüneyDoğu), S (Güney), SSW (GüneyGüneyBatı), SW (GüneyBatı), WSW (BatıGüneyBatı), W (Batı), WNW (BatıKuzeyBatı), NW (KuzeyBatı), NNW (KuzeyKuzeyBatı) olarak sıralanmaktadır. Modelde ayrıca tüm Kıyı istasyonlarının, aylık ortalama ve en yüksek değer rüzgâr hızları da bir grafik olarak sunulmaktadır. Rüzgar istatistiği olarak, “uzun dönem” ve “en büyük değer (ekstrem)” olmak üzere iki tür istatistiksel dağılım kullanılmıştır. Uzun dönem istatistik zamansal olarak süreklilik gösteren verisi yani meteoroloji istasyonlarının kurulduğu tarihten 2011 yılına dek ölçülen tüm saatlik verisi kullanmaktadır. Uzun dönem rüzgâr hızı, log-normal dağılım istatistiği ile incelenmiştir. Tüm saatlik rüzgar verisinin, yönlere göre aşılma olasılıkları sunulmaktadır. İstenen yönden istenilen rüzgâr hızının yılda kaç saat aştığı hesaplanabilmektedir.

En büyük değer istatistiğinde ise, meteoroloji istasyonlarının kurulduğu tarihten 2011 yılına dek ölçülen tüm saatlik verisinin içinden yıllık en büyük rüzgâr hızları kullanılmıştır. Yıllık en büyük rüzgâr hızları Gumbel olasılık dağılımı ile incelenmiş ve Gumbel dağılım kâğıdına yerleştirilerek sunulmuştur. Noktalara en iyi uyan doğru çizilmiş ve verisinin kapsadığı süre dışına da uzatılmıştır. Herhangi bir yineleme dönemiyle oluşması beklenen rüzgâr hızları, çizimin üst yatay ekseninde gösterilmektedir.

4. DALGA İKLİMİ ALT MODELİ

Daha önce de belirtildiği üzere, Türkiye Kıyılarında dalga iklimi çalışmalarında kullanılabilecek ölçülmüş dalga verisi bulunmamaktadır. Rüzgar dalgalarının modellenmesinde, iki türlü yaklaşım bulunmaktadır; ampirik modeller ve sayısal modeller. Birçok sayısal model, batimetrik, topografik ve çözümleme ağı uzunluğu ve kara sınırları problemleri nedeni ile kıyısız alanlarda doğru sonuçlar

üretmemektedir. Özellikle, Türkiye'nin Ege Denizi ve Marmara Denizi kıyılarında sayısal modellerin çözüm ağları ve kara sınırı uyarlamalarında hata oranları yükselmektedir. Birçok kıyı mühendisliği tasarımlarında, doğruluğu kanıtlanmış ampirik modeller kullanımı tercih edilmektedir. Dünyada en çok kullanılan, ölçümlerle test edilmiş ampirik modeller SMB (Bretschneider, 1970), JONSWAP (Hasselmann vd. 1976), SPM (1984), CEM (2006). Bu çalışmada, dünyada da yaygın olarak kullanılan, CEM ampirik modeli kullanılmıştır. Rüzgar hızları deniz yüzeyinden 10 m. yükseklikteki rüzgar hızlarına dönüştürülmektedir. Seçilen denizel noktadan, tüm yönlerde, noktanın karşısındaki karayı kesen dikmenin uzunluğu, o yöndeki dalga kabarma mesafesi (feç) dir. Tüm yönlerdeki etkin dalga kabarma uzunluğunun (etkin feç uzunluğu) belirlenmesi için cosinüs ortalama metodu uygulanmıştır. Tüm ana yönler için $\pm 22,5$ derece aralığında, $\theta=7,5$ derecelik açılarla dalga kabarma uzunluklarının ortalamaları alınmaktadır. Burada X dalga kabarma uzunluğu, X_{ef} etkin dalga kabarma uzunluğudur.

$$X_{ef} = \frac{\sum X_i \cos^2 \theta_i}{\sum \cos \theta_i} \quad (1)$$

Hesaplanan derin deniz belirgin dalga yüksekliklerinin “uzun dönem” ve “en yüksek değer” istatistikleri çalışılmıştır. Uzun-dönem dalga istatistiği zamansal olarak süreklilik gösteren verisi içermektedir. Bir denizel alanda oluşan dalga yüksekliklerinin istatistiksel değerlendirilmesi için değişik olasılık dağılımları üretilmiştir. Bu dağılımlardan en çok uygulanmakta olanı tüm fırtınalarda yaratılan belirgin dalga yükseklikleri ile bunların oluşma olasılıkları arasındaki ilişkiyi gösteren “Log-lineer dağılım”dır. Uzun dönem dalga istatistiği log-lineer dağılım ile incelenmiştir. Böylelikle, iskele ya da yanaşma yerlerinde ya da limanlarda dalgaların yol açtığı çalkantıların ne sürelerde olduğu bulunabilmektedir. Log-lineer olasılık dağılım denklemi aşağıda verilmektedir:

$$Q(H_{1/3}) = e^{2,3(H_{1/3}-B)/A} \quad (2)$$

Denklemden; $Q(H_{1/3})$ fırtınalarda oluşan belirgin dalga yüksekliğinin $H_{1/3}$ değerine eşit ya da daha büyük olma olasılığı, $H_{1/3}$ belirgin dalga yüksekliğinin değeri, A ve B dağılım parametreleridir.

Log-lineer olasılık dağılım denklemi aşağıdaki şekilde de yazılabilir:

$$H_{1/3}=A*\text{Log}Q(H_{1/3})+B \quad (3)$$

Seçilen denizel alanın uzun dönem dalga istatistikleri yönlerine göre sunulmakta, istenilen dalga yüksekliğinin yılda kaç saat aşılma olasılığı olduğu hesaplanabilmektedir. Hesaplanan derin deniz belirgin dalga yükseklikleri ve dalga periyotları kullanılarak yıllık ve mevsimlik dalga gülleri hazırlanmaktadır. Yıllık dalga gülleri, belirgin dalga yüksekliğinin tüm yıl boyunca değişik yönlerden oluşma oranlarını göstermektedir. Dalgaların nereden geldiğini gösteren yön dilimleri, coğrafik yönlerle aynı seçilmiştir. Dalga yüksekliği 0.5 metreden küçükse, denizin durumu “sakin” olarak kabul edilmektedir. Bu durumda herhangi bir dalga yönü belirtilmemekte ve oluşma oranı gülün ortasındaki çember içinde verilmektedir.

Belirgin dalga yükseklikleri için en büyük değer istatistiği uygulanmıştır. Belirgin dalga yüksekliğinin yıllık en büyük değerleri, Gumbel dağılımına uydukları varsayımıyla, Gumbel çizim kağıdına yerleştirilmiştir. Noktalara en iyi uyan doğru da çizilmiş ve verisinin kapsadığı sürenin dışına da uzatılmıştır. Herhangi bir yenileme dönemiyle oluşması beklenen belirgin dalga yükseklikleri, çizimin üst yatay eksenini yardımıyla elde edilebilir. Denizel alanda en yüksek dalga yüksekliklerinin genellikle oluştuğu “etken” ve eğer bulunuyorsa “ikincil” yön dilimleri de verilmektedir.

5. EDREMIT DENİZEL ALANI

5.1 Rüzgâr İklimi

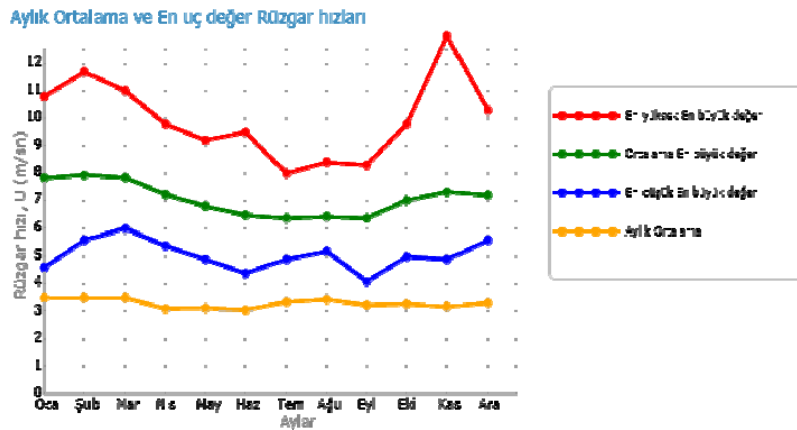
HYDROTAM-3D rüzgâr ve dalga iklimi alt modeli uygulama alanı olarak seçilen Edremit (Balıkesir) denizel alanı konum olarak Edremit Körfezi kuzey batısında yer alan alanını kapsamaktadır. Çalışma bölgesinin rüzgâr ikliminin belirlenebilmesi için, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden elde edilen Edremit (1970-2011) Meteoroloji İstasyonuna ait rüzgâr verisi incelenmiştir (Şekil 1).



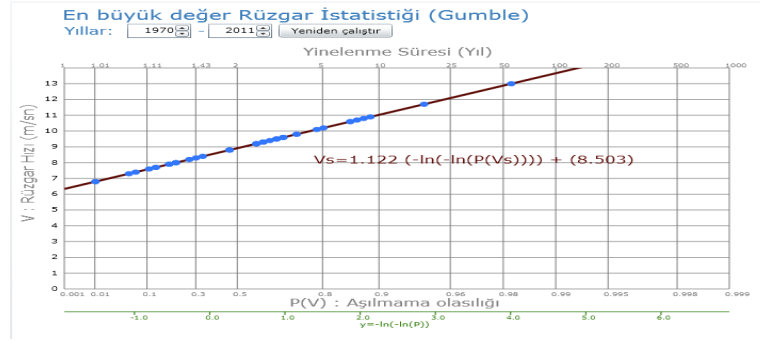
Şekil 1. Meteoroloji İstasyonlarının Konumları

Kaynak: Google Earth, 2012

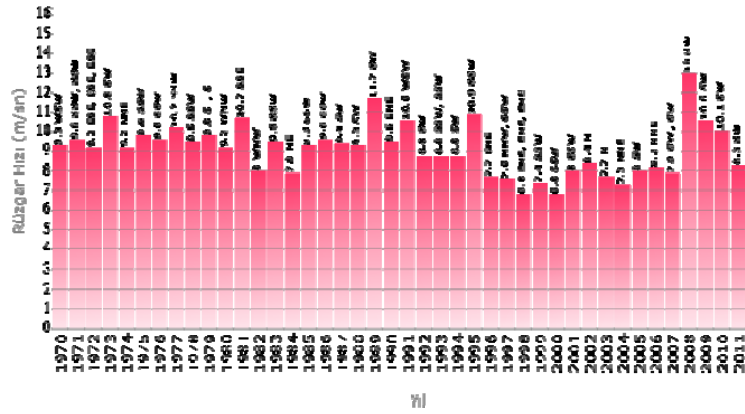
Model çalışmalarında, Edremit Meteoroloji İstasyonu 1970-2011 yılları arası saatlik ortalama rüzgâr hızlarına göre rüzgâr oluşum sayıları belirlenerek, yıllık ve mevsimsel rüzgârgülleri ve rüzgâr analizleri oluşturulmuştur. Aylık ortalama ve en büyük değer rüzgâr hızları Şekil 2'de, en büyük değer rüzgâr istatistiği Şekil 3'de verilmektedir. Rüzgâr hızlarının aylık ortalamaları, meteoroloji istasyonunun kurulduğu tarihten 2011 yılına dek, o ay içindeki tüm rüzgâr hızlarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Aylık en yüksek değerler olarak, aynı sürelerde o ay içerisinde gözlenen en yüksek, en düşük ve ortalama en büyük değerler (herhangi bir ay için, her yılın en yüksek değerlerinin ortalaması) verilmektedir. Yıllara göre en yüksek rüzgâr hızları ve esme yönleri Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 2. Edremit Meteoroloji İstasyonu Aylık Ortalama ve En Büyük Değer Rüzgâr Hızları



Şekil 3. Edremit Meteoroloji İstasyonu En Büyük Değer Rüzgar İstatistiği



Şekil 4. Edremit Meteoroloji İstasyonu Yıllara (1970-2011) Göre En Yüksek Rüzgâr Hızları ve Esme Yönleri

Edremit istasyonunun rüzgar hızı ölçümlerinin incelemeleri sonucunda, bölgede esme sıklığı en yüksek olan hâkim rüzgar yön aralığının KuzeyKuzeyDoğu-Doğu (NNE-E) aralığı olduğu görülmüştür. Bu yön aralığından esen rüzgârların yıllık ortalama değeri yaklaşık 1 m/s olup, maksimum rüzgâr hızının 9,5 m/s ile DoğuKuzeydoğu (ENE) yönünden estiği görülmüştür. İkincil rüzgâr yön aralığı BatıGüneyBatı-BatıKuzeyBatı (WSW-WNW) yön aralığıdır. Bu yön aralığından esen rüzgârların yıllık ortalama değeri yaklaşık 1,1 m/s olup, maksimum rüzgâr hızının 10,6 m/s ile BatıGüneyBatı (WSW) yönünden estiği görülmektedir. Yineleme süresi 50 yıl olan rüzgâr hızı yaklaşık 13 m/s olarak bulunmuştur.

5.2 Dalga İklimi

Dalga istatistikleri için gereken etkin dalga kabarma mesafeleri (“fetch“; rüzgârın estiği doğrultuda, bir karadan diğer karaya uzanan deniz alanının uzunluğu) (Şekil 5) belirlenmiş ve Tablo 1’de sunulmuştur. Edremit denizel alanında konumu itibarıyla en fazla dalga kabarmasına yol açabilecek dalga kabarma mesafeleri BatıKuzeyBatı (WNW) - Güney(S) yönleri aralığındadır (Şekil 5 ve Tablo 1). Diğer yönler için mesafeler 2 km nin altındadır. Bu çalışma kapsamında, yörenin log-normal uzun dönem dalga istatistiği çalışılmıştır. Çalışma sahası denizel alanında, konum olarak en çok BatıKuzeyBatı (WNW) - Güney(S) yönleri aralığından gelecek dalgalar etkili olan dalgalardır. Bu aralık içinde en kritik yönlerden biri olan BatıGüneyBatı(WSW) yönü için uzun dönem dalga istatistiği Şekil 6’de sunulmaktadır. Belirgin dalga yükseklikleri aşılma süreleri ve olasılık dağılımları Tablo 2’de verilmektedir.



Şekil 5. Yönlere Göre Dalga Kabarma Mesafeleri (feç)

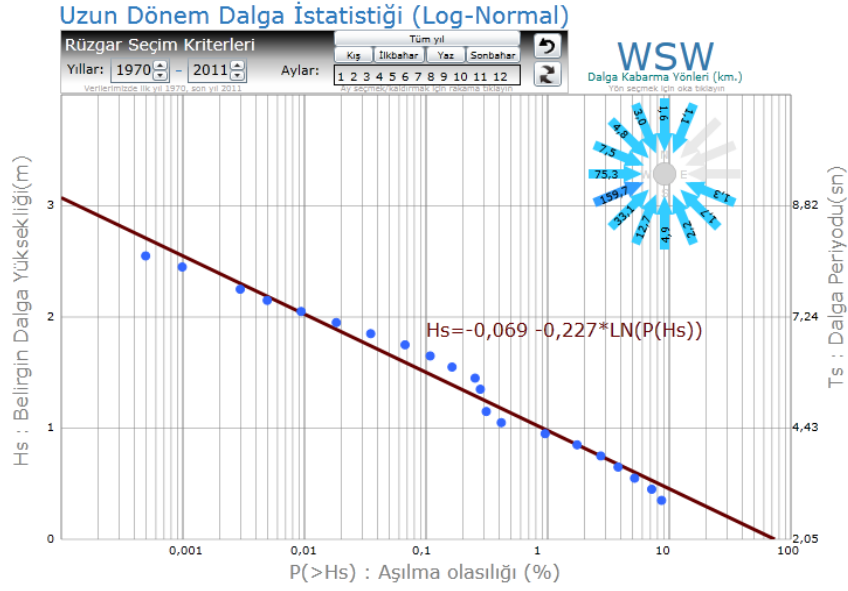
Tablo 1. Etkin Dalga Kabarma Mesafeleri (feç) (km)

Yön	Mesafe (Km)	Yön	Mesafe (Km)
KuzeyKuzeyBatı (NNW)	3,0	GüneyBatı (SW)	33,1
KuzeyBatı (NW)	4,8	GüneyGüneyBatı(SSW)	12,7
Batı KuzeyBatı (WNW)	7,5	Güney(S)	4,9
Batı (W)	75,3	GüneyGüneyDoğu(SSE)	2,2
Batı GüneyBatı (WSW)	159,7		

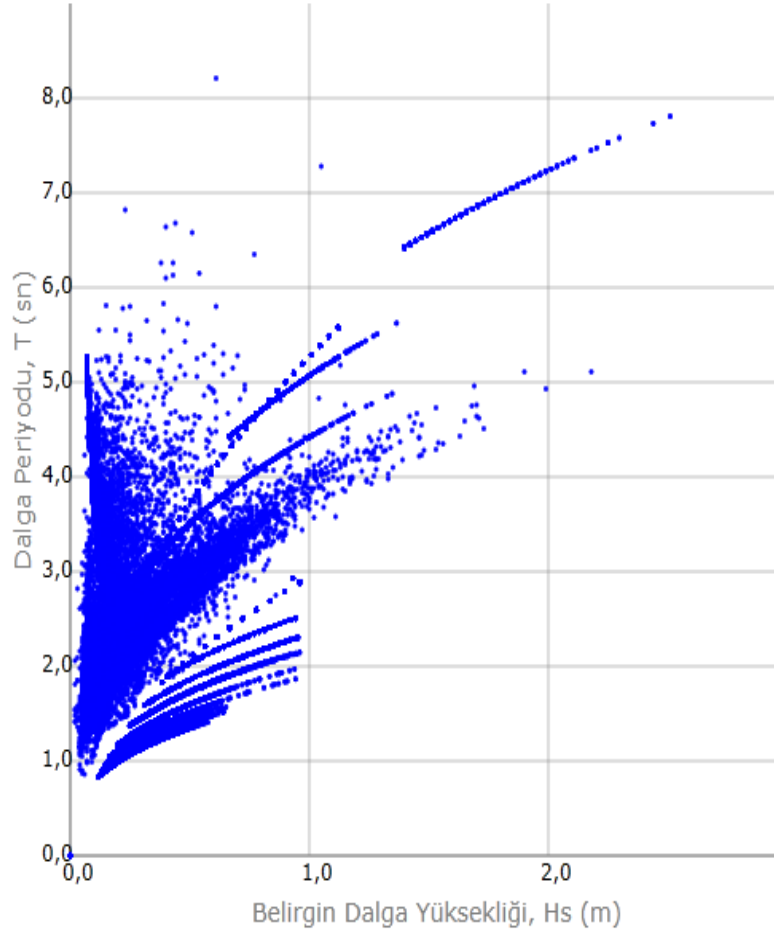
Uzun dönem dalga istatistiği belirgin derin deniz dalga yüksekliği H_s ile dalga periyodu T_s ilişkisi Şekil 7’de, dalga gülü Şekil 8’de sunulmaktadır. Yıllara göre elde edilen en yüksek dalga yüksekliklerinden belirli yinelenme süreleri için elde edilen ekstrem(en yüksek değer) tasarım dalgası değerleri ve aşılma olasılıkları Şekil 9’ da verilmiş ve Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Belirgin Dalga Yükseklikleri Aşılma Süreleri

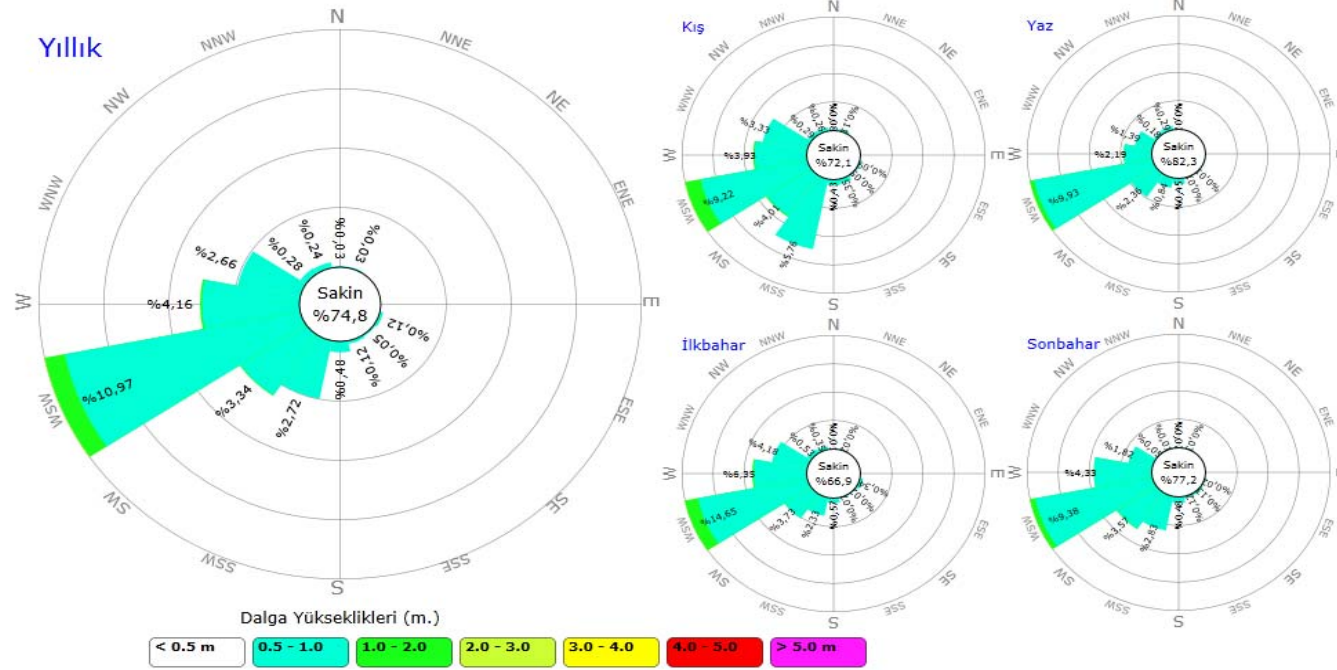
Yön	1 saat/yıl	5 saat/yıl	10 saat/yıl
	H_s (m)	H_s (m)	H_s (m)
WNW	1,1	0,9	0,8
W	1,1	1,0	0,9
WSW	2,0	1,6	1,5
SW	1,1	0,9	0,8
SSW	1,3	1,1	1,0
S	0,8	0,6	0,5



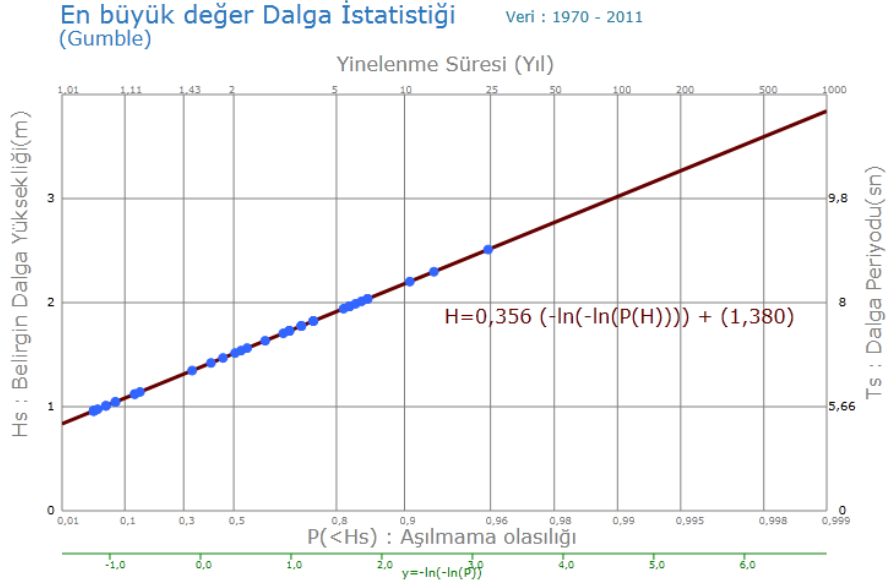
Şekil 6. BatıGüneyBatı (WSW) Yönü İçin Uzun Dönem Belirgin Dalga İstatistiği



Şekil 7. Uzun Dönem Dalga İstatistiği $H_s - T_s$ Grafiği



Şekil 8. Dalga Gülü



Şekil 9. Ekstrem (En yüksek değer) Dalga İstatistiği (Gumbel Dağılımı)

Tablo 3. Yineleme Sürelerine Göre Belirgin Dalga Yüksekliği

	Yineleme Süresi (yıl)				
	5	10	25	50	100
H _s (m)	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0
T _s (sn)	7,8	8,4	9,0	9,4	9,8

6. SONUÇLAR

Türkiye Kıyılarında dalga iklimi çalışmalarında kullanılabilecek ölçülmüş dalga verisi bulunmamaktadır. Bugün dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de dalga tahminleri, rüzgâr ölçümlerine ya da modellerine dayanmaktadır. Bu çalışmada Türkiye Kıyıları için geliştirilmiş olan HYDROTAM-3D modelinin rüzgâr ve dalga iklimi modelleri anlatılmış ve uygulama çalışması olarak Edremit, Balıkesir denizel alanının rüzgâr ve dalga iklimi sunulmuştur.

HYDROTAM-3D Türkiye kıyılarının tüm Meteoroloji İstasyonlarının kuruluşlarından günümüze saatlik rüzgâr (yaklaşık olarak 1970-2011) ölçümlerini içeren ve CBS tabanlı bir programdır. Edremit, Balıkesir denizel alanının HYDROTAM-3D alt modülleri kullanılarak oluşturulan rüzgâr ve dalga iklimi çalışması sonuçları aşağıda verilmektedir.

- Edremit istasyonun rüzgar hızı ölçümlerinin incelemeleri, sonucunda, bölgede esme sıklığı en yüksek olan hâkim rüzgar yön aralığının KuzeyKuzeyDoğu-Doğu (NNE-E) aralığı olduğu görülmüştür. İkincil rüzgâr yön aralığı BatıGüneyBatı-BatıKuzeyBatı (WSW-WNW) yön aralığıdır.
- Edremit denizel alanında konumu itibarıyla en fazla dalga kabarmasına yol açabilecek dalga kabarma mesafeleri BatıKuzeyBatı (WNW) - Güney(S) yönleri aralığındadır.
- Bölgenin log-normal uzun dönem dalga istatistiği sonucunda konum olarak en çok BatıKuzeyBatı (WNW) - Güney(S) yönleri aralığından gelecek dalgalar etkili olan dalgalardır. Bu aralık içinde en yüksek dalga BatıGüneyBatı(WSW) yönünden 1 saat/yıl olasılıkla 2 m. olarak bulunmuştur.
- Dalga gülü incelendiğinde yılın %75'lik bir bölümünde belirgin dalga yüksekliği 0,5 m'den daha azdır.
- Yıllara göre elde edilen en yüksek dalga yüksekliklerinden belirli yinelenme süreleri için elde edilen ekstrem (en yüksek değer) tasarım dalgası değerlerine göre 100 yıllık yinelenme süresi için belirgin dalga yüksekliği 3 m.'dir.

KAYNAKLAR

BALAS L., NUMANOĞLU GENÇ A., İNAN A. (2012) *HYDROTAM: 3D Model for Hydrodynamic and Transport Processes in Coastal Waters*, International Environmental Modelling and Software Society (IEMSS) International Congress on Environmental Modelling and Software Leipzig, Almanya.

BALAS, L., İNAN, A., YILMAZ, E. (2011) Modelling of Sediment Transport of Akyaka Beach, *Journal of Coastal Research*, Vol.64, pp. 460-463.

BALAS, L., İNAN, A. (2010) Modeling of Induced Circulation, *WSEAS Transactions on Fluid Mechanics*, Vol.5, No.3, pp. 132-143

BALAS L., İNAN A., YILDIZ İ. (2006) Numerical Modelling of Coastal Currents, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3980, pp. 547-555.

BALAS L., İNAN A. (2005) Three Dimensional Modelling of Turbulence, *Advances in Computational Methods in Sciences and Engineering*, pp. 48-58.

BALAS L. (2004) Modelling of Interaction Between Surface Waves and Mud Layer, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.3037, pp. 618-621.

BALAS L., ÖZHAN E., (2003) A Baroclinic Three Dimensional Numerical Model Applied to Coastal Lagoons, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.2658, pp. 205-212.

BALAS L., ÖZHAN E. (2002) Three Dimensional Modelling of Stratified Coastal Waters”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Academic Press, UK, Vol.56, pp. 75-87.

BALAS L. (2001) Simulation of Pollutant Transport in Marmaris Bay, *China Ocean Engineering*, Nanjing Hydraulics Research Institute (NHRI), Vol.15, No.4, pp. 565-578.

BALAS L., ÖZHAN E. (2001) Applications of a 3-D Numerical Model to Circulations in Coastal Waters, *Coastal Engineering Journal*, Japan Society of Civil Engineers and Word Scientific Publications, Vol.43, No.2, pp. 99-120.

BALAS L., ÖZHAN E. (2000) Three Dimensional Numerical Modelling of the Marmaris Bay, *Offshore and Polar Engineering Society (ISOPE)*, Vol.3, pp. 547-551.

BALAS L., ÖZHAN E. (2000) An Implicit Three Dimensional Numerical Model to Simulate Transport Processes in Coastal Water Bodies”, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, Vol.34, pp. 307-339.

BALAS L. (1998) *Three-Dimensional Numerical Modelling of Transport Processes in Coastal Water Bodies*, Phd Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, pp. 1-45.

BRETSCHNEIDER, C. L. (1970) *Forecasting Relations for Wave Generation*, Look Lab/Hawaii, Vol.1, No. 3, Honolulu: Department of Ocean Engineering, University of Hawaii.

CEM, *Coastal Engineering Manual* (2006) Coastal Engineering Research Center, Department of the Army, US Army Corps of Engineers, Washington DC, USA.

HASSELMANN, K., ROSS, D. B., MULLER, P., SELL, W. (1976) A Parametric Wave Prediction Model, *Journal of Physical Oceanography*, Vol. 6, pp. 200-228.

HYDROTAM-3D *Üç Boyutlu Hidrodinamik Taşınım Modeli*, <http://hydrotam.com>, Erişim tarihi: 12 Haziran 2013.

İNAN, A., BALAS, L. (2008) Numerical Modeling of Extended Mild Slope Equation with Finite Volume Method, *Computational Methods And Applied Computing*, Vol.3, pp.222-227.

İNAN, A., BALAS L. (2009) Numerical Modeling of Extended Mild Slope Equation with Mac Cormack Method, *Mathematics and Computers in Science and Engineering* , No.1, pp. 195-210.

SPM (1984) *Shore Protection Manual*, U.S. Army Corps of Engineers.

YEGÜL, U. (2005) *Kıyisal Alanlarda Askı Maddesi Taşınımının Modellenmesi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

**İNTERMODAL LİMANLAR VE PAZARLAMA İLETİŞİMİ:
LİMAN WEB SİTELERİNİN İÇERİK ANALİZİ**

**Didem ÇAVUŞOĞLU ¹
Gül DENKTAŞ ŞAKAR ²**

ÖZET

Liman işletmelerinin yoğun rekabet ortamında mevcut ve potansiyel müşterilerine hizmetlerini ve faaliyetlerini sunmada ve bu hizmet ve faaliyetlere yönelik bilgilendirme yapmada pazarlama iletişiminin ve pazarlama iletişimi bileşenlerinin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Limanların pazarlama iletişimi süreçlerinde kendilerini rakip limanlardan farklılaştırmak ve daha fazla müşteri elde etmek adına odaklandıkları belli başlı unsurlar olabilmektedir. Limanların ard bölgeleri (hinterlandları) ile etkin bağlantılar kurabilmeleri ve bu kapsamda intermodal yönlü liman olabilmeleri farklılaştırıcı unsurlardan birisi olarak değerlendirilebilmektedir. Bu çalışma pazarlama iletişimi kavramı ile bağlantılı olarak intermodal yönlü liman sistemlerine ilişkin temel kavramları incelemektedir. Çalışmanın ana amacı içerik analizi yöntemi ile ESPO (European Sea Ports Organization) üyesi limanların web sitelerinin incelenmesiyle birlikte intermodal taşımacılığa yönelik değişkenlerin pazarlama iletişimlerinde ne derece kullanıldığını belirlemektir. Araştırmacının bulgularına göre “intermodal, multimodal, kombine taşımacılık” terimlerine ve intermodal özelliklerine web sitelerinde en çok yer veren limanların Belçika, Fransa, Hollanda ve Almanya’da Hamburg- Le Havre limanları sırasında olduğu görülmüştür. Bu durum intermodal yönlü liman farkındalığı ile gelişmiş liman sistemleri arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *İntermodal taşımacılık, intermodal yönlü limanlar, limanlarda pazarlama iletişimi.*

**INTERMODAL PORTS AND MARKETING COMMUNICATION:
CONTENT ANALYSIS OF PORT WEB SITES**

ABSTRACT

Components of integrated marketing communications have considerable, significant effects for port businesses in a highly competitive

¹Öğr. Gör., Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, didem.cavusglu@cby.edu.tr

²Yrd.Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir
gul.denktas@deu.edu.tr

environment on their services and activities to existing and potential customers as well as informing them about such services and activities. In such marketing communication process, ports may focus on integrated marketing communication elements in order to differentiate themselves from competing ports and attract more customers. Having effective intermodal hinterland networks and gaining intermodal characteristics can be regarded as one of the differentiating factors for ports. This study examines the basic concepts of intermodal port systems in connection with marketing communications concept. The main purpose of this study is to determine to what extent the member ports of ESPO (European Sea Ports Organization) includes the variables of intermodal transport in their websites. To do this, content analysis is used. According to the findings of the study, the terms of "intermodal, multimodal and combined transport" and intermodal capabilities that ports mostly include in their websites are the Hamburg-Le Havre ports located in Belgium, France, the Netherlands and Germany. The findings shows that there is a relationship among the advanced port systems and intermodal oriented port awareness.

Keywords: *Intermodal transport, intermodal oriented ports, marketing communications for ports.*

1. GİRİŞ

Pazarlama iletişimi kuruluş ile hedef kitlesi arasındaki iletişim çabalarının tümü olarak tanımlanabilmektedir (Odabaşı, 2002: 35). Pazarlama iletişimi işletmelerin tüm pazarlama misyonlarının önemli bir parçasıdır ve pazarlama faaliyetlerinin başarı ya da başarısızlığında önemli bir belirleyicidir. Tüm organizasyonlar mali veya mali olmayan nedenlerle ürünlerinin tutundurma çalışmaları için çeşitli pazarlama iletişimi yöntemlerini kullanırlar (Shimp, 2013: 9). Pazarlama iletişimi kavramı ile ürünün tüketiciler tarafından fark edilip tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyebilmek için pazarlama yöneticilerinin yerine getirdikleri tüm eylemler anlatılmaya çalışılmaktadır. Böylece fiyat, ürün ve dağıtım, iletişim değişkenleri olarak daha fazla önem ve ilgi kazanmaya başlamaktadır. Pazarlama iletişimi pazarlamaya yönelik eylemlerdir ve etkili bir pazarlama yapmak için pazarlama iletişim araçlarının verimli kullanımı gerekmektedir (Odabaşı ve Oyman, 2007: 35). Çağdaş pazarlama anlayışı, iyi bir ürün geliştirip hedef kitleye çekici gelecek bir fiyat belirleyerek, yine hedef kitlenin onu kolayca elde edebileceği duruma getirmekten çok daha fazlasını ifade etmektedir. İşletmeler aynı zamanda var olan ve olası tüketicileriyle etkin bir iletişim kurmak zorundadırlar. Bu nedenle her işletme aynı zamanda bir iletişimci rolü de oynamak ve bunu sağlayacak oldukça karmaşık pazarlama iletişimi sistemlerini planlamak ve yönetmek zorundadır (Göksel vd., 1997: 92).

Limanlarda, bu kapsamda çağdaş pazarlama anlayışı çerçevesinde müşterilerine sundukları hizmetlerle ilgili bilgi sağlama ve bu hizmetlerle ilgili pazarlama iletişim faaliyetlerini gerçekleştirmek durumundadırlar. Özellikle artan dünya ticareti ve küreselleşme ile birlikte, limanlar arasındaki rekabetin de yoğunlaştığı görülmektedir. Bu yoğun rekabet ortamında limanların farklı hizmet sunumları ve diğer unsurlar açısından kendilerini diğer limanlardan farklılaştırmaları bir zorunluluk haline gelmektedir. Limanlar için özellikle son yıllarda giderek önem kazanan önemli bir kavramda, limanların hinterlandlarına olan bağlantılarının etkinliğidir. Bu bağlantılar ağırlıklı olarak gerek karayolu, demiryolu veya gerekse de havayolu veya iç su yolları ile gerçekleşmektedir. Gemilere yüklenecek yüklerin limana ulaştırılmasında veya gemilerden boşaltılan yüklerin hinterlanda ulaştırılmasında limanın çeşitli ulaşım modları ile bağlantısının olması önemli ve farklılaştırıcı bir unsur olarak görülmektedir. Bu kapsamda, yüklerin tek ve aynı taşıma birimi, veya karayolu taşıtı içerisinde, ardışık iki veya daha fazla taşıma sistemleri aracılığıyla ve taşıma sistemlerinin değiştirilmesi durumunda dahi yükün kendisi elleçlenmeksizin taşınması (UNECE, 2001) olarak tanımlanan modlar arası taşımacılık (intermodal transport) kavramı, limanlar için giderek önemi daha da fazla artan bir konu olmaktadır.

Son yıllarda intermodalite hem Avrupa hem de ABD'de ulaşım politikalarında önemli bir hedef haline gelmiştir. Limanlar da düşük fiyat, müşteri odaklı hizmet ile birlikte diğer ulaşım modları ile bağlantı sağlayarak ve katma değerli hizmetler sunarak artan müşteri gereksinimlerini karşılamaya çalışmaktadırlar. Limanın performansı sadece dahili süreçler ile sınırlı değildir aynı zamanda “diğer ulaşım modlarına bağlantı” yani intermodalite ve “katma değerli hizmetler” gibi lojistik süreçler ile de ilgilidir. Liman hinterlandı bir limanın hizmetlerini sattığı ve müşterileri ile etkileşime geçtiği alandır ve farklı limanlar hinterlandları arasındaki sınırlar artık intermodal taşımacılık koridorlarının geliştirilmesine bağlıdır.

Bu çalışmada ilk olarak literatür taraması kapsamında liman işletmelerinde pazarlama iletişimi ve ardından da intermodal yönlü limanlar incelenmiştir. Literatür taramasını takiben çalışmanın metodolojisi açıklanmış, ardından çalışmanın bulguları ve son olarak da, çalışmanın sonuçları ve öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Liman İşletmelerinde Pazarlama İletişimi

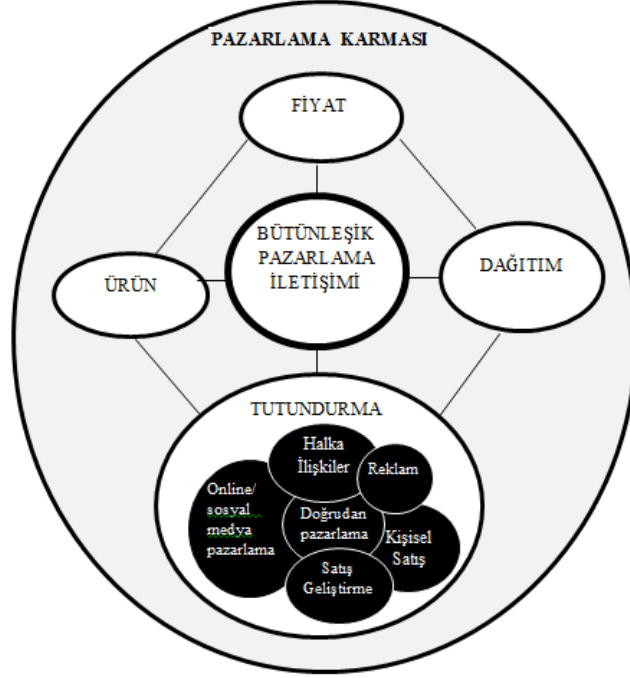
Pazarlama eylemlerini gerçekleştiren işletmenin türü ne olursa olsun kendisi dışında kalan üreticiler, araçlar, resmi kuruluşlar ve en önemlisi tüketicilerle iletişim kurmak zorundadır. Böylelikle onlara işletmenin çalışma alanına giren her türlü düşünce ve etkinliğin anlatılması; üretilen ürün ve hizmetlerin benimsetilmesi için ikna edici – inandırıcı iletişim çabalarına girilmesi gerekli olmaktadır (Babacan, 1998:6). Pazarlama iletişimi kavramı, ürünün tüketiciler tarafından fark edilip tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyebilmek için pazarlama yöneticilerinin yerine getirdikleri tüm eylemleri kapsamaktadır (Odabaşı, 2002: 35). Pazarlama iletişimi; bir kuruluşun varoluşuyla, ürün ve hizmetleriyle ilişkide bulunduğu ve bulunacağı tüm kesimlere neler vaat ettiğini, neler sağlayabileceğini anlatmasını sağlayacak iletişim çabalarının tümüdür. Bu açıdan yaklaşıldığında pazarlama iletişimde bilgi verme yoluyla iletişim gerekli olmakla birlikte yeteri değildir. Çünkü pazarlama iletişimi, hedef tüketicileri ürün, hizmet ya da kurum hakkında bilgilendirmeyi, onların tutum ve davranışlarını istenen yönde ise güçlendirmeyi, tersi yönde ise değiştirmeyi ya da amaçlanan yeni bir tutum ve davranışı oluşturmayı hedeflemektedir. Dolayısıyla pazarlama iletişimin ikna edici bir iletişim süreci olarak değerlendirmek gerekmektedir (Kocabaş vd, 2002: 15-16). Pratik anlamda pazarlama iletişimi reklam, doğrudan pazarlama, duyurum, internet, özel olaylar, paketleme, fiyatlama, aile ve arkadaşlarla ağızdan ağıza iletişim, televizyonda ürün yerleştirme ya da filmler, üniformalardaki logolar, simgeler ya da işletme temsilcileriyle kişilerarası iletişim yolu ile tüketicilerle iletişimi kapsamaktadır (Hutton ve Mulhern, 2002: 2). İşletmelerin pazarlama iletişimi programlarının genel olarak 3 ana hedefi vardır (Shimp, 2013: 9-10);

1. Müşterileri bilgilendirmek (ürün, hizmet, satış koşulları vs.)
2. Müşterileri ikna etmek (belirli ürünleri ve markaları satın almaları, belirli mağazalardan almaları, belirli etkinliklere katılmaları)
3. Eyleme teşvik etmek (satın alma).

Pazarlama iletişimi firmaların paydaşları ile kurduğu diyalogu ve bir anlamda firmanın “ses” ini temsil etmektedir. Pazarlama iletişimi karmaşı aşağıdaki sekiz iletişim aracından oluşmaktadır; reklam, satış geliştirme, sponsorluklar, halkla ilişkiler ve tanıtım, doğrudan pazarlama (posta, telefon, faks, e-posta), interaktif

pazarlama, ağızdan ağıza pazarlama, kişisel satış (Kotler ve Keller, 2009: 56). Pazarlama iletişiminin geniş anlam kazanmasına yönelik yaklaşım, sadece tutundurma eylemlerini pazarlama iletişiminin bir parçası olarak görmekle kalmayıp aynı zamanda ürünün kendisini, markasını, paketini, fiyatını ve dağıtımını da pazarlama iletişimi içerisinde ele almaktadır (Odabaşı ve Oyman, 2002: 35). Pazarlama iletişiminin tanımının merkezindeki düşünce sadece tutundurma faaliyetleri değil tüm pazarlama karması (4P- ürün, fiyat, dağıtım, tutundurma) bileşenleri müşterilerle iletişimde kullanılmalıdır. Birçok işletme, çeşitli tutundurma faaliyetlerini –reklam, kişisel satış, online pazarlama, sosyal medya, halkla ilişkiler vs.- aynı amaca ulaşmak için kullanılan entegre faaliyetler olarak değil birbirinden bağımsız faaliyetler olarak düşünmektedir. Aslında tek tek tutundurma faaliyetlerine odaklanmak yerine, öncelikle müşterilerin problemleri belirlenmeli ve ona en uygun tüm tutundurma faaliyetlerini de içine alan entegre çözüm uygulanmalıdır. Pazarlama iletişimi araçlarının entegrasyonunu sağlamak; birden fazla aracı birbiriyle bağlantılı, koordine şekilde uygulamak daha iyi sonuçlar vermektedir. Örneğin TV ve online reklamı birlikte bağlantılı kullanmak daha fazla dikkat çekmekte, daha fazla güvenilirlik ve olumlu düşüncelere neden olmaktadır (Shimp, 2013: 9-10).

Bütünleşik Pazarlama İletişimi, işletmenin ortak hedef ve amaçlarının stratejik olarak tek elden uygulanmasını ve planlanmasını temel almaktadır. Bu stratejik yaklaşım, işletmenin ürettiği ürün ya da hizmetlerle ilgili alınacak her kararın müşteri tabanlı ve satın alma davranışlarına etki edecek iletişim boyutunu düşünerek planlanması sürecini içermektedir (Bozkurt, 2000: 18). Bütünleşik pazarlama iletişimi, tutundurma karması bileşenlerinin (reklam, halkla ilişkiler, kişisel satış, satış geliştirme, doğrudan pazarlama ve online pazarlama/sosyal medya) kendi arasında ve diğer pazarlama karması bileşenleri (ürün, dağıtım, fiyat) ile koordinasyonunun sağlanması şeklinde tanımlanabilir ve pazarlama karması ile bütünleşik pazarlama iletişimi arasındaki ilişki Şekil 1'deki gibi açıklanabilir.



Şekil 1. Pazarlama Karması ve Bütünleşik Pazarlama İletişimi
(Kotler ve Keler, 2009'dan esinlenilerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Limanların her işletme gibi etkin bir pazarlama iletişimine ihtiyaçları vardır ve liman işletmelerinde pazarlama iletişimine yönelik tüm araçlar kullanılabilir. Pazarlama iletişimi aracılığı ile ürün ve markalar için hedef kitleye uygun imaj yaratılmaktadır (Esmer, 2011: 145). Limanlar, pazarlama iletişimi araçları ile hizmetlerini belirgin ve görünür hale getirebilmektedir (Cahoon, 2007: 154). Limanlar, istihdam yaratarak ve bölgenin ekonomik faaliyetleri için lojistik altyapı sağlayarak geniş bir kesim için sosyal ve ekonomik fayda sağlamaktadır (Cerit, 2002:1). Ancak limanların yarattığı olumlu etkileri çevresine duyurması gerekmektedir. Bu kapsamda limanlar için tutundurma faaliyetleri; reklam, kişisel satış, halkla ilişkiler, satış tutundurma, doğrudan satış, ulusal ve uluslararası fuarlar, konferanslar, liman gezileri, okul ziyaretleri, yurtdışı satış temsilciliklerinin kullanımı, liman çalışanları için kulüpler kurulması olarak sıralanabilir (Bernard, 1995: 8). Sistematiik ve düzenli olarak müşterilere uygulanacak anket ile müşterilerin memnuniyet derecesi, ücret algıları, liman verimliliği, tonajlardaki potansiyel değişiklikler, müşteri ihtiyaç ve beklentilerindeki değişiklikler ve yaşanan operasyonel sorunlar değerlendirilebilir. Yükleme-boşaltma şirketleri,

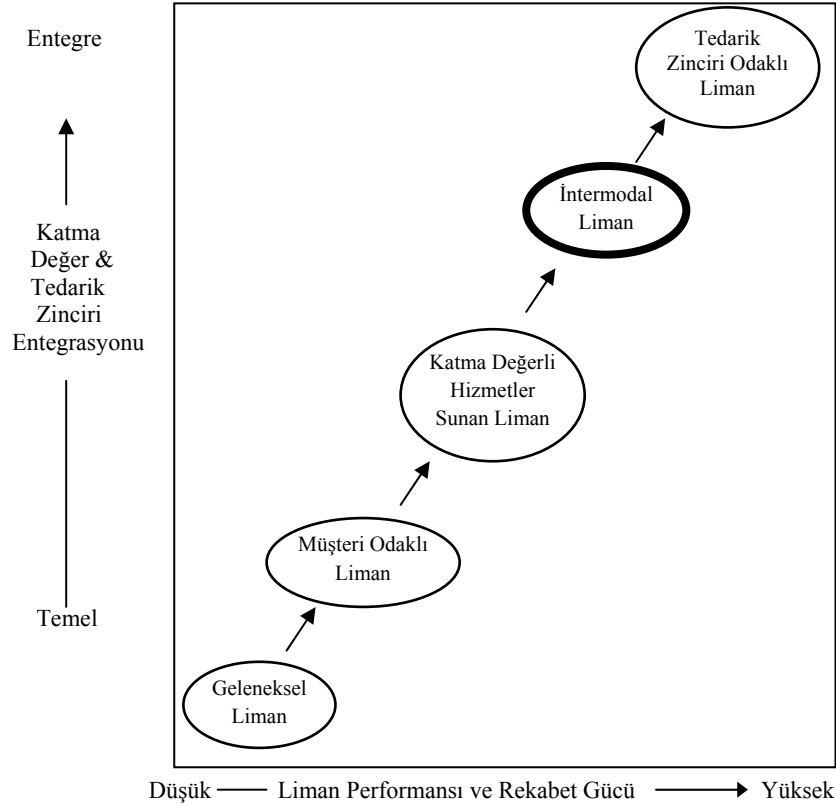
nakliye şirketleri, nakliye acenteleri, yerel idare gibi liman kullanıcılarından oluşan gruplar bir başka etkili geri bildirim sağlayan iletişim aracıdır (Cahoon ve Notteboom, 2008: 15).

Web siteleri limanlar için de önemli bir pazarlama iletişimi aracıdır. Kotler'e (2004: 541-542) göre iki önemli faktör günümüzde pazarlama iletişimi faaliyetlerini değiştirmektedir; birincisi, kitle pazarlama programları yerine müşterilerle daha yakın ilişkiler kurmayı sağlayan odaklı pazarlama programları, ikincisi ise gelişen bilgi teknolojileri ile pazar bölümlendirmeye doğru hareketin hızlanmasıdır. Şirketlerin pazarlama iletişimi araçları olarak CD-ROM kataloglar ve internet siteleri gibi medya araçlarını kullanımı artmıştır. Doğrudan pazarlamanın bugün ulaştığı en son nokta olarak da iletişim teknolojisinin bütün imkânlarının kullanıldığı elektronik ortamda bir başka ifadeyle internette pazarlama gösterilmektedir. Bugün internet üzerindeki etkileşimler gerçek hayattan bile daha yoğun ilerleyebilmektedir. İlk liman web sitelerinden biri Hamburg Limanı tarafından 1997 yılında geliştirilmiştir ve bugün birçok limanın web sitesi olsa da, web sitelerinin halkla ilişkiler ve tanıtım potansiyelini göz ardı ederek, liman kullanıcılarının ihtiyaçlarına odaklanma eğilimindedirler (Cahoon, 2007:154).

2.2. İntermodal Yönlü Liman Kavramı

Limanların intermodal bağlantılarını arttırması, liman otoritelerinin, terminal işletim şirketlerinin ve denizcilik hat işletmecilerinin ana hedefidir (Berg vd., 2012: 2). Liman yetkilileri genellikle liman alanının gelişimine odaklanmaktadır ancak intermodal hinterland bağlantılarının artan önemi ile birlikte rekabetçi pozisyonlarını güçlendirmek için hinterlandlarının gelişiminde daha aktif olmaları gerekmektedir (Berg vd., 2012: 2). Ticaret ve ulaşım sektöründeki gelişmeler ve artan rekabet ile birlikte, liman sistemleri yeniden değerlendirilmektedir (Şekil 2). Geleneksel hizmetler sunan limanlar sadece yük elleçleme ve depolama faaliyetleri yürütürken, müşteri odaklı limanlar, değişen müşteri ihtiyaçlarını fark ederek, ihtiyaçlarını anlamak için müşterileri ile daha yakın ilişkiler oluşturmaya, hizmet ve altyapılarını o yönde geliştirmeye başlamışlardır. Müşteri taleplerinin çeşitliliği arttıkça sürdürülebilir rekabet avantajı oluşturmak ve müşterilerine farklı hizmetler sunmak için katma değerli hizmetler limanlar için önemli hale gelmiş ve limanlar intermodal sistemler de dâhil olmak üzere daha fazla kara tarafı operasyonlara odaklanmış, böylece “İntermodal Liman” kavramı ortaya çıkmıştır. İntermodal liman, deniz / su yolları ara yüzünün, taşımacılık faaliyetlerinin diğer formları (karayolu, demiryolu ve / veya hava) ile birleştirildiği yer olarak tanımlanabilir.

Son aşamada ise tedarik zinciri odaklı limanlar müşterilerinin tedarik zincirlerinde yer almakta ve müşteriler kendi performansına bağlı olarak bu hizmetleri sağlayan limanlarla çalışmayı seçmektedirler (Denktaş Şakar ve Deveci, 2012: 4).



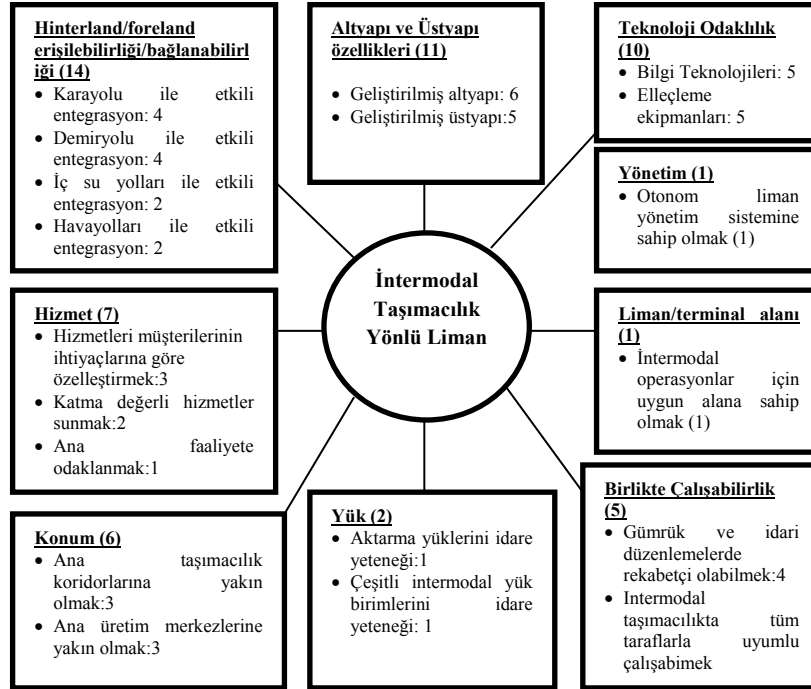
Şekil 2. Liman Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Kaynak: Denktaş Şakar ve Deveci, 2012: 5

UNCTAD'ın (1999) liman sınıflandırmasında birinci ve ikinci nesil limanlar özellikle dökme yük operasyonlarının gerçekleştirildiği gemi/kıyı arayüzü iken, üçüncü nesil limanlar konteyner yüklerinin yoğunlaştığı, katma değerli hizmetler sunan lojistik ve intermodal bağlantı noktaları haline dönüşmüştür. Son olarak dördüncü nesil limanlar ise operatörler ile dikey ve yatay bütünleşme stratejilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. UNCTAD'ın (1999) liman sistemlerinin sınıflandırılması dışında, Notteboom ve Rodrigue (2010) liman sistemlerinin gelişimi üzerine altı aşamalı bir model geliştirmiştir. İlk dört aşama geleneksel liman büyüme teorileri ile açıklanırken, daha sonraki iki aşama liman ve hinterland ilişkilerine

odaklanmaktadır. Beşinci aşama merkezi yönetim yerine yerinden yönetim ve kara tarafına odaklanırken, bölgeselleşme olarak adlandırılan altıncı ve son aşama ise limanların karadaki yük dağıtım merkezleri ve terminaller ile entegrasyonu ile ilgilidir. Bu son aşamanın özelliği, global lojistik ve üretim ağlarının gereksinimlerini karşılamak için, limanın hinterlandında bir yük merkezi ve intermodal lojistik merkezlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Limanlar çift yönlü lojistik sistemler olarak gemilerle gelen yükleri kara veya demiryolu ile hinterlandına, hinterlandından gelen yüklerin de denizyolu taşımacılığı için gemilere dağıtımını yaparlar. Bu nedenle liman sistemleri yüksek düzeyde koordinasyon ve diğer modlarla bağlantı gerektirmektedir. Bu yüzden limanın intermodal yetenekleri önemlidir, özellikle iki ana intermodal yetenek olarak modların birlikte çalışabilirliği ve bağlanabilirliği (interoperability and interconnectivity) olarak kabul edilebilir. Birlikte çalışabilirlik, taşıma araçlarının (kamyon, tren, gemi vb) eşit ve etkin şekilde sınırın diğer tarafında çalışabilmesi anlamına gelir. Bağlanabilirlik ise farklı coğrafi bölgelerdeki ağlara erişim ve entegre kapıdan kapıya taşıma hizmeti sağlayabilmek için ulaşım modlarının yatay koordinasyonudur. Bu koordinasyonun sağlanması için ön koşul aktarma/transfer teknolojilerin, tesis ve ekipmanın, gözetim ve rehberlik sistemlerinin yanı sıra deneyimli ve eğitilmiş personelin varlığıdır. Liman ve hinterlandı arasında başarılı entegrasyon olması için birlikte çalışabilirlik ve bağlanabilirlik özelliklerinin tüm liman sistemi için etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Denktaş Şakar ve Deveci, 2012: 2).



Şekil 3. İntermodal Taşımacılık Odaklı Limanı'nın Başlıca Özellikleri

Kaynak: Denктаş Şakar ve Deveci, 2012: 17

Denктаş Şakar ve Deveci'nin (2012) gerçekleştirdiği odak grup çalışmasına göre intermodal yönlü limanlar 9 ana bileşene sahip olmalıdır. Bunlar Şekil 3'te görüldüğü gibi; Hinterland/Foreland erişilebilirliği/bağlanabilirliği, Altyapı ve Üstyapı özellikleri, Teknoloji odaklılık, Hizmet, Konum, Birlikte Çalışabilirlik, Yük, Yönetim, Liman /Terminal alanı olarak sıralanabilir. Hinterland ve foreland bağlanabilirliği odak grup çalışmasında en yüksek oyu (parantez içindeki sayılar odak grupta katılımcılar tarafından belirtilen değişkenlerin aldığı oyları temsil etmektedir) almıştır. Liman Hinterlandı kısaca liman üzerinden yapılan ticaretin kara alanını ifade ederken liman forelandi ise liman üzerinden yapılan ticaretin denizası alanını ifade etmektedir (Rodrigue ve Nottebom, 2010: 19). Hinterland ve foreland bağlanabilirliğinin ardından limanların altyapı ve üstyapı özellikleri ikinci önemli bileşen olarak kabul edilmiştir. Yüksek oy alan bir diğer bileşen ise teknoloji odaklılık olmuştur. Limanlar ile ilgili temel teknolojik faktörler; ekipmanlar (vinçler, reach stacker, forklift vb) ve yazılım (Terminal İşletim Sistemleri, Liman Yönetim Bilgi Sistemleri) olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca, ana taşımacılık koridorlarına ve üretim merkezlerine yakınlık gibi Konum özellikleri, müşteri ihtiyaçlarına göre hizmetleri özelleştirmek,

katma değerli hizmetler sunmak gibi Hizmet ve Birlikte çalışabilirlik değişkenleri önemli kabul edilmiştir.

3. METODOLOJİ

Bu çalışma, literatür taramasına dayalı pazarlama iletişimi ve intermodal yönlü liman sistemlerine ilişkin temel kavramları açıklamayı ve AB'deki limanların pazarlama iletişimi faaliyeti olarak web-sitelerinde intermodal özelliklerine ne kadar yer verdiklerinin değerlendirmesini yapmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla ESPO (European Sea Ports Organization) üyesi limanların web siteleri incelenmiştir. Marinalar, kendi web-sitesi olmayan, bakımda olan, sadece balıkçılık amaçlı veya yolcu taşımacılığı amaçlı kullanılan limanlar dikkate alınmayarak toplam 214 limanın İngilizce web-siteleri 04 Temmuz 2013 – 20 Temmuz 2013 tarihleri arasında ziyaret edilmiştir.

Literatür çalışmasından yararlanılarak, intermodal yönlü limanların 9 ana bileşeni (Hinterland/Foreland erişilebilirliği/bağlanabilirliği, Altyapı ve Üstyapı özellikleri, Teknoloji odaklılık, Hizmet, Konum, Birlikte Çalışabilirlik, Yük, Yönetim, Liman /Terminal alanı) liman değerlendirme ölçütü olarak belirlenmiştir. Ziyaret edilen her liman web sitesi belirlenen 9 ölçüte göre tek tek değerlendirilmiştir. Çalışmanın "Araştırmanın Bulguları" bölümünde araştırma sonuçları tablolar halinde sunularak, değerlendirme yapılmıştır. Web sitelerine ilişkin değerlendirme yapılırken içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi, bir metindeki değişkenleri ölçmek amacıyla, sistematik, tarafsız ve sayısal olarak yapılan analizi ifade etmektedir (Wimmer ve Dominick, 2000: 135-136). İçerik analizinde amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. İçerik analizinde veriler kavramsallaştırılır, organize edilir, sistematik bir şekilde kodlanarak sayısallaştırılır, örneklem seçildikten sonra kategorilerin frekansları belirlenir, daha sonra değerlendirme çıkarımda bulunma ve yorumlama aşamasına gelinir (Bilgin, 2006: 27) Çalışmada belirlenen 9 intermodal liman bileşenine dayanılarak hazırlanan listeye, ziyaret edilen her sitede bileşenlerden bahsedilip bahsedilmediği girilmiştir. Çalışma, araştırma amaçlarına uygun tarama modeli kullanılarak yapılmıştır. Tarama modeli var olan mevcut durumu değiştirmeye kalkışmadan var olduğu biçimiyle betimlemeyi amaçlamaktadır (Karasar, 1998: 77).

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Entegre pazarlama iletişimi kapsamında diğer pazarlama faaliyetleri ile web sitelerinin entegrasyonunu sağlamak, koordine şekilde uygulamak daha iyi sonuçlar vermektedir, daha fazla dikkat çekmekte, daha fazla güvenilirlik ve olumlu düşüncelere neden olmaktadır. Limanların da diğer işletmeler gibi müşteri ilişkileri yönetiminde iletişim araçlarını kullanması ve yarattığı sosyal, ekonomik etkileri çevresine duyurması gerekmektedir. Limanların rekabetçi durumlarını güçlendirebilmeleri için intermodal taşımacılık yönlü hizmetlerini geliştirmeleri ve farklılık yaratan bir faaliyet olarak da müşterilerine duyurmaları gerekmektedir. AB'deki limanların pazarlama iletişimi faaliyeti olarak web-sitelerinde intermodal özelliklerine ne kadar yer verdiklerinin değerlendirmesini yapmak amacıyla web siteleri incelenmiş ve Tablo 1'deki sonuçlar elde edilmiştir. Bu kapsamda AB limanlarının web sitelerinde yer verdikleri intermodal özellikleri, ülkelere ve limanlara göre dağılımı ile liman sayısı ile intermodal özelliklere yer verme oranı aşağıdaki gibidir. 24 ülkeden 214 limanın web sitesinin değerlendirildiği Tablo 1'e göre:

- 54 liman ile İngiltere en fazla sayıda limana sahiptir, İngiltere'yi 21 liman ile İspanya, 20 liman ile İsveç, 16 liman ile Finlandiya, 15 liman ile Almanya ve Danimarka takip etmektedir.
- Tabloda yer alan tüm limanların web siteleri bulunmaktadır, bu anlamda internette var olmanın tüm limanlar için önemli bir pazarlama iletişim aracı olarak görüldüğü ortaya çıkmaktadır.
- İntermodal yönlü limanların bileşenlerinden Hinterland/foreland erişebilirliği/bağlanabilirliği yani diğer taşımacılık modları ile entegrasyon, limanların web sitelerinde en çok yer verdikleri intermodal özellik olduğu görülmektedir.
- Limanın coğrafi konumu, taşımacılık koridorlarına ve üretim merkezlerine yakınlığı limanların web sitelerinde en çok yer verdikleri ikinci özelliktir, üçüncüsü ise müşterinin ihtiyaçlarına odaklanmak, katma değerli hizmetler sunmak, terminallerde uzmanlaşmak gibi hizmetler yer almaktadır.
- 214 liman içinde 34 tanesinde web sitelerinde “intermodal, multimodal, kombine taşımacılık” terimlerine ve /veya bölümlerine yer vermektedir.
- “İntermodal, multimodal, kombine taşımacılık” terimlerine ve/veya bölümlerine web sitelerinde yer veren liman sayısının en fazla olduğu ülkeler, Belçika, Fransa, Hollanda ve Almanya olduğu bu limanların Hamburg- Le Havre limanları sırasındaki

rakip limanlar olduğu görülmektedir. Bu ülkelerdeki limanların intermodal farkındalıklarının yüksek olduğu, intermodal faaliyetlerinin diğer ülke limanlarından daha etkin olduğu web sitelerinden anlaşılmaktadır. Örneğin Rotterdam Limanında 2009 yılında yüklerin %39 iç su yolu, %13,5 demiryolu ile taşındığı belirtilmekte, 2035 yılında bu oranların sırasıyla %45 ve %20 çıkarılması planlanmaktadır (Rotterdam Port, 2010).

Tablo 1. AB Limanlarının Web Sitelerinde Yer Verdikleri İntermodal Özelliklerinin Dağılımı

Ülke		Liman Sayısı	"intermodal, multimodal, combined transport" terimlerine yer verme	Hinterland/foreland erişebilirliği/bağlanabilirliği	Altayapı/Üstyapı Özellikleri	Teknoloji Odaklılık	Hizmet	Konum	Birlikte Çalışabilirlik	Yük	Yönetim	Liman/Terminal alanı	TOPLAM	İNTERMODAL ÖZELLİK SAYISI/LİMAN SAYISI
1	Romanya	1	1	1	1		1	1					5	5,0
2	Bulgaristan	2		1	1	2	1	1					6	3,0
3	Kıbrıs	1											0	0,0
4	Yunanistan	5		1	1	2		1		2			7	1,4
5	Hırvatistan	5		2		2			1		1		6	1,2
6	İtalya	12	2	5	3	4	5	5	1	2		2	29	2,4
7	Malta	1			1	1	1	1					4	4,0
8	İspanya	21	2	5	7	5	6	11	2	2		1	41	2,0
9	Portekiz	4	2	4		2	1	4					13	3,3
10	Fransa	10	4	6	3	3	6	7	2	1		3	35	3,5
11	Belçika	5	5	5	5	4	3	5	3	1		1	32	6,4
12	Hollanda	5	3	3		1	3	3		2	1	2	18	3,6
13	Almanya	15	5	12	4	3	10	11		9	5	2	61	4,1
14	Polonya	3	1	2			2	1		3			9	3,0
15	Litvanya	1	1	1		1		1					4	4,0
16	Letonya	2			1		1	1					3	1,5
17	Estonya	1			1			1			1		3	3,0
18	Finlandiya	16		7	3	2	8	5		4	1	2	32	2,0
19	İsveç	20	2	11	7	3	11	8		9			51	2,6
20	Danimarka	15	2	7	3	5	8	4		2		4	35	2,3
21	Norveç	5		3	1		1	2		1			8	1,6
22	Birleşik Krallık	54	2	33	20	12	22	29		20	5	2	145	2,7
23	İrlanda	9	2	5	5	1	7	5		4	1		30	3,3
24	İzlanda	1						1					1	1,0
TOPLAM		214	34	114	67	53	97	108	9	62	15	19		

Tablo 2. İntermodal Yönlü Liman Farkındalığının Oluştığı AB Limanlarının Web Sitelerinde Yer Verdikleri İntermodal Özellikleri

Ülke	Liman	Hinterland/ foreland erişebilirliği/ bağlanabilirliği	Altyapı/Ustyapı Özellikleri	Teknoloji Odaklılık	Hizmet	Konum	Birlikte Çalışabilirlik	Yük	Yönetim	Liman/Terminal alanı
Fransa	The Port of Sete	x				x				
Fransa	Port of Bordeaux	x	x		x		x			
Fransa	Port of Nantes – Saint Nazaire	x	x	x	x	x	x			x
Fransa	Brest Port				x	x				x
Fransa	Port of Caen				x					
Fransa	Port of Le Havre	x	x	x	x	x		x		x
Fransa	Port of Rouen	x				x				
Fransa	Port of Boulogne	x		x	x	x				
Fransa	Port of Calais					x				
Toplam	9	6	3	3	6	7	2	1		3
Belçika	Port of Oostende	x	x	x	x	x	x	x		
Belçika	Port of Zeebruggeport	x		x	x	x	x			x
Belçika	Port of Ghent	x	x	x	x	x				
Belçika	Zeeland Seaports	x				x				
Belçika	Port of Antwerp	x	x	x		x	x			
Toplam	5	5	3	4	3	5	3	1		1
Hollanda	Port of Moerdijk			x		x				
Hollanda	Port of Rotterdam	x			x	x		x		x
Hollanda	Port of Amsterdam	x			x	x				
Hollanda	Port of Zeehaven								x	
Hollanda	Groningen Seaports	x			x			x		x
Toplam	5	3		1	3	3		2	1	2

Tablo 2. İntermodal Yönlü Liman Farkındalığının Oluştığı AB Limanlarının Web Sitelerinde Yer Verdikleri İntermodal Özellikleri (Devamı)

Ülke	Liman	Hinterland/ foreland erişebilirliği/ bağlanabilirliği	Altyapı/Ustyapı Özellikleri	Teknoloji Odaklılık	Hizmet	Konum	Birlikte Çalışılabilirlik	Yük	Yönetim	Liman/Terminal alanı
Almanya	Seaport of Emden	x	x	x	x	x		x		
Almanya	Port of Wilhelmshaven	x			x	x		x		
Almanya	Oldenburg									
Almanya	Brake Ports	x	x		x	x		x	x	
Almanya	Bremen Ports	x	x		x	x				
Almanya	Cuxport Port	x	x		x	x		x		
Almanya	Brunsbüttel Ports	x		x	x	x		x	x	
Almanya	Hamburg Port	x				x				x
Almanya	Port of Kiel	x			x	x		x		
Almanya	Lübeck Port/LHG Group	x			x				x	
Almanya	Wismar Port	x		x	x	x		x		
Almanya	Rostock Port	x				x		x	x	x
Almanya	Sassnitz Port	x			x	x		x	x	
Toplam	13	12	4	3	10	11		9	5	2

- Rotterdam Limanından Almanya'ya direk demiryolu ve oradan tüm Avrupa'ya, Ren ve Sen nehirleri ile Belçika, Almanya, Fransa ve Hollanda'nın içine dağıtım yapılabilmektedir. Hamburg Limanında 2011 yılında toplam 132 milyon ton yük elleçlenmiş bunun 42 milyon tonu yani %32'si demiryolu ile taşınmıştır (Hamburg Port, 2011). Aynı şekilde Antwerp limanında da 24 milyon ton toplam yükün %12'si demiryolu ile taşınmaktadır (Antwerp Port, 2013).
- Web sitelerinde yer verdikleri intermodal özelliklerinin sayısı ile o ülkedeki limanların sayısı oranlandığında, intermodal özelliklerini pazarlama iletişimde en çok yer verildiği ülkelerin sırasıyla Belçika, Almanya, Hollanda, Fransa ve Romanya ve Malta olduğu görülmektedir. Avrupa'nın en büyük üç konteyner limanı olan Rotterdam, Hamburg ve Antwerp (Lloydslist, 2013) bu limanlar arasında yer almaktadır. Avrupa'nın en büyük limanlarının intermodal özelliklerinin diğerlerine göre gelişmiş olduğu ve limanların bu özelliklerini web sitelerinde öne çıkardıkları görülmektedir.
- Avrupa'nın en büyük 3 konteyner limanının yer aldığı İntermodal yönlü liman farkındalığının olduğu anlaşılan Belçika, Fransa, Hollanda ve Almanya'daki Hamburg- Le Havre limanlarındaki limanların web

sitelerinde vurguladıkları intermodal özellikleri tablo 3 te özetlenmiştir. Tabloda görülebileceği gibi 4 ülkedeki limanlarında en çok Hinterland/Foreland erişebilirliği/bağlanabilirliği, Hizmet ve Konum intermodal bileşenlerine web sitelerinde yer verdikleri anlaşılmaktadır.

- En fazla limana İngiltere'nin sahip olduğu görülmekte ancak bu limanların intermodal özelliklerinin çok güçlü olmadığı olsa bile bu özelliklerine web sitelerinde çok fazla yer vermedikleri görülmektedir. Aynı şekilde İspanya ve Finlandiya'da çok sayıda liman olmasına rağmen varsa da intermodal özelliklerine web sitelerinde yer vermedikleri anlaşılmaktadır. Bu ülkelerde intermodal farkındalığının Belçika, Hollanda, Almanya'daki kadar oluşmadığı anlaşılmaktadır.

5. ARAŞTIRMANIN SONUÇLARI VE ÖNERİLER

Limanların ayakta kalabilmelerinin tek yolu kullanıcılarını dinlemekten, onlarla fikir alışverişinde bulunmaktan böylece beklentilerini anlamak ve karşılamaktan geçmektedir. Liman işletmelerinin sundukları hizmetler, stratejileri, politikaları, sosyal sorumluluk projeleri vb. gibi limanlara yönelik birçok bilginin sunulduğu web siteleri, liman işletmelerinin pazarlama iletişiminde kullandıkları önemli bir araç olmaktadır. Bu çalışma, yoğun rekabet ortamında müşterilerine hizmet veren liman işletmelerini pazarlama iletişimi kapsamında intermodal yönlü olup olmadıkları veya ne derece oldukları açısından incelemiştir.

Bu çalışma ESPO (European Ports Organization) üyesi limanların web sitelerinin incelenmesi ile bu limanların pazarlama iletişimlerinde intermodal yönlü olma özelliklerini ne derecede kullandıklarına yönelik inceleme yapmayı amaçlamıştır. Liman-hinterland entegrasyonu ve bağlantısı kavramının giderek önem kazandığı ve bu durumun limanların müşteriler tarafından tercih edilmesinde oldukça önemli bir belirleyici olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmanın özellikle limanların pazarlama iletişimi kapsamında intermodal yönlü olma özelliklerinin incelenmesi açısından öncü bir çalışma olduğu belirtilebilir. Bu kapsamda belirtilen üye limanların web siteleri içerik analizi yöntemi ile incelenmiş ve özetle intermodal yönlü liman farkındalığının Hamburg- Le Havre limanları sırasının yer aldığı Belçika, Fransa, Hollanda ve Almanya da olduğu görülmüştür. Avrupa'daki en büyük 3 konteyner limanın bu bölgede olduğu düşünüldüğünde, bu durum intermodal yönlü liman farkındalığı ile gelişmiş liman sistemleri arasında bir ilişki olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Çalışmada sadece ESPO üyesi limanların web sitelerinin incelenmesi çalışmanın bir kısıtı olarak değerlendirilebilir. Türkiye'deki limanlara yönelik benzer bir

çalışmanın gerçekleştirilmesi gelecek çalışmalar için önerilebilir. Türkiye’de intermodal taşımacılığın giderek önem kazanması, demiryollarına yönelik yapılan yatırımların ve yasal düzenlemelerin hız kazanması ve limanların da bu kapsamda yatırımlarını ve kapasitelerini artırma çabaları, bu çalışmanın Türkiye’deki limanlar için de gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın farklı bölgelerdeki limanlar için de tekrarlanması ve Avrupa limanları ile diğer bölge limanları arasında karşılaştırmalar gerçekleştirilmesi gelecekteki çalışmalar için önerilebilir. Ayrıca, intermodal yönlü liman özelliklerinin her biri ayrı ve daha detaylı olarak incelenerek liman işletmelerinin hangi özelliklere pazarlama iletişim sürecinde ağırlık verdiği incelenebilir. Bununla birlikte, liman işletmelerinin pazarlama bölümü yöneticileri ile pazarlama iletişiminin farklı unsurlarını ne şekilde kullandıkları gerek nitel gerekse de nicel çalışmalar yoluyla incelenebilir.

KAYNAKLAR

BABACAN, M. (1998) Pazarlamanın İletişimi: Kavramsal bir İrdeleme, *Pazarlama Dünyası*, Temmuz-Ağustos, Yıl.12, Sayı.70, ss. 6.

BERG, R.V., DE LANGEN, P.W., COSTA, C.R. (2012) The Role of Port Authorities in New Intermodal Service Development; The Case of Barcelona Port Authority, *Research in Transportation Business & Management*, No.5, pp. 78–84.

BERNARD, K., (1995) *UNCTAD Monographs on Port Management: Marketing Promotion Tools for Ports*, New York, United Nations.

BİLGİN, N. (2006) *Sosyal Bilimlerde İçerik Analizi, Teknikler ve Örnek Çalışmalar*, Siyasal Kitabevi, Ankara.

BOZKURT, İ. (2000) *İletişim Odaklı Pazarlama Tüketiciden Müşteri Yaratmak*, Mediacat, İstanbul.

CAHOON, S. (2007) Marketing Communications for Seaports: A Matter of Survival and Growth, *Maritime Policy & Management*, Vol.34, No.2, pp. 151-168.

CAHOON, S., Notteboom, T. (2008) Port Marketing Tools in a Logistics Restructured Market Environment: The Quest for Port Royalty, *Proceedings of the 2008 International Association of Maritime Economists (IAME) Conference*, April, Dalian, China.

CERİT, A.G. (2002) Ports and Community Effects: Analysis of the Impact of Marketing Public Relations, *Proceedings of the 2002 International Association of Maritime Economists (IAME) Conference*, Panama.

DENKTAŞ ŞAKAR, G., DEVECİ, D. (2012) *Intermodal Transport Orientation of Ports: A Focus Group Study*. WCTRS Sig 2 Conference, Key Developments in the Port and Maritime Sector, 21-22 May 2012, Antwerp, Belgium.

ESMER, S. (2011) *Liman İşletmelerinde Hizmet Pazarlaması*, Detay Yayıncılık, Ankara.

ESPO (European Sea Ports Organisation) (2013) *Port Tracker*. http://www.espo.be/index.php?option=com_content&view=article&id=158&Itemid=53 Erişim Tarihi: 07.07.2013.

GÖKSEL B., KOCABAŞ F. ve ELDEN, M. (1997) *Pazarlama İletişimi Açısından Halkla İlişkiler ve Reklam*, Yayınevi Yayıncılık, İstanbul.

HUTTON, J.G., MULHERN, F.J. (2002) *Marketing Communications: Integrated Theory, Strategy & Tactics*, Pentagram Publishing, USA.

KARASAR, N. (1998) *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

KOCABAŞ, F., ELDEN, M., YURDAKUL, N. (2002) *Reklam ve Halkla İlişkilerde Hedef Kitle*, İletişim Yayınları, İstanbul.

KOTLER, P (2004) *Integrated Marketing Communications Strategy*, http://www.pearsoned.ca/highered/divisions/virtual_tours/kotler/kotler_ch13.pdf, Erişim Tarihi: 03.07.2013

KOTLER, P., KELLER, K.L. (2009) *Marketing Management*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

LLOYD'S LIST, (2013) *Top 100 Container Ports*, <http://www.lloydlist.com/ll/news/article412303.ece>, Erişim Tarihi: 07.07.2013

ODABAŞI, Y. (2002) *Pazarlama İletişimi Yönetimi*, MadiaCat Yayınları, İstanbul.

ODABAŞI, Y., OYMAN, M. (2007) *Pazarlama İletişimi Yönetimi*, Mediacat Yayınları, İstanbul.

PORT OF ANTWERP (2013) *Intermodal Solutions*. <http://www.portofantwerp.com/en/intermodal-solutions> Erişim Tarihi: 06.07.2013

PORT OF HAMBURG (2011) *Annual Report 2011*, <http://www.hamburg-port-authority.de/en/press/Brochures-and-publications/Documents/Annual-Report2011.pdf>, Erişim Tarihi: 06.07.2013

PORT OF ROTTERDAM (2010) *Port Special Rotterdam Container Port*, <http://www.portofrotterdam.com/nl/Brochures/Container-special-june-2010.pdf> Erişim Tarihi: 06.07.2013

RODRIGUE, J.P. ve NOTTEBOOM, T. (2010) Comparative North American and European Gateway Logistics: The Regionalism of Freight Distribution, *Journal of Transport Geography*, Vol.18, No.4, pp. 497-507.

RODRIGUE, J.P. ve NOTTEBOOM, T. (2010) Foreland-based Regionalization: Integrating Intermediate Hubs with Port Hinterlands, *Research in Transportation Economics*, Vol. 27, No.1, pp. 19-29.

SHIMP, T. A. (2013) *Advertising Promotion and Other Aspects of Integrated Marketing Communications*, Cengage Learning, USA.

UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT) (1999) *Technical Note: The Fourth Generation Port*, UNCTAD Ports Newsletter, Vol.19, pp. 9–12.

UNECE (ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE) (2001) *Terminology on Combined Transport*, New York and Geneva.

WIMMER, R. D., DOMINICK, J. R. (2000) *Mass Media Research: An Introduction*, Wadsworth Publishing Company, Belmont.

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

**TEKNİK SEYİR HİZMETLERİNDE KAYNAKLARIN
SİMÜLASYON MODELLEMESİ YÖNTEMİYLE
OPTİMİZASYONU: RÖMORKÖR PARK YERİ SEÇİMİ**

Selçuk NAS¹

ÖZET

Suyollarında, kıyı tesislerinde ve açık deniz yapılarında deniz araçlarının manevra emniyeti ve verimliliği için kılavuzluk, römorkörcülük ve palamar hizmetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hizmetler genel olarak “teknik seyir hizmetleri” (technical-nautical services) olarak isimlendirilmektedir. Teknik seyir hizmetleri kapsamında gemi ve deniz araçları için sunulan römorkörcülük hizmetlerinin verimliliği, teşkilatların işletme maliyeti ve hizmet kalitesi açısından son derece önemli bir konudur. Römorkör hizmetinin sunulma biçimi, hizmet talebini yerine getirme zamanı, hizmet sahasının büyüklüğü, çekme kuvveti yeterliliği, römorkör sayısı ve manevra kabiliyeti bu hizmetin başlıca kalite ölçütleri arasındadır.

Bu araştırma, 2011 yılında Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatında Emniyet Kültürünü Güçlendirme Çalışmaları sırasında teşkilatın ihtiyacına yönelik olarak geliştirilmiştir. Araştırma, teşkilatın Gemlik Körfezi’nde sunmuş olduğu teknik seyir hizmetleri kapsamında kullanmış olduğu iki adet römorkörün “park” yerlerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Araştırmada gemi trafiği varış zamanı verileri, gemi ölçülerinin dağılımı, limanlardaki yük elleçleme zamanlarına ait veriler ve hizmetin verilme şekli konusunda yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler kullanılarak bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma Promodel simülasyon programında test edilerek optimum römorkör park yerleri belirlenmiştir. Römorkörcülük hizmetinin verildiği sahada belirlenen bu en uygun park yeri noktaları, römorkörlerin park yerinden hizmet verme noktasına gidiş süresi ile hizmet verdikten sonra da park yerine dönecekleri süre toplamının optimizasyonu ile sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Teknik seyir hizmetleri, römorkör, park yeri seçimi.*

¹ Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir
snas@deu.edu.tr

SIMULATION OPTIMIZATION OF THE RESOURCES IN TECHNICAL/NAUTICAL SERVICES: SELECTION OF THE PARKING LOCATIONS OF THE TUGBOATS

ABSTRACT

Technical-nautical services such as pilotage, towage, and mooring are needed in order to ensure the safety and efficiency of ship manoeuvring at ports. In the scope of these services, efficiency of the towage service provided for the ships or maritime structures is an issue of utmost importance for the operating costs and service quality of towage organizations. The main quality criteria of towage service are the methods of towage services provided, response time of services, size of service area, pulling capacity, numbers and manoeuvrability of the tugboats.

This research was developed in 2011 as a response due to the needs of the Gempport Pilotage and Towage Services Organizations, during the “Project for Enhancement of Safety Culture in Pilotage and Towage Services” in Gemlik Bay. The aim of this study is to determine the optimum parking locations for two tugboats which are being used in towage service in Gemlik Bay. The optimization of parking locations was defined as an optimization of the travel times from “parking location” to “service commencement location” and from “service completion location” to “parking location” of the tug boats for all possible parking location combinations. In order to achieve the aim of the research, the data regarding the number of ship traffic at all jetties, arrival times of ships, sizes and durations at the berth of ships were gathered from Information Management System of Gempport Pilot Organisation. Towage services algorithm was developed using data obtained from interviews with marine pilots. A simulation model was developed using statistical data and interview. Afterwards simulation model was run in the Promodel Simulation Program for all parking location combinations of tugboats. As a conclusion, optimum parking locations were selected using simulation optimization outcome.

Keywords: *Technical-nautical services, tugboat, selection of parking location.*

1. GİRİŞ

Avrupa Birliği Komisyonu’nun 1997 yılında, liman hizmetleri ve altyapıları ile ilgili politikalarını tartışmaya açan “Yeşil Kitap” başlıklı belgede (Green Paper on Sea Ports and Maritime Infrastructure, 1997) liman hizmetleri, ilk aşamada “yük ile ilgili hizmetler” ve “gemi ile ilgili hizmetler” olarak ayrılmıştır. Aynı belgede, kılavuzluk, römorkörcülük ve palamar hizmetleri ise “teknik seyir hizmetleri” (technical-nautical services) adı altında “gemi ile ilgili hizmetler” altında incelenmiştir

(CEC, 1997; EPC, 2006). Teknik seyir hizmetleri kapsamında verilen römorkörcülük hizmetleri, su yollarında, kıyı tesislerinde ve açık deniz yapılarında kendi başlarına manevralarını emniyetli bir şekilde gerçekleştirecek kabiliyete sahip olmayan gemilere ve deniz araçlarına römorkör veya römorkörler yardımıyla sağlanan bir hizmet olarak tanımlanmaktadır (OECD 2011). Bu hizmet kapsamında gemilerin büyüklüğüne göre uygun çekme ve itme kuvvetlerine sahip römorkörler halat yardımıyla manevra yapan gemiye uygun noktalardan bağlanmaktadır. Römorkörcülük hizmetinin verilmesi sırasında gemi manevra sorumluluğu gemi kaptanına ait olsa da, yerel bilgi ve tecrübesi nedeniyle manevranın kumandası çoğunlukla kılavuz kaptana bırakılmaktadır. Kılavuz kaptan manevra talimatlarını telsiz yardımıyla römorkör üzerindeki römorkör kaptanına iletmektedir. Römorkör kaptanları, manevra yapan gemi üzerindeki kılavuz kaptanın talimatları doğrultusunda gemiye istenilen kuvvet ve doğrultuda güç uygulayarak geminin emniyetli bir şekilde manevra yapmasını sağlar. Kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri aralarındaki ilişki dikkate alındığında bu hizmetlerin birbirinin bağılı olan hizmetler olduğu anlaşılabilmektedir. Bu nedenledir ki kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinin emniyetli ve verimli bir şekilde verilebilmesi için kılavuz kaptanın ve römorkörü kumanda eden kaptanın belirli bir teşkilat içerisinde paylaşılmış ortak bir emniyet kültürüne sahip olması gerektiği tespit edilmiştir (Nas vd., 2006; Nas, 2008a; Nas, 2008b; Nas, 2011). Bununla birlikte, limanlardaki kılavuzluk hizmeti, deniz emniyeti ve çevre koruma sorumluluğu açısından kamusal nitelikte olan ve gemilerin zorunlu olarak alması gereken bir hizmettir.

Deniz ve çevre emniyeti açısından kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri ile ilgili en uygun hizmet düzeyinin belirlenmesi ile ilgili karar liman otoritesine aittir. Hizmet düzeyinin belirlenmesi ile ilgili kararı etkileyen faktörler ise; hizmet sahası içerisindeki gemi trafiği, hizmet sahasının genişliği, hizmet verilecek olan gemilerin teknik özellikleri, gemilerin taşıdığı yükün özellikleri, manevra sahasının teknik özellikleri, yanaşma yerinin özellikleri, hizmet sahasındaki meteorolojik koşullar, bölgedeki akıntılar ve dalga yüksekliği, özel ve acil durumlardaki destek ve yardım ihtiyaçları olarak sıralanabilir. Liman otoritesi tarafından yukarıda sayılan faktörler dikkate alınarak, gemi manevralarında kullanılacak römorkör sayısı, özellikleri, yardımcı deniz araçları ve kılavuz kaptan sayısı ile ilgili hizmet düzeyi belirlenmektedir (IAPH, 2001).

Ekonomik açıdan, ticari bir faaliyet olarak kabul edilen kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinin verimli olarak işletilmesi ile ilgili kararlar ise yetkilendirilmiş teşkilatlara aittir. Örgütlerin

verimliliğini, verdiği hizmetin çıktısı ile bu hizmetin girdisi arasındaki ilişkinin belirlediği ifade edilmektedir (Yükçü ve Atağan, 2009). Hizmet sürecindeki girdiler; kaynak maliyeti, malzeme, enerji ve bilgiden oluşur (Belgin, 2010). Hizmetin yararlı çıktısı için kaynakların etkin (efficient) yani, yeterli ve gerektiği kadar kullanılması gerekmektedir. Liman otoritesi tarafından belirlenmiş olan hizmet düzeyi için kullanılması gereken kaynakların (römorkör ve diğer araçların sayısı, insan kaynağı, entelektüel sermaye, enerji vb.) etkin kullanılması, römorkörcülük hizmeti veren bir teşkilatın verimli olarak işletilmesi için son derece önemlidir.

Bu çalışma, Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatının (Gempport KRHT) Gemlik Körfezi'nde vermiş olduğu teknik seyir hizmetlerinden römorkörcülük hizmetlerinin etkin bir şekilde verilmesi amacıyla kullanmış olduğu kaynaklardan iki adet römorkörün “park” yerlerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Doğrusal bir hat üzerinde hizmet vermekte olan Gempport KRH Teşkilatına ait römorkörler verdikleri her bir hizmette, park yeri – hizmet noktası arasındaki seyir süresi, hizmet süresi ve hizmet noktası – park yeri arasındaki seyir süresi boyunca makineleri çalışır durumda kalmaktadır. Sayılan bu üç farklı aşamadaki sürelerin toplamı, “toplam hizmet süresini” oluşturmaktadır. Toplam hizmet süresi içerisindeki, römorkörün gemiye bağlı kaldığı süre olarak kabul edilen, hizmet süresinin azaltılmaya çalışılması, manevra emniyeti açısından mümkün görülmemektedir. Fakat römorkörlerinin park ettiği yerden hareket ederek hizmet verilecek olan noktaya gidişlerindeki seyir süresi ile hizmet verdikten sonra da park yerlerine geri dönüşlerindeki seyir süresinin azaltılması mümkün görülmektedir. Bunun için uygun park yerinin araştırılması gerekmektedir. Araştırmanın simülasyon modellemesi yöntemiyle çözüm gerektirmesinin sebebi ise; gemilerin limanlara rastgele zamanlarda gelmesi, gemilerin limanlara rastgele dağılması, bazı gemilerin 2, bazı gemilerin ise tek römorköre tabi olması, gemilerin limanlardaki bekleme sürelerindeki farklılıklar, gemilerin limandan ayrılışları sırasında da römorkör kullanması, kalkış ve yanaşma manevralarına ait sürelerin farklı olması gibi nedenlerle problemin çözümünün basit ya da ampirik yöntemlerle yapılamayacak olmasıdır.

2. SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Simülasyon, gerçek sistemlerin davranış yöntemlerini incelemek için kullanılan birçok metot ya da uygulamadan üretilen, genellikle bilgisayar üzerinde uygun bir yazılımla oluşturulan modellerdir (Kelton vd., 2002). Simülasyon modellemesi yapılan sistemlerde yeni tasarımları ve fikirleri denemek mümkündür (Chung, 2003). Gerçek bir sistemde

yeterli bir gözlemi yapmak aylar, yıllar sürerken simülasyon modellemesi yöntemiyle bu değerlere bir iki dakika içinde ulaşmak mümkün olmaktadır (Chung, 2003). Gerçek sistemdeki deneme ve yanılma riskinin kabul edilemez düzeyde olduğu durumlarda simülasyon modellemesi önemli bir araç durumuna gelmektedir. Aşağıda simülasyon modellemesi yapılmasının uygun olduğu durumlar sıralanmıştır (Reeb ve Leavengood, 2003):

- Gerçek sistem üzerindeki deneyin uygulanabilir olmadığı, yıkıcı sonuçlar oluşturduğu veya çok pahalı olduğu durumlarda,
- Analitik veya matematiksel metotların kullanılamayacağı durumlarda,
- Sistemleri belirli bir zaman diliminde gerçekleştirilecek faaliyetler üzerinden incelenmesi gerektiği durumlarda,
- Önerilen sistem tasarımlarına ait alternatiflerin veya tek bir sistem için alternatif operasyon politikalarının karşılaştırılarak hangisinin en iyi şekilde belirlenmiş gereksinimleri karşıladığının tespit edilmesi gerektiği durumlarda.

Simülasyon modellerinin karakteristikleri üçe ayrılmaktadır. Statik/dinamik modeller, deterministik/stokastik modeller, sürekli/kesikli modeller (Reeb ve Leavengood, 2003).

2.1. Statik ve Dinamik Simülasyonlar

Statik model özel bir zamandaki sistemi temsil eder. En yaygın olarak kullanılan tip, Monte Carlo simülasyonudur. Bu simülasyonda rastgele sayılar kullanılarak stokastik problemler çözülmekte ve zaman süreci model içinde rol oynamamaktadır. Amaç; belirli bir durumu değişik formlarda, her seferinde belirli değerler ve olaylara dayalı olarak defalarca oluşturmaktır. Dinamik simülasyon modeli, sistemin zaman içerisindeki gelişimini temsil etmektedir (Reeb ve Leavengood, 2003).

2.2. Deterministik ve Stokastik Simülasyonlar

Deterministik simülasyon modelinde rastgele değişkenler bulunmaz ve model parametrelerinde değişkenlik olmadığı kabul edilir. Deterministik modele aynı değerler girilerek çalıştırıldığında, model her zaman aynı çıktıyı vermektedir. Stokastik simülasyon modelleri, çalışmakta olan bir sistemdeki işlemleri tarif edebilmek amacıyla bir veya daha fazla sayıda rastgele değişkenler içermektedir. Deterministik modeller tek bir çalıştırmayla modelin performansını kesin bir şekilde ölçerken, stokastik simülasyonun birçok defa çalıştırılması

gerekmektedir. Sonuç olarak, stokastik simülasyonun her bir çalıştırılması sonucunda elde edilen değerler yardımıyla, sistemin beklenen model performansı için tahmin yapılabilmesi sağlanmaktadır (Reeb ve Leavengood, 2003).

2.3. Sürekli ve Kesikli Simülasyonlar

Sürekli simülasyonda sistem deney zamanı boyunca devamlı küçük de olsa etkilere maruz kalmaktadır. Sistemin bir başlangıç ve bitişi de olmamaktadır. Kesikli simülasyonda sistemi değiştiren olaylar sadece belli zamanlarda oluşmaktadır. Bu durum sistemin zamandan zamana atlayarak devam etmesini sağlamaktadır (Kelton vd., 2002). Kesikli simülasyonlar genelde daha yaygın kullanılmaktadır. Burada olayların ya olmuştur ya da olacaktır. Simülasyon devamlı değildir ve olayların değişimine göre adım adım (kesikli) hareket etmektedir (Bagdasaryan, 2011).

3. DENİZCİLİK ENDÜSTRİSİNDE SİMÜLASYON UYGULAMALARI

Denizcilik endüstrisinde simülasyon modellemelerinin stokastik düzeyde kullanıldığı alanların başında konteyner terminal operasyonları gelmektedir (Zeng ve Yang, 2009; Zhang vd., 2007; Esmer, 2010; Esmer vd., 2013). Deniz ulaştırmasındaki kullanım alanları ise; ham petrol taşımacılığında risk değerlendirmesi amacıyla yapılan kaza olayının sıralaması ile ilgili insan hatasının modellemesi (Harrald vd., 1998), limanlardaki çevre kirliliği konusundaki riskleri değerlendirmek (Bruzzzone vd., 2000), liman içi su yollarında gemiler arasındaki çatışma risklerini değerlendirmek (Li ve Fan, 2012), deniz trafiği değerlendirmeleri (Merrick vd., 2003) ve rotalarında risk değerlendirmelerini yapmak (Gucma, 2008), İstanbul Boğazı'ndaki transit gemi trafiği analizi (Mavrakakis ve Kontinakis, 2008) ve risk değerlendirmelerini yapmak (Uluscu vd., 2009; Ozbas vd., 2009; Yazıcı ve Otay, 2009; Eldemir vd., 2013), okyanus seyri sırasındaki yakıt sarfiyatının minimuma indirilmesi amacıyla optimum seyir rotalarını tespit etmek (Kobayashi vd., 2011) sıralanabilir.

Denizcilik endüstrisinde simülasyon modellemelerinin gemi operasyonlarının eğitiminde ve değerlendirmesinde kullanılan özel amaçlı simülasyon programları da bulunmaktadır. Etki ve tepki sistemine göre çalışan bu sistemler simülatör olarak adlandırılmaktadır. Bunlar gemi kullanma simülatörü, köprüüstü simülatörü, radar simülatörü, ECDIS simülatörü GMDSS simülatörü, sıvı yük ve balast elleçleme simülatörü şeklinde sıralanabilir (Nas, 1999). Bunun yanında, yeni veya

yeniden tasarlanan kıyı yapıları simülatör ortamlarında modellenerek, gemi manevra emniyeti ile ilgili risk değerlendirmeleri yapılmaktadır (Nas, 2010; Nas ve Zorba, 2012).

Gemi inşa teknolojilerindeki dinamik gelişmelere paralel olarak yeni nesil gemiler inşa edilmeye başlamıştır. Bu gemiler geleneksel gemilerden farklı olup, yarı dinamik bir yapıdaki teknik seyir hizmetlerinden farklı talepleri oluşabilmektedir. Bu noktada, yeni nesil gemi ve deniz araçları için gerekli olan teknik seyir hizmetlerinin belirlenmesinde simülasyon çalışmaları yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Örnek olarak, yeni nesil gemiler için gerekli römorkör çekme kuvvetinin simülasyon modellemesi yöntemiyle tespiti çalışmaları verilebilir (Nas vd., 2011).

Teknik seyir hizmetlerinde kaynak kullanımının simülasyon yöntemiyle optimizasyonu konusunu ile ilgili olarak yapılan benzer çalışmalar; Wenhui (2011) tarafından limanlarda römorkör tahsisinin optimizasyonu, Uçan (2013) tarafından Arena simülasyon yazılımı kullanılarak İstanbul Boğazı'nda hizmet veren kılavuz kaptan sayısının optimizasyonu olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada geliştirilen simülasyon modeli ProModel programında çalıştırılmıştır. Promodel, özellikle verimlilik ve lojistik süreçler için tasarlanan modellerin animasyon destekli bir simülasyon yazılımıdır. Promodel denizcilik endüstrisinde Rivero (2004) ve Cheong ve Wong (2006) tarafından, gemi trafiği ve konteyner terminali kapasitelerinin simülasyon modellemelerinde kullanılmıştır.

4. RÖMORKÖRCÜLÜK HİZMETLERİNDE SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Simülasyon çözümleri alternatif önerilerin denenmesini basitleştirerek optimizasyonu deneysel olarak ispatlayabilmektedir (Reeb ve Leavengood, 2003). Kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinde kaynak kullanımının denenerek optimizasyonunun sağlanması mümkün görülmektedir. Bir çok parametrenin giriş yaptığı sistemin her bir aşamasındaki sonuçlarının analizi, ancak simülasyon çözümleri ile mümkün hale gelmektedir. Bir çok optimizasyon tekniği matematiksel temsillerle açıklanabilir. Simülasyon yöntemi, çözümün gerçek performansının değerlendirmesinde kullanılabilir (Bachelet ve Yon, 2007). Eldeki kaynaklar ile kaç gemiye hizmet verilebilir? sorusuna yanıt aramak matematiksel olarak kolaylıkla çözümlenebilirken, gelen gemilerin oluşturduğu farklı kısıtlar, kullanılması gereken kaynak sayısı ve niteliği, meteorolojik şartların dağılımı, gemilerin gelişleri arasındaki

zaman farklarının dağılımları gibi parametrelerin sisteme girilerek, oluşturduğu durumun simülasyon ortamında denenmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca gelecekteki trafik değişimleri ile ilgili olarak, su yollarının planlanması ve yapılandırılmasında simülasyon destekli olarak verilmesi gereken bölgesel kararlar gelecekteki etkilerinin kestirilmesi açısından kritik önemdedir (Barredo vd., 2003).

Limanlarda sunulan römorkörcülük hizmetlerinde ihtiyaç duyulan kaynakların niteliklerini belirlemeye yönelik olarak bir çok simülasyon çalışması vardır. Bu çalışmalara örnek olarak Ege Gaz Aliağa Terminaline gelen yeni nesil LNG gemilerinin ihtiyaç duyacağı römorkör çekme kuvvetinin simülasyon modellemesi yöntemiyle tespiti verilebilir (Nas vd., 2011).

Bu araştırmanın konusu olan römorkörcülük hizmetlerinde simülasyon yöntemiyle optimizasyon konusuna en yakın araştırmalardan birinin Wenhui (2011) tarafından yapıldığı tespit edilmiştir. Wenhui çalışmasında, bir limanda gemi trafiğine göre ihtiyaç duyulacak römorkör sayısındaki yetersizliği gemilerin bekleme sürelerini arttıracak gibi ekonomik kayıplara da yol açabileceğini belirtmektedir. Diğer taraftan, ihtiyaçtan fazla römorkör tahsis edilmesinin de liman kaynaklarının israfı olacağına işaret etmektedir. Bu nedenle de çalışmasında römorkör tahsisinde optimizasyonunun önemini vurgulamıştır.

Daha önce liman hizmetlerinde kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması gerektiğinden bahsedilirken, teknik seyir hizmetlerinde kullanılacak hizmet düzeyine liman otoritesinin karar verdiği, bu karara göre ihtiyaç duyulacak kaynak miktarının ise ticari işletme tarafından belirleneceği belirtilmişti. Römorkörcülük hizmetlerinde liman otoritesi, hangi geminin kaç adet ve ne kadar çekme kuvvetindeki römorkörler kullanılarak manevra yapılacağı ile ilgili hizmet düzeyini belirlemektedir. Öte yandan, belirlenen hizmet düzeyinde bulanık kalan, farklı yorumlarla ve değişik sonuçlara ulaşılacak konular da bulunmaktadır. Bunlar; sahip olunan kaynaklar ile aynı anda kaç manevranın yapılabilmesi, kullanılan kaynakların bir sonraki hizmet için ne kadar süre içinde tekrar kullanıma hazır olacağı, hizmet talebinin alınmasından sonra ne kadar süre içerisinde hizmetin karşılanabildiği konularıdır. Bu konularla ilgili olarak kabul edilmiş bazı referanslar olmakla birlikte tamamı tartışılabilir durumdadır.

Bir gemi için yasal düzenlemelerle belirlenen römorkör sayısı ve çekme kuvvetleri, liman veya yetki sahası içerisindeki tüm gemilere hizmet verebilecek yeterlilikte midir? Wenhui (2011) tarafından yapılan çalışma, bu soruya kısmen de olsa cevap olmakla birlikte, esasen bu

araştırmanın konusunu oluşturmuş ve yanıt bekleyen önemli bir soruyu da beraberinde getirmiştir. Römorkörcülük hizmetlerinde gemi trafiği göz önüne alınarak optimum römorkör sayısının bulunması yeterli midir? Tahsisi yapılacak olan römorkörlerin hizmet dışındaki bekleme yerleri neresi olmalıdır? Bu sorular, tahsisi yapılacak olan römorkör sayısı ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü doğru yerlere konumlandırılmış römorkörler, römorkörlerin hizmete giriş ve çıkış sürelerinin minimum seviyede oluşmasını sağlayacaktır. Yani doğru seçilmiş park yeri, römorkörlerin bekledikleri park yerinden hizmet verecekleri noktaya ulaşmadaki ve hizmetini tamamladıktan sonra park yerine geri dönmesindeki süre toplamalarını minimum düzeye indirecektir. Park yerinin doğru konumlandırılmasının, verilecek olan hizmetin etkinliğini artırarak tahsis edilen kaynak sayısını azaltabileceği gibi, yanlış konumlandırılmış park yerinin ise, gereksiz kaynak kullanımına neden olabileceği açıktır.

Bu çalışma, römorkörcülük hizmetlerinde kullanılan römorkörlerin hizmet dışında bekleme yapacakları park yeri alternatiflerinin simülasyon modellemesi yöntemiyle optimizasyonunu sağlamak amacıyla yapılmıştır.

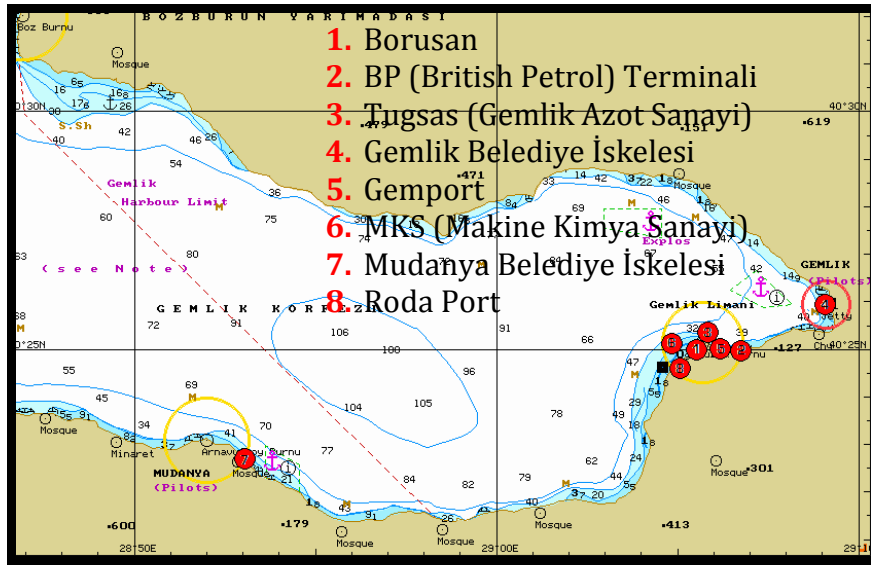
5. SİMÜLASYON MODELLEMESİNDE KULLANILAN VERİLER

Araştırma kapsamında geliştirilen simülasyon modeli Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı tarafından verilen teknik seyir hizmetlerinden römorkörcülük hizmetlerinin modellemesidir. Bu model ile ilgili olarak teşkilatın hizmet verdiği saha ile ilgili bilgiler aşağıda açıklanmaktadır.

Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı, 1996 Haziran ayından beri Mülga T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı onayı ile Gemlik Körfezinde kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri vermektedir (www.gemport.com.tr, 2008). Çalışma sırasında Gemport KRH Teşkilatı'nın sahip olduğu iki adet römorkörün verdiği hizmet dikkate alınmıştır. Araştırmadaki istatistiksel analizlerde kullanılan veriler Gemport KRH Teşkilatı tarafından 2011 yılına ait maveralar ile ilgili tutulan detaylı veriler olup, teşkilatın bilgisi ve izni dahilinde kullanılmıştır. Çalışmanın yapıldığı tarihte teşkilat tarafından hizmet verilen iskele sayısı 8 adettir. Teşkilatın hizmet verdiği iskeleler, alfabetik sıralamaya göre Şekil 1'de sunulan harita üzerinde gösterilmektedir.

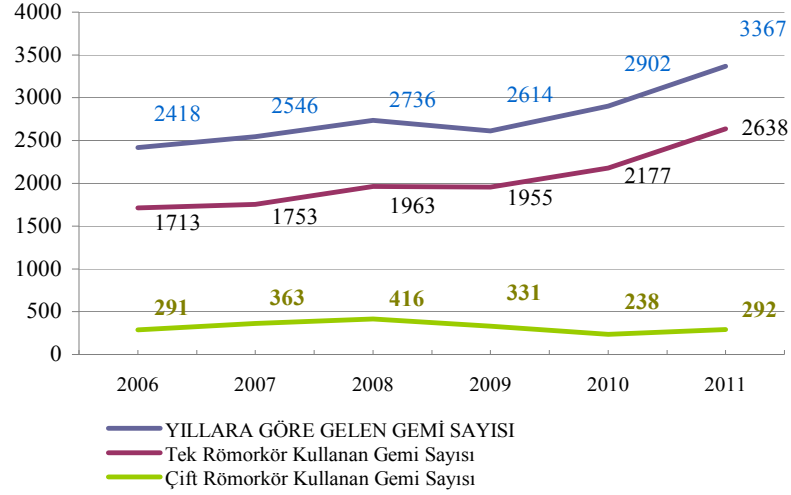
Gemport KRH Teşkilatının, yetki sahası içerisinde bulunan 8 adet iskeleyi kullanan gemilerin sayılarındaki yıllara göre değişim Şekil 2'deki grafik üzerinde gösterilmektedir. 2006 -2011 yılları arasındaki gemi trafiğindeki artış oranı % 39 olup, 2011 yılında toplam olarak 3367 gemiye hizmet verildiği görülmektedir.

Bir liman sahası içerisinde gemilerin manevralarında kullanacakları römorkörlerin sayısı yasal düzenlemeler ile belirlenmektedir.



Şekil 1. Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı Hizmet Sahası ve İskeleler

Kaynak: Transas Marine Tsunamis 99 Harita Programı

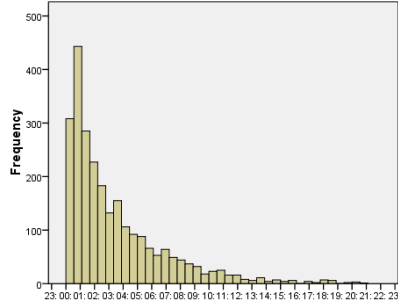


Şekil 2. Gelen Gemi Sayısı ve Kullanılan Römorkör Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla Gemilik Körfezinde geçerli olan düzenleme; 21.12.1979 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Gemilik Liman Talimatıdır. Bu talimatın 17. Maddesinin “b” alt bendinde gemilerin almak zorunda olduğu römorkör sayısı ve güçleri belirtilmektedir. Düzenleme genel olarak incelendiğinde özet olarak, 2000-5000 Groston arasındaki gemiler bir römorkör, 5000 Groston’dan daha büyük gemiler ise iki römorkör hizmeti almak zorunda olduğu görülmektedir. Buna göre Gempport KRH Teşkilatının 2011 yılında hizmet verdiği 3367 geminin 2930 (% 87) adedi römorkör hizmeti talep ederken, hizmet talep eden gemilerin % 90’ında tek römorkör % 10’unda ise çift römorkör kullanılmıştır.

Tek ve çift römorkör kullanılan gemilerin varış zamanları arasındaki süre farklarına ait istatistiksel dağılımlar grafik halinde Şekil 3’de gösterilmektedir.

Şekil 3’de gösterilen, tek ve çift römorkör kullanan gemilerin geliş zamanları arasındaki farkların dağılımlarının testi için SPSS 20 programı kullanılmıştır. Yapılan Kolmogorov-Smirnov testi ile tek römorkör kullanan gemilerin geliş zamanları arasındaki farklara ait dağılımın üssel dağılıma uygunluğu, çift römorkör kullanan gemilere ait dağılımının ise normal dağılıma uygunluğu tespit edilmiştir.

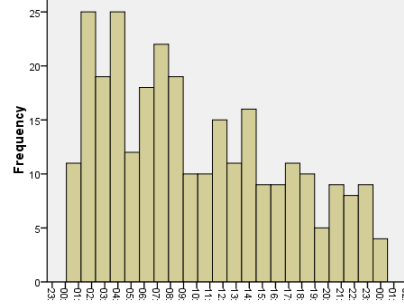


Ortalama 03:25

Median 02:15

Mode 00:40

Std. Deviation 03:26



Ortalama 09:57

Median 08:35

Mode 03:55

Std. Deviation 06:36

Tek Römorkör Kullanan Gemiler

Çift Römorkör Kullanan Gemiler

Şekil 3. Tek ve Çift Römorkör Kullanan Gemilerin Geliş Sıklıkları Dağılımı

Gemlik Körfezi'ndeki 8 adet iskeleye 2011 yılı itibariyle gelen 3367 geminin % 96'sı sadece 4 adet iskeleye yanaşmaktadır. Bu iskeleler sırayla Borusan (%45), Roda (%23), Gempport (%21) ve Tugsas (%7) iskeleleridir. Geriye kalan % 4 gemi trafiği ise diğer iskele ve şamandıra tesislerine dağılmaktadır. Araştırmada gemi trafiğinin %96'lık bölümünü temsil eden 4 büyük iskele simülasyon modellemesine dahil edilirken diğer gemi trafiği değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Yukarıda sıralanan ve bu çalışmanın kapsamı içerisine alınan iskelelere gelen 3246 geminin 2822 (% 87) adedi römorkör hizmeti talep etmiştir. Römorkör hizmeti talep eden gemilerin 2534 adedi (% 90) tek römorkör kullanırken 288 adedi (% 10) ise çift römorkör kullanmıştır. Gemilerin kullanmış olduğu römorkör sayılarının iskelelere göre dağılımı Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Gemilerin Kullanmış Olduğu Römorkör Sayılarının İskelelere Göre Dağılımı

İSKELELER	Toplam Gemi Sayısı	Römorkör Kullanmayan Gemi Sayısı	Tek Römorkör Kullanan Gemi Sayısı	Çift Römorkör Kullanan Gemi Sayısı
Tüm İskeleler	3367	437	2638 (%90)	292 (%10)
Borusan	1525	173 (% 41)	1222 (% 48)	130 (% 45)
Roda	773	152 (% 36)	559 (% 22)	62 (% 22)
Gemport	706	22 (% 5)	608 (% 24)	76 (% 26)
Tugsas	242	77 (% 18)	145 (% 6)	20 (% 7)
TOPLAM	3246 (% 96)	424 (% 97)	2534 (% 96)	288 (% 99)

Römorkörlerin gemilere vermiş olduğu hizmet sürelerine ait veriler Gemport KRH Teşkilatı verileri kullanılarak tek ve çift römorkör kullanımına göre ayrı ayrı hesaplanarak oluşturulmuştur. Hesaplanan römorkör hizmet sürelerine ait veriler römorkörün gemiye bağlandığı zaman ile ayrıldığı zaman arasındaki fark olarak belirlenmiştir. Tek römorkör kullanılan yanaşma maveralarının ortalama römorkör hizmet süresi 25 dakika olarak hesaplanırken çift römorkör kullanım durumunda ise bu sürenin ortalama olarak 36 dakikaya çıktığı hesaplanmıştır. Tek römorkör ile gerçekleştirilen yanaşma manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 32 dakika ile Gemport'ta hesaplanırken, Çift römorkör ile gerçekleştirilen yanaşma manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 42 dakika ile Tugsas'da hesaplanmıştır. Yanaşma manevralarındaki römorkör hizmet sürelerinin tek ve çift römorkör kullanım durumuna ve iskelelere göre dağılımları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Yanaşma Manevralarındaki Römorkör Hizmet Sürelerinin Tek ve Çift Römorkör Kullanım Durumuna ve İskelelere Göre Dağılımları

	Tek Römorkörle Yapılan Manevralar		Çift Römorkörle Yapılan Manevralar	
	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)
Tüm İskeleler	25	11	36	16
Borusan	23	9	33	12
Roda	24	10	35	18
Gemport	31	13	37	17
Tugsas	24	10	42	15

Kalkış manevralarında teşkilat tarafından verilen römorkör hizmet süresinin yanaşma manevralarındaki hizmet süresinin neredeyse yarısı kadar olduğu tespit edilmiştir. Tek römorkör kullanılan kalkış maveralarının ortalama römorkör hizmet süresi 13 dakika olarak hesaplanırken çift römorkör kullanım durumunda ise bu sürenin ortalama olarak 17 dakikaya çıktığı hesaplanmıştır. Tek römorkör ile gerçekleştirilen kalkış manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 15 dakika ile Gemport'ta hesaplanırken, Çift römorkör ile gerçekleştirilen kalkış manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 18 dakika ile Borusan'da hesaplanmıştır. Kalkış manevralarındaki römorkör hizmet sürelerinin tek ve çift römorkör kullanım durumuna ve iskelelere göre dağılımları Tablo 3'de gösterilmektedir.

Gemilerin iskelelere bağlı olarak kaldıkları sürelerle ait veriler, gemilerin tek ve çift römorkör kullanımına göre ayrı ayrı hesaplanarak oluşturulmuştur. Hesaplanan gemilerin bağlı olarak kaldıkları sürelerle ait veriler yanaşma manevrasındaki römorkör hizmetinin tamamlandığı zaman ile kalkış manevrasında römorkör hizmetinin başladığı zaman arasındaki fark olarak belirlenmiştir. Tek römorkör hizmeti alan gemilerin iskelede bağlı kalma ortalama süresi 1571 dakika olarak hesaplanırken çift römorkör hizmeti alan gemilerin iskelede bağlı kalma ortalama süresinin 1794 dakikaya çıktığı hesaplanmıştır. Tek römorkör hizmeti alan gemilerin en uzun ortalama bağlama süresi 1580 dakika ile Borusan'da hesaplanırken, Çift römorkör hizmeti alan gemilerin en uzun ortalama bağlama süresi 2539 dakika ile Tugsas'da hesaplanmıştır.

Gemilerin limanda bağlı kalış sürelerinin tek ve çift römorkör kullanım durumuna ve iskelelere göre dağılımları Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 3. Kalkış Manevralarındaki Römorkör Hizmet Sürelerinin Tek ve Çift Römorkör Kullanım Durumuna ve İskelelere Göre Dağılımları

	Tek Römorkörle Yapılan Manevralar		Çift Römorkörle Yapılan Manevralar	
	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)
Tüm İskeleler	13	7	17	7
Borusan	12	6	18	7
Roda	12	6	15	8
Gemport	15	8	17	7
Tugsas	8	4	14	6

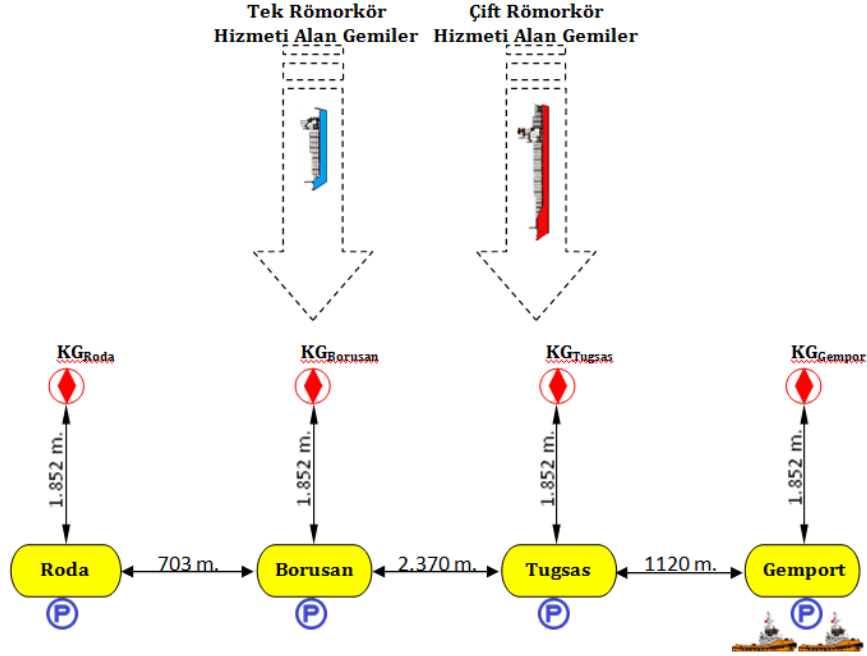
Tablo 4. Gemilerin Limanda Bağlı Kalış Sürelerinin Tek ve Çift Römorkör Kullanım Durumuna ve İskelelere Göre Dağılımları

	Tek Römorkör Kullanan Gemiler		Çift Römorkör Kullanan Gemiler	
	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)
Tüm İskeleler	1.571	1.530	1.794	2.060
Borusan	1.580	1.599	1.752	1.993
Roda	1.573	1.452	2.094	2.307
Gemport	1.416	1.352	1.410	1.398
Tugsas	1.647	1.424	2.539	3.379

6. SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Simülasyon modellemesinde Gemlik Körfezi’ne gelen gemilerin %96’sının yanaştığı Roda, Borusan, Tugsas ve Gemport iskelelerine gelen gemiler kullandıkları römorkör sayısına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Gelen gemiler Şekil 3’de açıklanan iki farklı geliş dağılımına göre modele girmektedir. Simülasyona giren gemiler, Tablo 1’deki oranlara göre iskelelere dağılmaktadır. Gelen gemi hangi iskeleye

yanaşacak ise öncelikle bu iskeleye 1.852 m. (1 DM) uzaklıktaki noktadan itibaren römorkörcülük hizmeti aldığı kabul edilmiştir. Bu nokta Şekil 4’de KG noktası (Kılavuz Gemide) olarak gösterilmektedir. İskeleye gelen gemi, kaç adet römorkörden hizmet alacaksa, o sayıdaki römorkör Şekil 4’de “P” noktası ile gösterilen noktalardan kalkarak yanaşma yapılacak iskelenin KG noktasına maksimum 6 deniz mili hız ile seyir yapmaktadır. Yapacağı seyirde kat edeceği mesafeler Şekil 4’de gösterilmektedir. İskeleye yanaşacak gemi, kullandığı römorkör sayısına ve iskelesine göre Tablo 2’de gösterilen manevra süresince römorkörlerden hizmet almaktadır. Gemi iskeleye yanaştıktan sonra römorkör veya römorkörler tespit edilen “P” noktalarına maksimum 6 deniz mili hızla geri dönmektedir. Yanaşan gemiler, Tablo 4’de gösterilen ortalama sürelerde yanaşık durumda kalmaktadır. Bu ortalama süre, simülasyona normal dağılım olarak girilmiştir. Yanaşık kalma süresi dolan gemiler hizmet alacağı römorkör sayısı kadar hizmet talebinde bulunmaktadır. Bu durumda römorkör veya römorkörler park yerlerinden tekrar kalkarak maksimum 6 deniz mili hız ile doğrudan kalkış manevrası yapılacak iskeleye ulaşmaktadır. Römorkörlerin iskeleye vardığı zaman römorkör hizmetinin başladığı zamandır. Römorkörcülük hizmeti bu noktadan sonra Tablo 3’de gösterilen ortalama kalkış manevrası süresince iskelenin KG noktasına kadar devam etmektedir. Bu ortalama süre, simülasyona normal dağılım olarak girilmiştir. KG noktasına varan römorkörler kalkış manevrası için verdiği hizmeti tamamlayarak maksimum 6 deniz mili hız ile seçilen “P” noktasına geri dönmektedir. Simülasyonda seyir yapan römorkörlerin “0” hızından seyir hızına geçişleri ve seyir hızında da durma durumuna geçişleri sırasında uygun bir ivmelenme değeri kullanılmıştır. Römorkörcülük hizmetinin başlaması (halatın volta edilmesi) ve tamamlanması (halatın mola edilmesi) sırasındaki işlemler için belirlenen süreler, simülasyona sabit değerler olarak girilmiştir. Simülasyonda gemilerin römorkör talepleri FIFO prensibine uygun olarak, hizmet talep noktasına en yakın römorkör tarafından sağlanmıştır.



Şekil 4. Simülasyon Modeli

Simülasyon yöntemi kullanılarak optimizasyon problemlerinin çözümü denizcilik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu tip optimizasyon çalışmaları özellikle konteyner terminallerindeki modellemelerde kullanılmaktadır. Optimizasyon çalışmaları, simülasyon yazılım paketinin içerisinde sunulan modüller kullanılarak otomatik olarak yapılabildiği gibi el ile de yapılmaktadır. Model içerisinde belirlenen değişkenler her defasında değiştirilerek simülasyon çalıştırılarak sonuçları analiz edilmektedir. Bu işlem çok sayıda tekrarlanarak optimizasyon için en ideal değerlere ulaşılır. Bu araştırmada ise römorkörlerin park edilebileceği 4 iskele olup, iki adet römorkörün park yerlerine dağılımları ile ilgili 10 adet park yeri alternatifi bulunmaktadır. Bu alternatifler Tablo 5’de gösterilmektedir. Bu alternatifler için simülasyon programı 10 defa çalıştırılarak elde edilen sonuçlar Tablo 5’de sunulmuştur.

7. GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİK

Simülasyon modellerinin geçerlilik kontrolü iki aşamada yapılmaktadır. Bu aşamalardan birincisi modelin istenildiği gibi çalışıp çalışmadığı kontrol edilmesidir. İkinci adım ise çalışan modelin gerçek sistemle örtüşüp örtüşmediğinin kontrol edilmesidir (Chung, 2003). Araştırmada geliştirilen model geçerlilik açısından görsel olarak

izlendiğinde istenildiği gibi çalıştığı ve gerçek hizmetin verilmesi ile örtüşen bir yapıda olduğu görülmüştür. Bu açıdan model geçerliliği tatmin edici bulunmuştur.

Simülasyonda güvenilirlik ise, modelin çıktılarının gerçek sistem ile karşılaştırılmasıdır. Araştırmada modele giren gemi sayısı kadar geminin modelden çıktığı, limanlara gelen gemi sayısının doğru oranlarda dağıldığı tespit edilmiştir. Bu açıdan model güvenilirliği tatmin edici bulunmuştur.

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Gemport KRH Teşkilatının teknik seyir hizmeti verdiği, bu çalışmada seçilen 4 adet iskeleye gelen ve römorkör hizmeti talep eden gemi sayısı 2822 adettir. Bu gemilerin hem yanaşma hem de kalkış manevraları hesaba katıldığında bir yıl içerisinde bu iskelelerde toplam 5644 adet römorkörcülük hizmeti verilmektedir. Gerçek hayatta römorkörleri Tablo 5’de gösterilen alternatiflerde konumlandırarak 5644 manevrayı yaptırmak ve sonuçlarını değerlendirmek mümkün değildir. Bu çalışmada gerçek hayatta denenerek çözümlenmesi mümkün olmayan 10 deneme simülasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Şekil 5’de sunulmuştur.

Gemport KRH Teşkilatının römorkörcülük hizmeti verdiği iki adet römorkörünün aynı veya farklı iskelelerde de konumlandırma alternatifleri değerlendirilmiştir. Römorkörlerin farklı park yerlerinde konumlandırılması durumunda hizmet verilecek noktaya en yakın römorkör sisteme girmiştir. Tablo 5’de farklı renklerde çizilen her iki römorkörün park yeri alternatifleri gösterilmektedir. “Çalışma saati” sütununda her iki römorkörün bir yıl boyunca gerçekleştirilen 5644 manevradaki hizmet süresi gösterilmektedir. Alternatif park yerlerinde oluşan iki römorköre ait hizmet süreleri toplamalarının ortalaması 2161 saat olup standart sapması 42 saat olarak tespit edilmiştir. Park yeri alternatiflerinin hizmet süresinde çok büyük değişiklikler oluşturmadığı tespit edilmiştir

Tablo 5’deki “Seyir” sütununda Römorkörlerin hizmet vermek için park yerlerinden hizmet noktasına, hizmet noktasından da park yerlerine geri dönüşlerindeki seyir süresi toplamı gösterilmektedir. Alternatif park yerlerinde oluşan iki römorköre ait seyir süreleri toplamalarının ortalaması 1974 saat olup standart sapması 447 saat olarak tespit edilmiştir. Park yeri alternatiflerinin seyir süresinde çok büyük değişiklikler oluşturduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Simülasyon Sonuçları

	Roda	Borusan	Tugsas	Gemport	Çalışma (saat)	Seyir (saat)	Yakıt ¹ (ton)	Ücret ² (USD)
1					2110,69	2237,12	94,85	141.281
2					2133,71	1808,17	78,67	114.999
3					2119,06	2547,41	108,01	162.015
4					2120,33	2568,22	108,89	163.339
5					2149,05	2075,36	87,99	131.993
6					2182,18	1821,34	77,22	115.837
7					2220,46	1587,88	67,33	100.989
8					2190,60	1490,60	63,20	94.802
9					2226,20	1277,40	54,16	81.242
10					2159,07	2321,95	98,45	147.676

Seyir süresinde park yeri alternatiflerine göre meydana gelen değişimlerin ekonomik olarak değerlendirilmesi için Gemport KRH Teşkilatı ve diğer teşkilatların römorkör yakıt sarfiyatları konusundaki değerleri talep edilmiştir. Kullanılan 2x1360 HP gücündeki römorkörlerin saatlik yakıt harcamalarının kabaca 53 Litre olduğu belirlenmiştir. Her bir park yeri alternatifinde oluşan seyir süresi ile yakıt sarfiyatının ağırlık cinsinden değeri çarpılarak, seyir sırasında sarf edilen yakıtın ton cinsinden değeri bulunmuştur. Bu değer özel olarak vergilendirilmiş olan yakıt bedeli (1500 USD ton) ile işleme sokularak, seyir sırasında oluşan maliyetler USD cinsinden hesaplanmıştır. Park yeri alternatifleri içerisinde optimum maliyetin römorkörlerden birinin Gemport, diğerinin ise Borusan da belirlenmesi ile oluştuğu tespit edilmiştir. En yüksek maliyetli alternatifin ise her iki römorkörün park yerinin Tugsas'da belirlenmesinde oluştuğu tespit edilmiştir.

Teknik seyir hizmetlerinde kaynak olarak kullanılan römorkörlerin park yerlerinin optimizasyonu çalışması ile saptanan faydalar aşağıda sıralanmıştır.

1. Römorkörün hizmet süresi içerisinde makine çalışma süresinin minimum düzeye düşürülmesi ve dolayısı ile yakıt, bakım tutum vb. işletme girdilerinin azaltılması.
2. Römorkörün hizmete girme sürelerinin optimum düzeye çekilmesi ile kaynak kullanmada etkinlik.
3. Römorkörlerin makine çalışma sürelerindeki azalma ile atmosfere yayılan baca gazı miktarının düşürülmesi.

4. Römorkör personelinin dinlenmede geçireceği süreyi artırarak, yorgunluk nedeniyle meydana gelebilecek kazaların engellenmesi.

Wenhui (2011) tarafından yapılan römorkör tahsisi konusundaki optimizasyon çalışması tek başına yeterli olmadığı, doğru park yeri seçimi ile seyirde geçen süredeki optimizasyon ile kazanılacak sürenin tek başına bir römorkörün hizmet süresine eşit olabileceği tespit edilmiştir. Gempport KRH Teşkilatının simülasyon modellemesinin yapıldığı sahanın büyüklüğü, diğer teşkilatların yetki sahaları ile karşılaştırıldığında çok büyük olmadığı görülmektedir. Daha büyük sahalarda yetkilendirilmiş teşkilatların bu tip optimizasyon çalışmaları yapmaları verdikleri teknik seyir hizmetlerinin düzeyini çok yakından ilgilendirmektedir. Ayrıca gemi sayısı, geliş zamanları, gemilerin iskelelerle dağılımı, iskele yük elleçleme zamanları vb. istatistiksel değişimlerin, park yerinin optimizasyonu ile ilgili verileri de değiştirmesi kaçınılmazdır. Bu durumda kaynak optimizasyon çalışmalarının devamlı olarak güncel verilerle test edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma ile teknik seyir hizmetlerinde kaynakların optimizasyonun önemini anlaşıldıktan sonra, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü'nde 2012 yılında "Teknik Seyir Hizmetlerinde Kaynakların Simülasyon Modellemesi Yöntemiyle Optimizasyonu" isimli bilimsel bir araştırma projesi başlatılmıştır. Bu projede amaç; teknik seyir hizmetlerinin verildiği limanlarda ve su yollarında, hizmet verilen gemilerin sayısı, büyüklüğü ve niteliğine uygun olarak optimum seviyede kullanılması gereken yardımcı araç sayısı ve niteliği ile insan kaynağı sayısı ve niteliğinin simülasyon modellemesi yöntemiyle tespit edilmesidir. T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından hazırlanan 31.10.2012 tarih ve 28453 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Limanlar Yönetmeliği" kapsamında, gemilere verilecek olan teknik seyir hizmetlerinin şartları belirlenmektedir. Yukarıdaki projenin hayata geçmesi ile limanların kapasitelerindeki artışlara paralel olarak yeni oluşan şartlara cevap verebilecek "kaynak" miktarı ve yeni çözüm alternatiflerinin geliştirilebilmesi için dinamik bir model geliştirilmesi ve karar vericiler için karar destek sisteminin oluşturulması hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hayata geçirilmesinde Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı Yöneticisi Kaptan Hakan Işıkcı'ya, araştırma konusunun denizcilik endüstrisinin bilgisine sunulmak üzere yayınlanmasındaki değerli destekleri dolayısıyla Gempport Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Süha AKTAŞ'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

BACHELET, B., YON, L. (2007) Model Enhancement: Improving Theoretical Optimization with Simulation, *Simulation Modelling Practice and Theory* Vol.15, No.6, pp. 703-715.

BAGDASARYAN, A. (2011) Discrete Dynamic Simulation Models and Technique for Complex Control Systems, *Simulation Modelling Practice and Theory*, Vol.19, pp. 1061-1087.

BARREDO, J.I., KASANKO, M., MCCORNICK, N., LAVALLE, C. (2003) Modelling Dynamic Spatial Processes: Simulation of Urban Future Scenarios through Cellular Automata, *Landscape and Urban Planning*, Vol.64, No.3, pp. 145-160.

BELGİN, Ö. (2010) Hizmet Sektöründe Verimlilik, *Bilişim Dergisi*, Sayı.127, ss. 112-115.

BRUZZONE, A.G., MOSCA, R., REVETRIA, R., RAPALLO, S. (2000) Risk Analysis in Harbor Environments Using Simulation, *Safety Science*, Vol.35, pp. 75-86.

CEC (1997) *Green Paper on Sea Ports and Maritime Infrastructure*, Commission of The European Communities.

CHEONG, W., WONG, C. S. (2006) Evaluating the Impact of Vessel-Traffic Interference on Container Terminal Capacity, *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. March/April, pp.76-82.

CHUNG, C. A. (Ed.). (2003). *Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach*. CRC press.

ELDEMİR, F., CAMCI, F., UYSAL, Ö. (2013) *Analysis and Simulation of Istanbul Strait Marine Traffic Management Strategies*, Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.

ESMER, S., (2010) *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli*, DEÜ Yayınları, İzmir.

ESMER, S., YILDIZ, G., TUNA, O. (2013) A New Simulation Modelling Approach to Continuous Berth Allocation, *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol.16, No.5, pp. 1-12.

EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL (2006) *EU Directive on Market Access to Port Services*.

GUCMA, M. (2008) Combination of Processing Methods for Various Simulation Data Sets, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.2, No.1, pp. 11-15.

HARRALD, J. R., MAZZUCHI, T. A., SPAHN, J., VAN DORPA, R., MERRICK, J., SHRESTHA, S., GRABOWSKI, M. (1998) Using System Simulation to Model the Impact of Human Error in a Maritime System, *Safety Science*, Vol.30, pp. 235-247.

IAPH (2001) *IAPH Guidelines for Port Planning and Design*, Port Planning and Construction Committee, International Association of Ports and Harbors, Tokyo.

KELTON, W. D., SADOWSKI, R. P., SADOWSKI, D. A. (2002) *Simulation with ARENA*, Vol.2, McGraw-Hill, New York.

KOBAYASHI E., ASAJIMA, T., SUEYOSHI, N. (2011) Advanced Navigation Route Optimization for an Oceangoing Vessel, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.5 No.3, pp. 377-383.

LI, Q., FAN, H. S. L. (2012) A Simulation Model for Detecting Vessel Conflicts Within a Seaport, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.6, No.1, pp. 11-17.

MAVRAKIS, D., KONTINAKIS, N. (2008) A Queueing Model of Maritime Traffic in Bosphorus Strait, *Simulation Modelling Practice and Theory*, Vol. 16, pp. 315-328.

MERRICK, J. R. W., VAN DORP J. R., BLACKFORD, J. P., SHAW, G. L., HARRALD, J., MAZZUCHI, T. A. (2003) A Traffic Density Analysis of Proposed Ferry Service Expansion in San Francisco Bay Using A Maritime Simulation Model, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol.81, pp. 119-132.

NAS, S. (1999) *The Role and Importance of the Simulator Based Training in the Maritime Industry*, Unpublished Master Thesis, Dokuz Eylul University, Institute of Social Science, Department of Maritime Business Administration, İzmir.

NAS, S., ALTUĞ, Ş. K., YILMAZEL, M. (2006) *A Study on the Enhancement of Safety Culture in Harbour Pilotage and Towage Organizations*, 18. Congress of the International Maritime Pilots Association (IMPA) 20th-24th November 2006, Havana, Cuba.

NAS, S. (2008 a) *Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatında Emniyet Kültürünü Güçlendirme Çalışması Projesi*, Danışmanlık Raporu, İzmir.

NAS, S. (2008 b) *Enhancement of Safety Culture in Harbour Pilotage and Towage Organizations*, International Maritime Lecturers Association 16th Conference on MET 14th-17th October 2008, İzmir.

NAS, S. (2010) Kıyı Tesislerinin Planlama ve Tasarımında Gemi Manevraları Simülasyon Deneyleri, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VII. Ulusal Kongresi 27 Nisan - 1 Mayıs 2010 Trabzon, Bildiriler Kitabı*, Cilt - II, Editör; Lale Balas, ISBN: 978-605-88990-5-6, Sf, 935-945. Kıyı Alanları Yönetimi Türkiye Milli Komitesi, Matbaa Çözümleri Sanayi ve Dış Ticaret Ltd. Şti, İstanbul.

NAS, S. (2011) *Ditaş Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatında Emniyet Kültürünü Güçlendirme Çalışması Projesi*, Danışmanlık Raporu, İzmir.

NAS, S., ZORBA, Z. (2012) *Ship Maneuver Risk Assessment Report for the Petkim Container Terminal Project*, (Coastal Facility Construction Requisition Assessment which is published at Official Gazette No.27170 dated 15.03.2009 Communiqué Number: 2009 Official 2007/2.

NAS, S., ZORBA, Z., UÇAN, E. (2013) The Mooring Pattern Study for Q-Flex Type LNG Carriers Scheduled for Berthing at Ege Gaz Aliaga LNG Terminal, *Maritime Transport & Shipping, Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Edited A. Weintrit and T. Neumann. CRS Press, Taylor & Francis Group, London, pp. 103-108.

OECD (2011) *Competition in Ports and Port Services*, The OECD Competition Committee, <http://www.oecd.org/daf/competition/48837794.pdf> Erişim: 22.07.2013.

OZBAS B., OR, I., ULUSCU, O. S., ALTIOK, T. (2009) Simulation-Based Risk Analysis of Maritime Transit Traffic in the Strait of Istanbul, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.3, No.3, pp. 295-300.

REEB, J.E., LEAVENGOD, S. (2003) *Simulating a Manufacturing System An Introduction Operations Research*. October, pp. 1-12.

RIVERO, L., E., B. (2004) *Applications in Logistics Using Simulation with Promodel*, Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2004) "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development" 2-4 June 2004, Miami, Florida, USA

UÇAN, E. (2013) *İstanbul Boğazı'nda Kılavuzluk Hizmeti Veren Kılavuz Kaptan Sayısının Simülasyon Yöntemiyle Optimizasyonu*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizde Emniyet, Güvenlik ve Çevre Yönetimi Programı Yüksek Lisans Tezi.

ULUSÇU, Ö. S., ÖZBAŞ, B., ALTIOK, T., OR, İ. ve YILMAZ, T. (2009) Transit Vessel Scheduling in The Strait of Istanbul, *The Journal of Navigation*, Vol.62, pp. 59-77.

WENHUI, Y. (2011) Heuristic Algorithm for Simulation and Optimization System of Port Tugboats Allocation, *2011 International Conference on Internet Computing and Information Services Proceedings*, pp. 306-309.

YAZICI, M.A., OTAY, E. N. (2009) A Navigation Safety Support Model for the Strait of Istanbul, *The Journal of Navigation* (2009), Vol.62, pp. 609-630.

YÜKÇÜ, S., ATAĞAN, G. (2009) Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Sayı. 23, No. 4, ss.1-13.

ZENG, Q., YANG, Z. (2009) Integrating Simulation and Optimization to Schedule Loading Operations in Container Terminals, *Computers & Operations Research*, Vol.36, No.6, pp. 1935-1944.

ZHANG, T., MIAO, M., ve JIN, C. (2007) Study on Resource Allocate of Container Yard Based on Simulation Optimization Method, *Journal of System Simulation*, Vol.24, pp. 008.

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

**LİMAN ÇALIŞANLARININ MESLEKİ TÜKENMİŞLİK
SEVİYELERİNİN İNCELENMESİ: BİR LİMAN UYGULAMASI**

**Barış KULEYİN¹,
Burak KÖSEOĞLU²
Ali Cemal TÖZ³**

ÖZET

Mesleki tükenmişlik, ağır iş yükü ve iş kaynaklı ağır zihinsel zorlanmalarda ortaya çıkabilen ruhsal bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, meslek sebepli ruhsal ve fiziksel olarak bitme durumu şeklinde ifade edilmektedir. Mevcut yazın incelendiğinde, mesleki tükenmişlik konusunun birçok meslek grubunda irdelenmiş olduğu görülmektedir. Günümüzde artan ticaret hacminin denizyolu taşımacılığına yansımaları sebebiyle limanlardaki yoğunluk her geçen gün artmaktadır. Limanları mesleki kariyer alanları olarak seçen liman çalışanlarının bu yoğun tempodaki çalışma şartları her geçen gün daha da ağırlaşmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, çalışmanın örneklemini bir liman işletmesinin çalışanları olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı, zorlu bir meslek olduğu tespit edilmiş limancılık mesleği çalışanlarının mesleki olarak tükenmişlik seviyelerini, en yaygın tükenmişlik envanterlerinden biri olan “Maslach Tükenmişlik Envanteri” (Maslach Burnout Inventory) yardımıyla saptamaktır. Bu çalışmada tükenmişlik seviyeleri, hem liman çalışanlarının demografik durumları ile ilişkilendirilmiş hem de mesleki kariyerlerine etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Liman çalışanları, mesleki tükenmişlik, tükenmişlik envanteri.

¹Öğr. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir
baris.kuleyin@deu.edu.tr.

²Araş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir
burak.koseoglu@deu.edu.tr.

³Öğr. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir
ali.toz@deu.edu.tr.

ANALYSING THE EXTENT OF VOCATIONAL BURNOUT PORT EMPLOYEES SUFFER FROM: A CASE STUDY AT SEAPORTS

ABSTRACT

Vocational burnout is defined as a psychological malady, or disease, likely to stem from certain pressure on mind as well as tough and stressful working conditions. In other words, it is thought to get exhausted both physically and psychologically mainly due to vocational (professional) environments. A relevant literature review reveals that vocational fatigue or burnout has been studied for various vocational groups. The ever growing trade volume has recently affected the growth of seaborne trade and thus shipping, which in turn has increased the work density at seaports. Hence, the working conditions at seaports, for those who have chosen to work at ports as their career, have become tougher and tougher. That's why the population sample for this study has constituted the employees of a seaport. The purpose of this research is to analyze the extent (level) of vocational fatigue seaport employees suffer from. For this analysis, "Maslach Burnout Inventory", one of the most prevalent fatigue-related inventories, has been used. In this research, the extents/levels of fatigue have been interrelated with the demographic data concerning the seaport employees, and the effect of the fatigue levels on vocational careers has been scrutinized.

Keywords: *Seaport employees, vocational burnout, burnout inventory.*

1. LİMAN TANIMI VE LİMAN ÇALIŞANLARI

Denizyolu taşımacılığı, uluslararası rekabetin yoğun yaşandığı bir sektördür. Zamanla talebe bağlı olarak gemilerin yapısı, tipi ve büyüklüğünü değiştirmiştir. Bu hususla gemilere hizmet veren limanlar ve kıyı tesisleri de kapasite olarak büyümüş, teknolojik ve yönetsel olarak da gelişmiştir. Deniz taşımacılığındaki hızlı teknolojik gelişmeler ve hava, deniz ve karayolu ulaştırma sistemlerinin bütünleşmesi taşıma araçlarının, elleçleme ekipmanlarının ve terminal hizmetlerinin de gelişmesine yol açmıştır (Topaloğlu, 2007: 48).

Her limanın tüm özelliklerini kapsayan genel bir "liman" tanımının mümkün olmadığı gibi herhangi iki liman arasında da önemli farklılıklar mevcuttur (Stopford, 2009: 81). Yaygın bir liman tanımına göre limanlar; gemilerin dalga, akıntı, rüzgâr, buz gibi çevresel ve meteorolojik etkenlere karşı korunduğu, rıhtım, iskele ve şamandıralarına deniz taşıma araçlarının yanaşıp bağlayabildiği, demir atarak sığınabildiği, gemi ve kıyı arası yük ve insan naklinin yapılabildiği,

karadaki sahalarda yüklerin muhafaza edilebildiği kara ve deniz alanlarıdır (Yüksel ve Çevik, 2010: 1).

Liman çalışanı; limandaki gemilerin yükleme ve boşaltması esnasında çalışan işçiler olarak tanımlanmaktadır. Fakat bu kısa tanım liman işçilerinin tanımlanmasında yeterli olmamaktadır. Liman çalışanı; liman sahası içinde konteyner, genel kargo benzeri tüm yük çeşitlerinin yüklenmesi, boşaltılması, muhafaza edilmesi, kontrolü, elleçlenmesi ile bağlanması operasyonlarında çalışan ve bu operasyonlar için gerekli araç/gereci kullanan işçiler olarak tanımlanabilir (Dock Work Convention, 1973).

Dünyada küresel anlamda rekabetin son derece önemli olduğu düşünüldüğünde limanların etkinliği ve verimliliğini etkileyen en önemli unsurlardan birinin de liman çalışanları ve liman çalışanlarının performansı olduğu da açıkça görülmektedir. Emek-yoğun bir sektör olan limancılık sektörü çalışma saatlerinin esnekliği, artan iş yükü ve yoğunlaşan liman şartları liman çalışanlarının verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Liman çalışanlarının bu yoğunluk çerçevesinde performanslarını sürekli yüksek seviyede tutmaları ise uzun dönemde yorulmalarına ve tükenmelerine sebep olmaktadır.

2. MESLEKİ TÜKENMİŞLİK VE MASLACH TÜKENMİŞLİK ENVANTERİ

Maslach ve Jackson tükenmişliği; insanda ortaya çıkan fiziksel bitkinlik, uzun süren yorgunluk, çaresizlik ve umutsuzluk duyguları, yaptığı işe, hayata ve diğer insanlara karşı gösterdiği olumsuz tutumları kapsayan fiziksel ve zihinsel boyutlu bir sendrom olarak tanımlamışlardır. Günümüzde kabul gören en yaygın tükenmişlik tanımı Maslach ve arkadaşları tarafından yapılan ve tükenmişliği üç boyutlu bir kavram olarak algılayan tanımdır. Bu tanımda tükenmişlik; işi gereği sürekli diğer insanlarla yüz yüze çalışan sıklıkla ortaya çıkan üç boyutlu bir sendrom olarak kabul edilmektedir. Bu üç boyut duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarıda düşme hissi olarak adlandırılmıştır (Vızlı, 2005: 11)

3. MESLEKİ TÜKENMİŞLİĞİN BOYUTLARI

Tükenmişlik üç ana boyutta incelenmektedir. Bunlar: Duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarısızlık hissidir.

Duygusal Tükenme: Duygusal tükenme (emotional exhaustion, exhaustion); tükenmişliğin bireysel stres boyutunu belirtmekte ve

“Bireyin duygusal ve fiziksel kaynaklarında azalmayı” ifade etmektedir. Maslach’a göre “Çalışanların fiziksel ve duygusal açıdan kendilerini aşırı yorgun ve yıpranmış hissetmeleri” şeklinde tanımlanır (Sürgevil, 2005: 38).

Duyarsızlaşma: Maslach' a göre tükenmişliğin üç bileşeninden duyarsızlaşma alt boyutu en problemli boyut olarak görünmektedir. Duyarsızlaşma; kişinin bakım ve hizmet verdiklerine karşı, duygudan yoksun biçimde tutum ve davranışlar sergilemesini içermektedir. Bu davranış katı, soğuk ve ilgisiz şekillerde kendini belli eder. Duygusal tükenme yaşayan kişi, kendisini diğer insanların sorunlarını çözmede güçsüz hisseder ve duyarsızlaşmayı bir kaçış yolu olarak kullanır. İnsanlarla olan ilişkilerini işin yapılabilmesi için gerekli olan en az düzeye indirir. Duyarsızlaşma, Maslach tarafından "hizmet verilen kişilere karşı uzaklaşmış, katı hatta insancıl olmayan bir yanıt" olarak tanımlanmıştır. Uzaklaşmanın artmasıyla, diğerlerinin gereksinmelerine aldırış etmeyen bir tutum ve duygularına aldırma durumu meydana gelmektedir (Vızlı, 2005: 20). Duyarsızlaşma, “insanlara birer nesne gibi davranma” ya işaret eder ve sıklıkla ilişkide bulunulan kişilerden bahsedilirken kişi isimleri yerine, nesne isimlerini kullanmak şeklinde kendini gösterir (Sürgevil, 2005: 40).

Kişisel Başarı: Maslach tükenmişlik modelinin üçüncü boyutu “kişisel başarı / kişisel yeterlilik” boyutudur. Bu boyut; kişinin işindeki yeterlilik ve başarı duygularını tanımlar. Maslach’a göre kavramsal olarak, “öz yeterlilik” ve “öğrenilmiş çaresizlik” gibi olgularla ilişkili olduğu düşünülen kişisel başarı hissi; tükenmişliğin kişisel gelişme boyutunu temsil etmektedir. Düşük kişisel başarı hissi tükenmişliğin bir parçasını oluşturmaktadır. Yetersizlik, başarısızlık duygusu, düşük moral, iş verimliliğinde azalma, düşük üretkenlik, kişilerarası anlaşmazlık, sorunlarla başa çıkmada yetersiz kalma, benlik saygısında (öz saygıda) azalma gibi belirtilerle karakterize edilen düşük kişisel başarı/kişisel yeterlilik duygusu; en yalın haliyle “*Kişinin kendisini olumsuz değerlendirmeye eğiliminde olmasını ifade eder*” (Sürgevil, 2005: 40). Suçluluk, sevilmemeye hissi ve başarısızlık duygulan, kendine saygıyı azaltarak kişiyi depresyona sokabilmektedir (Vızlı, 2005: 21)

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Emek-yoğun bir meslek grubu olan liman çalışanlarının mesleki olarak tükenmişlik seviyelerini, en yaygın tükenmişlik envanterlerinden biri olan “Maslach Tükenmişlik Envanteri” yardımıyla saptamak bu çalışmanın esas amacıdır. Çalışmada tükenmişlik seviyeleri yaş, cinsiyet, evlilik durumu, çocuk durumu, mezun olunan okul, limandaki görev,

kariyer boyunca limanlarda geçirilen toplam zaman ve genel olarak çalışılmış liman tipine göre değerlendirilmiştir.

5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Tanımlayıcı özellikte olan bu çalışmada araştırma yöntemi olarak anket metodu benimsenmiştir. Bilgi toplama elemanı olarak kullanılan anket; “kişisel bilgiler” ve “Maslach Tükenmişlik Envanteri” soruları olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Toplam 22 sorudan oluşan envanterde puanlama 1 (hiçbir zaman) ve 5 (her zaman) arasında yapılmıştır. Tükenmişliğin üç ana boyutu olan “duygusal tükenme”, “duyarsızlaşma” ve “kişisel başarısızlık hissi” boyutları sırasıyla envanterin (1, 2, 3, 6, 8, 13, 14, 16, 20), (5, 10, 11, 15, 22) ve (4, 7, 9, 12, 17, 18, 19, 21) nolu sorularıyla analiz edilmektedir. Anketlerin değerlendirilmesinde SPSS 17.0 programı kullanılmıştır. Güvenilirlik testi (Cronbach's Alpha) (0,62) yapılmış ve uygun değerde olduğu tespit edilmiştir (Matkar, 2012: 89). Araştırmada kullanılan ölçeğin (Tükenmişlik ölçeği) alt ölçeklerinin güvenilirlik analizleri, iç tutarlılık Cronbach Alpha katsayılarının hesaplanmasıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda tükenmişlik ölçeğinin alt ölçeklerine ilişkin güvenilirlik bilgileri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1. Tükenmişlik Alt Ölçeklerinin İç Tutarlılık Katsayıları

ALT ÖLÇEKLER	Madde Sayısı	N	ÖLÇEK			
			Ortalama	Varyans	Standart Sapma	Alfa (α)
Duygusal Tükenme	9	74	16,6216	37,718	6,14149	0,801
Duyarsızlaşma	5	74	8,9054	10,279	3,20603	0,490
Kişisel Başarı	8	74	32,2838	35,631	5,96915	0,750

Tablo 1’den de görülebileceği gibi; tükenmişlik alt ölçeklerinin iç tutarlılık katsayıları (Cronbach Alpha) duygusal tükenme alt ölçeği 0,80; duyarsızlaşma alt ölçeği 0,49; kişisel başarı alt ölçeği 0,75 şeklindedir. Duyarsızlaşma alt ölçeğinin güvenilirliği diğer alt ölçeklere nazaran daha düşük olmakla birlikte, sosyal bilimler için kabul edilir düzeydedir. Tükenmişliğin tüm alt ölçeklerinin güvenilir oluşu, araştırmada yapılan ölçmenin tutarlı sonuçlar vereceği beklentisini güçlendirmektedir.

Anketlerin uygulanması konusunda Türkiye’nin önemli limanlarından biri çalışma alanı olarak seçilmiştir. Söz konusu limandan 84 kişilik bir geri dönüş alınmış ve elimize ulaşan anketlerden 74 âdeti geçerli anket olarak kullanılmıştır. Veri analizi için; frekans tabloları,

tanımlayıcı istatistikler, Bağımsız Örneklem T Testi ve ANOVA (tek yönlü varyans analizi) kullanılmıştır.

Türkçeye çevrilen form, iyi İngilizce düzeyine sahip dört farklı kişi tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Türkçe formun çeviri geçerliliği, geriye çevirme (ters çeviri) tekniği ile sınanmıştır. Bu doğrultuda, Türkçe form; formu İngilizceden Türkçeye çevirenlerden farklı olmak kaydıyla, dört farklı kişi tarafından İngilizceye çevrilmiştir. Bu çeviriler kıyaslanarak, ölçeğin bazı maddeleri tekrar gözden geçirilmiş ve ölçeğin son haline ulaşılmıştır (Sürgevil, 2005: 93).

Tablo 2. Tükenmişlik Düzeyi Puanlamaları

	Yüksek	Orta	Düşük
Duygusal Tükenme	27 ve üzeri	17 - 26	0 - 16
Duyarsızlaşma	13 ve üzeri	7 - 12	0 - 6
Kişisel Başarı	0 - 31	32 - 38	39 ve üzeri

Tablo 2’de de görüldüğü gibi, mesleki tükenmişlik bahsedilen üç ana başlık altında düşük, orta, yüksek olmak üzere üç seviyede incelenmiştir. Puan değerlendirmesinde, duygusal tükenme ve duyarsızlaşma boyutlarında ne kadar yüksek puan alınmışsa, kişi o boyutta o kadar çok tükenmiş demektir. Kişisel başarı alt başlığı ile ilgili sorular ters cevaplıdır. Birey kişisel başarı alt başlığında ne kadar az puan alırsa o kadar çok tükenmiş; bir başka deyişle kişisel “başarısızlık” hissi yüksek demektir. Örneğin kişisel başarı puanı ortalaması 20 olan bir grup, kendisini kişisel olarak başarısız hissetmektedir.

6. BULGULAR

Ankete katılanların % 56’sı otuz dört yaş ve üzeri olmakla beraber sadece % 5,5’i 22–25 yaş aralığındadır. 74 adet katılımcının tamamı erkektir. Katılımcıların % 88’i evli, % 80’i çocuk sahibi, yalnızca % 19’u üniversite mezunu, % 92’si mavi yakalı ve % 63’ü yedi yıldan fazla bir süredir limanlarda çalışan kişilerden oluşmaktadır. Katılımcıların % 16’sı limanın kuru yük/dökme yük bölümünde, % 47’si konteyner ve % 37’si limanın tüm bölümlerinde çalıştığı ifade etmiştir.

Tablo 3. Demografik Bulgular

Yaş	f	Oran (%)
22-25 yaş	4	5,5
26-29 yaş	11	15,1
30-33 yaş	17	23,3
34 ve üzeri	41	56,2
Cinsiyet	f	Oran (%)
Erkek	74	100
Kadın	0	0
Evlilik Durumu	f	Oran (%)
Evli	65	87,8
Bekâr	9	12,2
Çocuk Durumu	f	Oran (%)
Var	57	80,3
Yok	14	19,7
Mezun Olunan Okul	f	Oran (%)
Fakülte	8	11,0
Meslek Yüksek Okulu	6	8,2
Meslek Lisesi	12	16,4
Lise	20	27,4
Ortaokul	8	11,0
İlkokul	19	26,0
Limandaki Görevi	f	Oran (%)
Beyaz Yakalı	6	8,1
Mavi Yakalı	68	91,9
Limanlardaki Toplam Çalışma Süresi	f	Oran (%)
1-3 Yıl	21	28,8
4-6 Yıl	6	8,2
7 ve üzeri	46	63,0
Limanın Çalışılan Bölümü	f	Oran (%)
Kuru yük – Dökme yük	12	16,5
Konteyner	34	46,6
Tüm Bölümler	27	37,0

Genel olarak katılımcıların mesleki tükenmişlik seviyeleri “duygusal tükenmişlik” (16,7) boyutunda düşük, “duyarsızlaşma” (8,9) ve “kişisel başarısızlık hissi” (32,3) boyutlarında ise orta olarak tespit edilmiştir. Yani katılımcı liman çalışanları duygusal olarak düşük seviyede tükenmiş, duyarsızlaşma boyutunda orta seviyede bir duyarsızlaşma düzeyine sahip ve kişisel başarısızlık hissi boyutunda ise

kendisini kişisel olarak başarılı, tatmin olmuş olarak isimlendirebilecek bir puan ortalamasına sahiptir. Bir başka deyişle kişisel başarı boyutunda mesleki olarak henüz tükenmemiş, kişisel “başarısızlık” hissi orta seviyede tespit edilmiştir.

Tablo 4. Yaş ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Yaş	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	22-25 yaş	4	15,5000	7,85281	,061	,980
	26-29 yaş	11	17,0000	5,31037		
	30-33 yaş	17	16,5882	7,85063		
	34 yaş ve üzeri	41	16,7805	5,61031		
	Toplam	73	16,6986	6,14565		
Duyarsızlaşma	22-25 yaş	4	8,7500	2,06155	1,957	,128
	26-29 yaş	11	10,9091	3,91036		
	30-33 yaş	17	9,0588	2,88250		
	34 yaş ve üzeri	41	8,3171	3,13400		
	Toplam	73	8,9041	3,22819		
Kişisel Başarı	22-25 yaş	4	34,2500	2,98608	,164	,920
	26-29 yaş	11	31,8182	4,23835		
	30-33 yaş	17	32,1176	6,13272		
	34 ve üzeri	41	32,2195	6,64647		
	Toplam	73	32,2466	6,00181		

Tablo 4’te görüldüğü gibi, yaş bağımsız değişkeniyle liman çalışanlarının duygusal tükenmişlik seviyeleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir. 26–29 yaş arası 17 puan ortalamasıyla duygusal tükenmenin en yüksek yaş aralığı olarak göze çarpmakta ve genel değerlendirmenin biraz üzerine çıkarak duygusal tükenmişlik orta seviyede tespit edilmektedir. Duyarsızlaşma açısından da anlamlı bir ilişkiye rastlanılmamıştır. 26–29 yaş arası 10,9 puan ortalamasıyla duyarsızlaşmanın en yüksek olduğu yaş olarak göze çarpmakta ve genel değerlendirmeye birlikte duyarsızlaşma orta seviyede tespit edilmektedir. Kişisel başarısızlık hissi değişkeni ise yaşla beraber azalmakla birlikte puanlardan anlaşılacağı üzere meslekten umulduğunun bulunduğu, arzu edilen başarıya ulaşıldığına ve beklentilerin karşılandığına işaret etmektedir. 26–29 yaş arası 31,8 puan ortalamasıyla kişisel başarısızlık hissinin en yüksek olduğu yaş olarak göze çarpmakta ve genel değerlendirmeye birlikte kişisel başarısızlık hissi orta seviyede tespit

edilmektedir. Sonuç olarak yaş grupları arasında, hiçbir tükenmişlik boyutunda anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

Tablo 5. Evlilik ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Evlilik Durumu	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	Evli	65	16,5077	5,44324	1,260	,265
	Bekâr	9	17,5556	10,22388		
Duyarsızlaşma	Evli	65	8,8615	3,18628	,020	,887
	Bekâr	9	9,2222	3,52767		
Kişisel Başarı	Evli	65	32,6000	5,80086	,006	,937
	Bekâr	9	30,0000	7,01783		

Tüm katımcıların erkek olması nedeniyle cinsiyet başlığında tükenmişliğin incelenmesi mümkün olamamıştır. Tablo 5’te görüldüğü gibi, evlilik durumu ile tükenmişlik arasında da anlamlı bir ilişkiye rastlanamamıştır. Ancak buna rağmen, evli liman çalışanlarının bekârlara göre duygusal tükenmişlik ve duyarsızlaşma alt başlıklarında daha az tükenmiş olduğu tespit edilmiştir. Kişisel başarı alt başlığında ise bekâr liman çalışanları belirgin bir şekilde daha çok tükenmiştir. Genel olarak her iki grup da orta seviyede duygusal tükenmişlik, duyarsızlaşma ve kişisel başarısızlık hissine sahiptir.

Tablo 6. Çocuk Durumu ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Evlilik Durumu	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	Var	57	16,1579	5,27389	3,951	,051
	Yok	14	19,0000	8,97004		
Duyarsızlaşma	Var	57	8,4912	3,10600	,459	,500
	Yok	14	10,1429	3,54872		
Kişisel Başarı	Var	57	32,5789	5,97599	,037	,849
	Yok	14	30,7857	6,15416		

Tablo 6’da görüldüğü gibi, çocuğu olmayan liman çalışanlarının çocuklu liman çalışanlarına göre duygusal tükenmişlik, duyarsızlaşma ve kişisel başarısızlık hissi alt başlıklarında daha fazla tükenmiş olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak her iki grup da orta seviyede duyarsızlaşma ve orta seviyede kişisel başarısızlık hissine sahiptir. İki grubun en fazla farklılaştığı tükenmişlik ölçütü duygusal tükenmişlik boyutudur. Çocuğu olmayan liman çalışanlarının orta seviyede duygusal tükenmişlik yaşadığı

görülmektedir. Tablo 7’de görüldüğü gibi, mezuniyet bağımsız değişkeniyle liman çalışanlarının duygusal tükenmişlik seviyeleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir. Meslek lisesi mezunları 18,6 puan ortalamasıyla duygusal tükenmenin en yüksek bulunduğu grup olarak göze çarpmakta ve genel değerlendirmeye birlikte duygusal tükenmişlik orta seviyede tespit edilmektedir.

Duyarsızlaşma açısından da anlamlı bir ilişkiye rastlanılmamıştır. Meslek lisesi mezunları 10,0 puan ortalamasıyla duyarsızlaşmanın en yüksek olduğu grup olarak göze çarpmakta ve genel değerlendirmenin üzerine çıkmaktadır. Kişisel başarısızlık hissi değişkeni açısından ise 30 puanla tükenmişlik seviyesinin en yüksek olduğu grubun ilkökul mezunları olduğu görülmektedir. Sonuç olarak mezuniyet grupları arasında, hiçbir tükenmişlik boyutunda anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

Tablo 7. Mezun Olunan Okul ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Mezuniyet	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	Fakülte	8	16,2500	4,49603	,623	,683
	MYO	6	14,8333	3,76386		
	Meslek L.	12	18,6667	7,16473		
	Lise	20	17,2000	8,56922		
	Ortaokul	8	16,0000	3,81725		
	İlkokul	19	15,2105	3,66028		
	Toplam	73	16,4932	6,04640		
Duyarsızlaşma	Fakülte	8	8,5000	2,77746	,644	,667
	MYO	6	9,0000	2,28035		
	Meslek L.	12	10,0833	3,42340		
	Lise	20	8,5500	3,48644		
	Ortaokul	8	7,6250	3,24863		
	İlkokul	19	9,0526	3,27403		
	Toplam	73	8,8630	3,20726		
Kişisel Başarı	Fakülte	8	32,7500	3,10530	,962	,448
	MYO	6	32,0000	4,04969		
	Meslek L.	12	33,0000	3,69274		
	Lise	20	32,9000	6,59266		
	Ortaokul	8	35,0000	3,25137		
	İlkokul	19	30,0000	8,25295		
	Toplam	73	32,3014	6,00852		

Tablo 8. Limandaki Pozisyon ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Limandaki Pozisyon	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	Beyaz yaka	6	15,3333	5,64506	,005	,944
	Mavi yaka	68	16,7500	6,19430		
Duyarsızlaşma	Beyaz yaka	6	8,8333	2,92689	,021	,885
	Mavi yaka	68	8,9118	3,24950		
Kişisel Başarı	Beyaz yaka	6	35,5000	4,46094	,161	,690
	Mavi yaka	68	32,0000	6,02730		

Tablo 8’de görüldüğü gibi, limandaki pozisyon ile tükenmişlik arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanamamıştır. Ancak buna rağmen, tüm alt ölçeklere mavi yakalı liman çalışanlarının ufak tefek farklılıklarla daha fazla tükenmiş olduğu tespit edilmiştir. Bu farkın en belirgin olduğu alt ölçek 32 puanlık bir değerle kişisel başarısızlık alt ölçeğidir. Genel olarak her iki grup da düşük seviyede duygusal tükenmişlik, orta seviyede duyarsızlaşma ve orta seviyede kişisel başarısızlık hissine sahiptir.

Tablo 9. Çalışma Süreleri ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Çalışma Süreleri	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	1-3 yıl	21	14,8571	4,47533	1,700	,190
	4-6 yıl	6	14,6667	3,38625		
	7 yıl ve üstü	46	17,5000	6,78479		
	Toplam	73	16,5068	6,06933		
Duyarsızlaşma	1-3 yıl	21	8,6667	2,41523	,229	,796
	4-6 yıl	6	8,5000	2,16795		
	7 yıl ve üstü	46	9,1522	3,62073		
	Toplam	73	8,9589	3,19478		
Kişisel Başarı	1-3 yıl	21	32,5714	4,01959	,238	,789
	4-6 yıl	6	33,5000	4,46094		
	7 yıl ve üstü	46	31,8913	6,89357		
	Toplam	73	32,2192	5,98435		

Duygusal tükenme tüm yıllar bazında bakıldığında düşük, duyarsızlaşma ve kişisel başarısızlık hissi orta seviyede seyretmektedir. Tablo 9’da görüldüğü gibi, çalışma süreleri bağımsız değişkeniyle liman çalışanlarının duygusal tükenmişlik seviyeleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir. 7 yıl ve üstünde çalışma süresine sahip olan liman

çalışanları; duygusal tükenmenin (17,5), duyarsızlaşmanın (9,1) ve kişisel başarısızlık hissinin (31,8) en yüksek olduğu gruptur. Sonuç olarak çalışma süreleri arasında, hiçbir tükenmişlik boyutunda anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

Tablo 10. Ağırlıklı Olarak Çalışılan Liman Tipi ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Liman Tipi	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig. (2-tailed).
Duygusal Tükenmişlik	Konteyner	29	16,4138	5,09564	2,555	,042
	Genel Yük	12	22,6667	9,07878		
Duyarsızlaşma	Konteyner	29	9,7931	3,43698	1,330	,879
	Genel Yük	12	9,5833	4,16606		
Kişisel Başarı	Konteyner	29	30,9655	5,72265	,112	,643
	Genel Yük	12	32,0000	6,66060		

Tablo 10’da görüldüğü gibi, ağırlıklı konteyner limanlarında çalışmış olanların genel yük limanı çalışanlarına göre duygusal tükenmişlik alt boyutunda anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Genel yük limanlarında çalışmış olanların duygusal tükenmişlik seviyeleri konteyner limanlarında çalışmış olanlara göre oldukça yüksektir. Duyarsızlaşma ve kişisel başarısızlık hissi alt başlıklarında ise belirgin bir farklılığa rastlanılmamıştır.

Tablo 11. Limanın Çalışılan Bölümü ve Tükenmişlik Boyutları

Boyut	Limanın Bölümü	N	Ortalama	Standart Sapma	F	Sig.
Duygusal Tükenmişlik	Konteyner	34	15,7059	4,89607	2,011	,141
	Genel Yük	12	19,7500	5,69090		
	Konteyner+Genel Yük	28	16,4286	7,32033		
	Toplam	74	16,6351	6,12780		
Duyarsızlaşma	Konteyner	34	9,3235	3,30033	,595	,554
	Genel Yük	12	8,8333	3,18614		
	Konteyner+Genel Yük	28	8,4286	3,14382		
	Toplam	74	8,9054	3,20603		
Kişisel Başarı	Konteyner	34	31,2941	6,95235	1,016	,367
	Genel Yük	12	33,9167	3,14667		
	Konteyner+Genel Yük	28	32,7857	5,52675		
	Toplam	74	32,2838	5,96915		

Duygusal tükenme tüm yıllar bazında bakıldığında düşük, duyarsızlaşma ve kişisel başarısızlık hissi orta seviyede seyretmektedir. Tablo 9’da görüldüğü gibi, limanın çalışma bölümü bağımsız değişkeniyle liman çalışanlarının duygusal tükenmişlik seviyeleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir. Ancak genel yük bölümünde çalışanların duygusal olarak daha fazla tükenmişlik ifade ettikleri değerlendirilebilir. Dikkati çeken diğer bir husus, konteyner çalışanlarının kişisel başarısızlık hissi açısından en yüksek tükenmişlik seviyesine sahip olmasıdır. Sonuç olarak çalışma bölümleri arasında, hiçbir tükenmişlik boyutunda anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Limancılık/denizcilik dikkat isteyen bir meslektir. Küçük bir dikkatsizlik anı bu meslekte kazalara sebebiyet verebilmekte ve bu kazalar kimi zaman milyonlarca canlının zarar görmesine sebep olmaktadır. Bu dikkatsizlik anının olası nedenlerinin başında “mesleki tükenmişlik sendromu” gelmektedir. Mesleki tükenmişlik günümüz itibariyle fazla bilinmeyen, göz önünde olmayan ama bir o kadar da ihmal edilmemesi gereken bir konudur. Limancılık sektörü bazı konularda çalışanlarını mesleki olarak tüketmeye çok açık görünmektedir. Limanlar, hem şirket bazında hem de çalışan bazında bu durumun önüne geçmeye çalışmalıdır. Literatürden de anlaşılabileceği üzere, birçok örneklem grubunda mesleki tükenmişlik kavramı incelenmiş, insan psikolojisine zararlı ve çalışma koşullarını bozucu olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak çalışmamızın örneklem grubunun (katılımcıların) mesleki tükenmişlik seviyelerinin “duygusal tükenmişlik” boyutunda düşük, “duyarsızlaşma” ve “kişisel başarısızlık hissi” boyutlarında ise orta seviyede olduğu sonucuna varılmıştır. Katılımcı liman çalışanları duygusal olarak düşük seviyede tükenmiş, duyarsızlaşma boyutunda orta seviyede bir duyarsızlaşma düzeyine sahip ve kişisel başarısızlık hissi boyutunda ise kendisini kişisel olarak başarılı, tatmin olmuş olarak ifade edecek bir puan ortalamasına sahiptirler. Diğer bir değişle, kişisel başarı boyutunda mesleki olarak henüz tükenmemiş görülen katılımcıların, kişisel “başarısızlık” hisleri orta seviyede kalmıştır. Bağımsız değişkenlerle (yaş, cinsiyet, evlilik durumu, çocuk durumu, mezun olunan okul vb.) tükenmişlik boyutları arasında tespit edilen tek anlamlı farklılık; çalışılan ağırlıklı liman tipi (konteyner veya genel yük) ile duygusal tükenmişlik alt ölçeği arasındadır. Buna göre, ağırlıklı genel yük limanlarında çalışmış olanların duygusal tükenmişlik seviyeleri konteyner limanlarında çalışmış olanlara göre oldukça yüksektir. Bu

durum konteyner limanlarındaki çalışma sisteminin genel yük limanlarına kıyasla daha sistemli ve planlı olmasıyla açıklanabilir.

Liman çalışanlarının mesleki tükenmişliklerinin incelenmesinde bu çalışma ilk adım olmasına rağmen asla son adım olmamalıdır. Daha geniş bir liman çalışanı kitlesine, farklı limanlarda çalışan daha fazla katılımcıya ulaşılmalı ve limancılık sektöründeki mesleki tükenmişlik daha detaylı ve doğruya yakın incelenmelidir. Konunun önemi çeşitli çalışmalarla belirlenip Liman Başkanlıkları'na, sörvey kuruluşlarına ve liman tesislerine bildirilmeli onların da desteğiyle daha geniş bir liman çalışanı kitlesine ulaşılmalıdır.

KAYNAKLAR

DOCK WORK CONVENTION, 1973, ILO.

IZGAR, H. (2001) *Okul Yöneticilerinde Tükenmişlik*, Nobel Yayıncılık, Ankara.

MATKAR, A. (2012) Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Standard of Customer Services in Maharashtra State Cooperative Bank, *IUP Journal of Bank Management*, Vol. 11, No. 3, pp.89.

STOPFORD, M. (2008) *Maritime Economics*, Routledge, New York.

SÜRGEVİL, O. (2005) *Tükenmişlik ve Tükenmişliği Etkileyen Örgütsel Faktörler: Akademik Personel Üzerinde Bir Uygulama*, Dokuz Eylül University, İzmir.

TOPALOĞLU, H. (2007) *Dış Ticaret Yüklerimizin Taşınmasındaki Terminal Durumları ve Liman Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

VIZLI, C. (2005) *Görme Engelliler İlköğretim Okullarında Çalışan Öğretmenlerle Normal İlköğretim Okullarında Çalışan Öğretmenlerin Tükenmişlik Düzeylerinin Karşılaştırılması Üsküdar İlçesi Örneği*, Marmara University, İstanbul.

YÜKSEL, Y., ÇEVİK, Ö.E. (2010) *Liman Mühendisliği*, Deniz Mühendisliği Serisi No:3, Beta Yayıncılık, İstanbul.

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

LİMANLARIN YÜZER DALGAKIRANLA MODELLENMESİ

Bergüzar ÖZBAHÇECİ¹

ÖZET

Türkiye’de şimdiye kadar genelde yat limanlarında, sakin deniz iklimleri olan bölgelerde kullanılan yüzer dalgakıranlar, derin, dik eğimli topoğrafya ve zayıf zemine sahip alanlarda yapılacak limanlar için de alternatif olabilir. Bu çalışmada Çandarlı Limanı’nın yüzer dalgakıranla modellenmesi senaryosu çalışılmıştır. 40 m derinlikli ve zayıf zeminli Çandarlı Limanı yüzer dalgakıran kullanımına iyi bir örnek olabilir. Yapımına halen devam edilen Çandarlı Limanı dalgakıranı, 800m boyunda taş dolgu dalgakıran ile 1000m boyunda, 1.778m çapında 90m uzunluğunda 20 cm aralıkla çakılan çift sıra kazıklardan oluşturulmaktadır. Her ne kadar söz konusu projede dalgakıran tipi belirlenmiş ve inşaatı devam etmekte ise de yüzer dalgakıran senaryosu çalışılarak yüzer dalgakıranların performansı ve ılımlı dalga iklimli limanlarda kullanım imkânı araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre yüzer dalgakıran kullanılarak limanın oluşturulması durumunda, istenen çalkantı oranları elde edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Yüzer dalgakıran, dalga geçirimi katsayısı, hidrolik model.*

HARBOR MODELLING WITH A FLOATING BREAKWATER

ABSTRACT

Floating breakwaters which have usually been constructed for marinas in the milder wave climate regions of Turkey can be an efficient alternative for the harbors with high water depth, steep bottom slope and poor soil conditions. This study presents a model for Çandarlı Container Terminal with a floating breakwater where the water depth is reaching to 40 m and the soil is too weak. However, breakwater of Çandarlı Container Terminal was designed as a combination of rubble mound breakwater with 800m length and piled breakwater with 1000 m length. According to the design, two rows of 90m length piles with a diameter of 1.778m will be driven with 0.2m distance between two piles. Although the construction of the breakwater has already been started in Çandarlı, in this study, floating breakwater scenario is studied to investigate the performance of the floating breakwater and the possibility of its usage for the

¹Yrd.Doç.Dr., İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, berguzarozbahceci@iyte.edu.tr

harbors with moderate wave climate. The results of the model study show that the required wave agitation could be gained when a port is constructed through floating breakwater scenario.

Keywords: *Floating breakwater, wave transmission, hydraulic modeling, oblique wave.*

1.GİRİŞ

Eski zamanlarda, doğal korunağa sahip deniz alanları (koylar vs) liman olarak kullanılırken, inşaat teknolojisindeki gelişmelere koşut olarak dalgakıranlar inşa edilmiş, böylece dalgaya karşı korunaklı, gemilerin rahatça yanaşıp, elleçleme yapılabildiği modern limanlar oluşturulmuştur.

Taş dolgu dalgakıranlar ülkemizde en çok tercih edilen dalgakıran tipidir. Genelde taş ocaklarından 10-12t'a kadar taş çıkarılabilmesi ve inşaatının basit makinalarla yapılabilmesinden dolayı taş dolgu dalgakıranlar popüler olmuşlardır. Dalga kuvvetine karşı dalgakıran stabilitesi için 10-12t taştan daha büyük taşlara ihtiyaç olduğu durumlarda, koruma tabakasında beton bloklar kullanıldığı dalgakıranlar da inşa edilmiştir (örneğin Hopa Limanı). Büyük beton kutulardan oluşan keson tipi dalgakıran da limanlarımızda kullanılan dalgakıran tiplerindendir.

Son 30 yılda uluslararası ticaretteki artış deniz ulaştırmasına talebi arttırmış, özellikle konteynerize yük ticaretinin önemli ölçüde büyümesini sağlamıştır (Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması Sonuç Raporu, 2010: 371-375). Bu büyümeyle birlikte gemi boyutları ve kapasiteleri de hızla büyümekte, yeni limanların buna göre planlanması gerekmektedir. Gemi kapasiteleri büyüdükçe, su çekimi (draft) yükselmekte, rıhtım önünde istenen su derinliği artmaktadır. Böylelikle limanların daha derin bölgelerde tasarlanması önem kazanmaktadır. Su derinliği arttıkça dolgu (taş veya beton bloklı) veya keson dalgakıranının maliyeti artmakta, ekonomik olmaktan uzaklaşmaktadır. Yeni nesil dalgakıranlardan yüzer dalgakıranlar özellikle derin denizlerde bir alternatif olabilir. Türkiye'de şimdiye kadar genelde yat limanları için, sakin deniz iklimleri olan bölgelerde kullanılan yüzer dalgakıranların önemli bir avantajı da zeminin kötü olduğu bölgelerde de kullanılabilmeleridir. Yüzer dalgakıranların liman içinde kirlenmeye ve sediment birikimine neden olmamaları, modülerlikleri ve taşınabilirlikleri de tercih sebebi olmaktadır (Hales,1981).

Yüzer dalgakıranların tasarımı ve performansı üzerine pek çok fiziksel ve sayısal model çalışması yapılmıştır. Yüzer dalgakıranları yansıtıcı ve sönümleyici olmak üzere iki sınıfa ayıran PIANC (1994) de dalga periyodunun 4-5 sn'yi aştığı durumlarda daha büyük yapılara veya farklı yaratıcı tasarımlara ihtiyaç olduğu söylenmektedir. Özellikle son 10 yılda yüzer dalgakıranlara olan ihtiyacın artmasıyla yüzer dalgakıranların performansını geliştirmeye yönelik birtakım araştırmalar da yapılmıştır. Faucert (2006) sayısal model yardımıyla T şeklinde dikdörtgen yüzer dalgakıranın periyodu 9 sn'e kadar olan dalganın %95'ini tutabildiğini göstermiştir. Martinelli vd. (2008) üç boyutlu hidrolik model çalışmalarında dalganın yüzer yapıya açılı gelmesi durumunda performansının arttığını göstermişlerdir. Kürüm (2008) ters U şeklindeki yüzer dalgakıranla ilişkin yaptığı hidrolik model çalışmasında, yapı genişliği ve ayakların yüksekliğinin artmasıyla yüzer dalgakıranın dalgayı daha çok tutabildiği sonucuna varmıştır. Yüzer dalgakıranla düşey yüzölçümü dalgakıranın kombinasyonundan oluşan Datça Yat Limanı dalgakıranının performansını 3 boyutlu hidrolik model deneyi çalışmasıyla araştıran Günbak vd. (2013), liman içindeki dalga yüksekliğinin 0.3m'yi aşma olasılığını %1.08 bulmuşlardır.

Bu çalışmada Çandarlı Limanı'nın yüzer dalgakıranla modellenmesi senaryosu çalışılmıştır. Çandarlı Limanı 4 milyon TEU kapasitesinde (Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması Sonuç Raporu, 2010: 186) bir konteyner limanı olarak tasarlanmıştır. Yapımına halen devam edilen dalgakıran, 800 m boyunda taş dolgu dalgakıran ile 1000 m boyunda, 1.778 m çapında 90 m uzunluğunda 20 cm aralıkla çakılan çift sıra kazıklardan oluşturulmaktadır (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2013). Su derinliğinin 40 m'ye ulaştığı, deniz tabanından itibaren yaklaşık 40m'lik bir gevşek zemin olduğu yapılan etütlerle ortaya çıkarılmıştır. Dolayısıyla bu projede yüzer dalgakıranın bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Her ne kadar söz konusu projede dalgakıran tipi belirlenmiş ve inşaatı devam etmekte ise de yüzer dalgakıran senaryosu çalışılarak yüzer dalgakıranların performansı ve limanlarda kullanımının imkânı araştırılmıştır.

Çalışmada önce Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Liman Hidroliği Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen yüzer dalgakıran hidrolik model deneyleri sonuçları verilmiştir. Çandarlı Limanı için yapılan dalga iklimi ve dalga transformasyonu çalışması (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2008) ile yapı önüne gelen dalga bulunmuştur. Daha sonra deney sonuçları göz önüne alınarak, Çandarlı

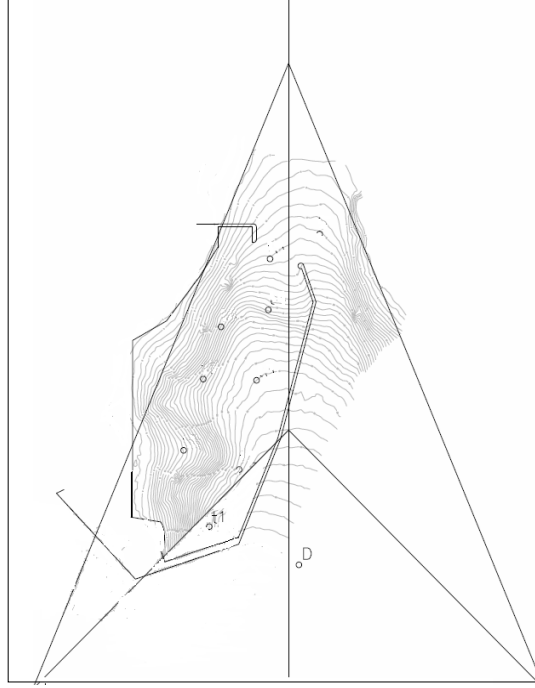
Limanı'nda yüzer dalgakıran kullanılması durumunda liman içindeki çalkantı durumu incelenmiştir.

2.HİDROLİK MODEL DENEYLERİ

Çandarlı Limanı'nın yüzer dalgakıranla oluşturulması hidrolik model deneyleriyle incelenememiştir. Ancak daha sonra başka bir proje için yüzer dalgakıranın performansını araştırmak için Araştırma Dairesi Başkanlığı, Liman Hidroliği Laboratuvarı'nda 3 boyutlu bir hidrolik model çalışması yapılmıştır. Her projenin kendine has özellikleri olduğu için (su derinliği, topoğrafya vs.) hidrolik model çalışması sonuçlarının tam olarak Çandarlı için geçerli olacağı söylenemez. Ancak, projenin yapılacağı bölgede de Çandarlı gibi su derinliği 40 mler civarındadır ve topoğrafya benzer özellikler göstermektedir. Bu nedenle yüzer dalgakıranların performansına ilişkin bir yaklaşım oluşturmak için bu deney sonuçları kullanılacaktır.

Şekil 1'de vaziyet planının dalga havuzuna yerleştirilmesi gösterilmektedir. Model havuza yerleştirilmeden önce havuzda deniz taban topoğrafyası oluşturulmuştur. Taban topoğrafyası oluşturulurken 1x1 m grid aralıkları ile su derinliği değerleri model ölçeği göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Dalgakıranın önündeki su derinliği vaziyet planına göre 3 m ile 41 m arasında değişmektedir. 41 m su derinliği modelde ölçek 1/30'a göre $41/30 = 1.37$ m'ye denk gelmektedir. Oysa dalga havuzunda derinlik 1.2 m'dir. Dalga yüksekliği ve derin deniz durumu da dikkate alınarak su derinliği olarak en fazla 25 m'nin modellenmesinin uygun olduğu öngörülmüştür. Su derinliğinin sıklaştığı bölgelerde taban yükseltilerek topoğrafya oluşturulmuştur. Topoğrafyanın oluşturulmasında kum (3-7 mm) ve kumun üzerine karo kullanılmıştır. Karo, istenen taban sürtünmesini temsil etmesi, üzerinde yürümeye izin verecek kadar sert bir malzeme olması ve çalışma bitiminde basenden kaldırılması kolay ve çabuk olması nedenleriyle seçilmiştir.

Topoğrafyanın yerleştirilmesinin ardından yüzer dalgakıranın modellenmesine geçilmiştir. Yüzer dalgakıran 20 m boyunda ünitelerden oluşmaktadır. Her bir ünite dört zincirle tonozlara ve üstündeki dört bağlantı noktasıyla yanındaki ünitelere bağlanmaktadır. Prototipte betondan yapılacak olan yüzer ünitelerin deneyde kullanılacak modelleri alüminyumdan yapılmıştır. Alüminyum, birim ağırlığının betona yakın olması ($\gamma=2.7\text{t/m}^3$) ve model yapımı için daha uygun olması nedeniyle seçilmiştir.



Şekil 1. Vaziyet Planının Dalga Havuzuna Yerleştirilmesi

Model ölçeğine göre küçültülen yüzer ünitenin bağlantı elemanı olarak modelde ağırlığı ~23 gr/m olan her biri 1.5m uzunlukta zincir ile ~3.75 kg'lık demir tonoz kullanılmıştır. Uç noktalardaki tonozlar hariç her bir tonozu iki zincir bağlanmıştır. Ünitelerin birbirine bağlanmasında cıvata ve somun kullanılmıştır. İki ünite arasına iki yay konulmuştur. Yüzer dalgakıranın performansını gösteren en önemli nokta, yapı önündeki dalga'nın ne kadarının liman içine girdiğidir. Bu Dalga Geçirim Katsayısı, K_t ile ölçülmektedir. K_t 'nin tanımı aşağıdaki gibidir:

$$K_t = H_t / H_i$$

(1)

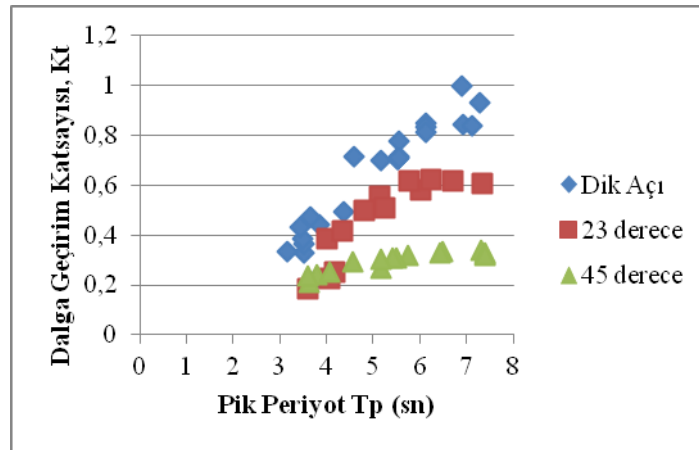
Burada; H_i = Yapı önüne gelen dalga, H_t = Yapı arkasına geçen dalgadır.

Şekil 1'de gösterildiği gibi, gelen dalga D noktasına konulan; dalga yüksekliği ve periyodunun yanında üretilen dalga'nın yönünü de saptayabilen dalgaölçer grubu ile belirlenmiş, yapı arkasına geçen dalga

t1 noktasına konulan dalgaölçerle saptanmıştır. Daha sonra Denklem 1 ile dalga geçirim katsayısı K_t hesaplanmıştır.

Tüm deneyler doğadaki gibi düzensiz dalgalarla yapılmış olup, spektrum olarak BM kullanılmıştır. Çalkantı ve basınç deneylerinde $T_s/15$ veri aralığıyla 2048 veri alınmıştır. Bu süre yaklaşık 120-150 düzensiz dalgaya karşılık gelmektedir. Veriler alındıktan sonra istatistiki ve spektral analizler yapılarak dalga karakteristikleri hesaplanmıştır. Üç set deney yapılmıştır. Birincisinde dalga yapıya dik gelecek şekilde üretilmiştir. İkincisinde yapı dikeyle 23 derece, üçüncüsünde yapı dikeyle 45 derece yapacak şekilde dalga oluşturulmuştur. Dalga açısı D noktasına yerleştirilen yönsel dalgaölçer grubuyla teyit edilmiştir.

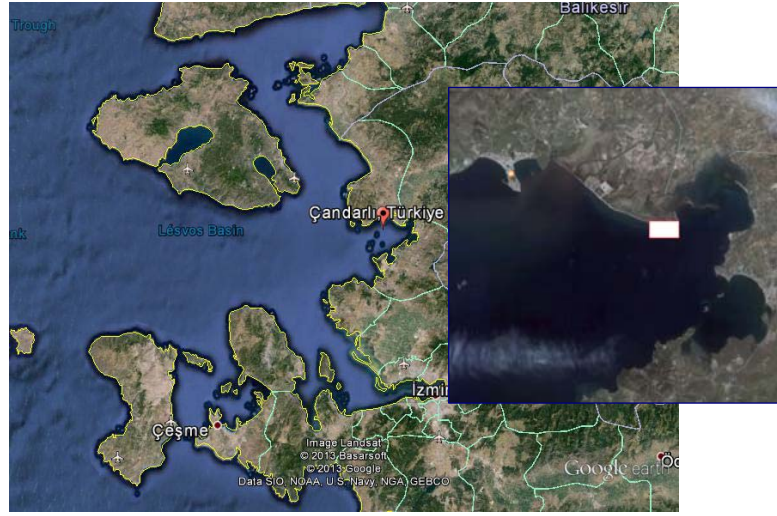
Deney sonuçları Şekil 2'deki grafikte verilmiştir. Grafikte x eksenini dalga spektrumundan elde edilen Pik Periyot T_p , y eksenini ise dalga geçirim Katsayısı K_t 'dir. Şekil 2'ye göre en fazla dalga geçirimi dalga yapıya dik geldiği zaman oluşmaktadır. Dalga açılı geldiğinde K_t azalmakta açı arttıkça K_t düşmektedir. Görülen diğer bir sonuç, beklendiği gibi periyot arttıkça K_t 'nin de artmasıdır. Grafikte $T_p=6$ sn'den sonra görülen dik gelen dalga ile açılı dalgalar arasındaki artışın açıdan değil transformasyon ve dalga kırılması sonucu gelen dalganın D'deki ölçülenden küçülmesi olabilir.



Şekil 2. Yüzer Dalgakıran Deney Sonuçları

3.ÇANDARLI LİMANI

Çandarlı Limanı Şekil 3'te gösterildiği gibi, Bergama'ya bağlı Zeytindağ Kasabası sınırları içerisinde yer almaktadır. Kara ve deniz yollarının birleştiği bir yer olup, İzmir'e 80 km, İzmir-Bergama yol ayrımına 7 km ve Dikili'ye 20 km uzaklıktadır. Liman olarak seçilen bölge çoğu yönlerden gelen dalgalara kapalı bir alandır.

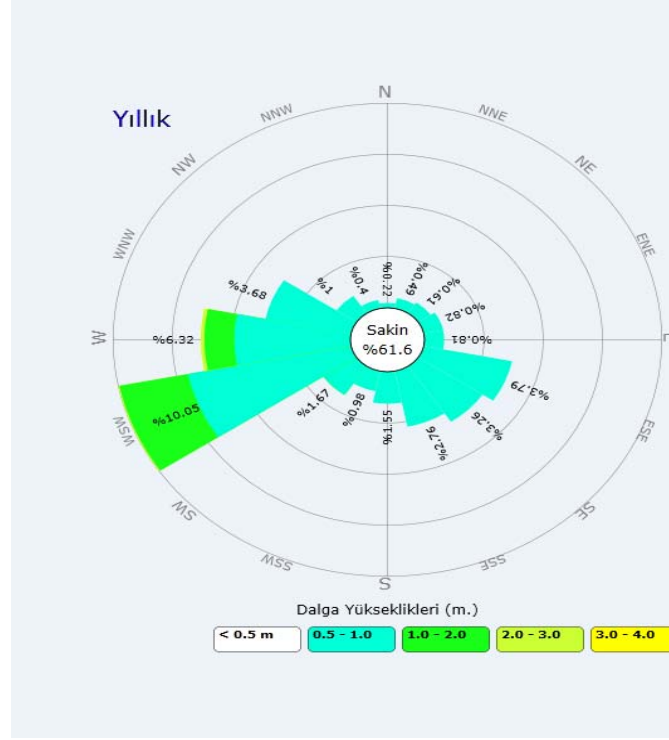


Şekil 3. Çandarlı Limanı'nın Konumu

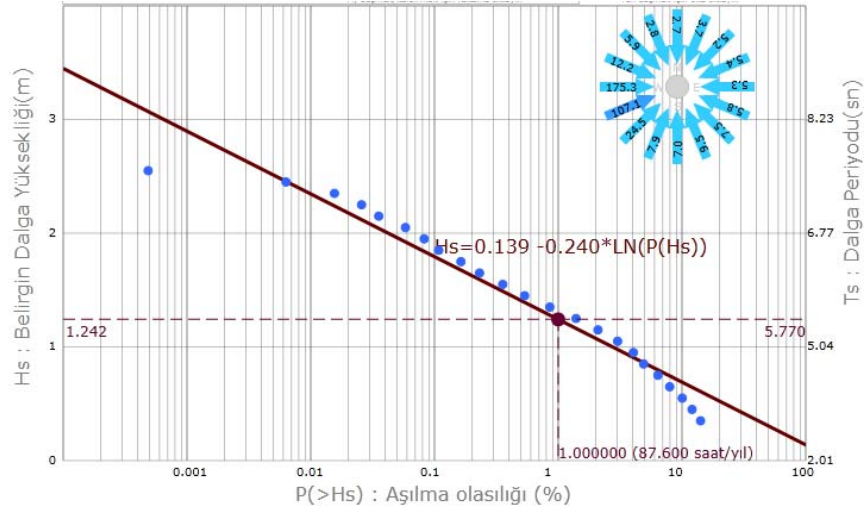
Kaynak: Google Earth, 2013.

Çandarlı Liman alanı dalga iklimi çalışması Prof.Dr. Lale Balas tarafından geliştirilen ve DLTM AR-GE firması tarafından akademik kullanımına izin verilen HYDROTAM-3D isimli program kullanılarak yapılmıştır. Programda kullanıcının harita üzerinde çalışma yapılacak alanını seçmesi yeterli olmakta; program otomatik olarak feçleri belirlemede, en yakın meteoroloji istasyonundan rüzgar verilerini alarak uzun dönem ve ekstrem dalga istatistiğini vermektedir. Program, istasyon ve istasyonda varolan veri aralığını seçme opsiyonu da tanımaktadır. Rüzgâr verisinin dalgaya dönüştürülmesinde CEM (2006) yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışma için Dikili Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan 1970-2011 yılları arasındaki saatlik rüzgâr verisi kullanılmış ve Şekil 4'te verilen dalga gülü elde edilmiştir. Buna göre Batı güneybatı en etkili yöndür. BGB için derin deniz uzun dönem istatistiği Şekil 5'te gösterilmiştir. Buna göre yılda %1 aşılma olasılığına sahip derin deniz

dalgasının yüksekliği ve periyodu sırasıyla $H_s=1.24$ m, $T_s=5.8$ sn'dir. Bu dalga yapı önündeki dalgayı bulmak için kullanılacaktır.

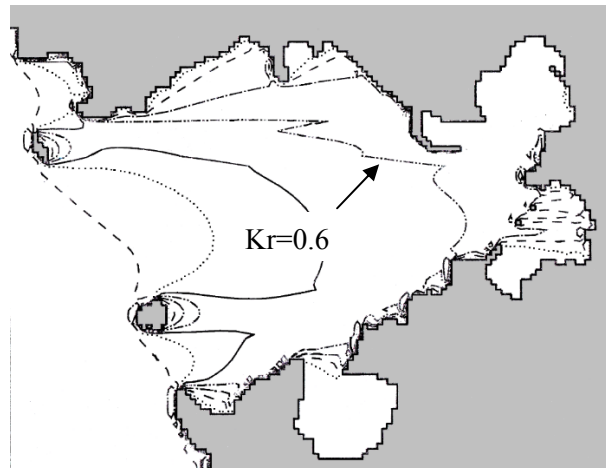


Şekil 4. Çandarlı Derin Deniz Dalga Gülü



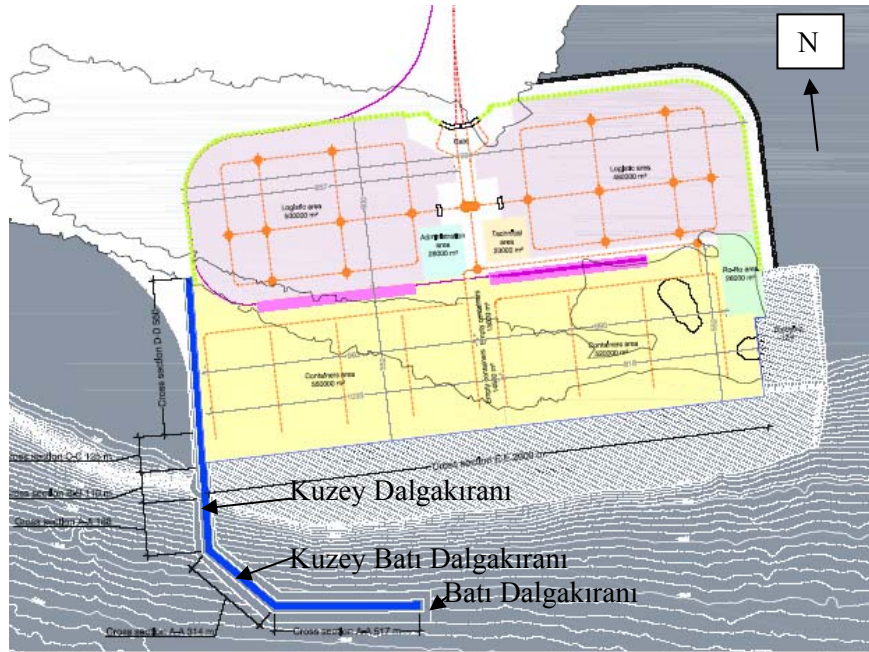
Şekil 5. BGB için Derin Deniz Uzun Dönem İstatistiği

Araştırma Dairesi, Hidrolik Laboratuvarı Raporu (2008)'nda çandarlı Limanı için dalga transformasyonu çalışması yapılarak dalga yapı önüne taşınmıştır. Şekil 6'da dalga transformasyon çalışması sonucunda dalga yüksekliğinde oluşan değişim, birimsiz katsayı K_r ile gösterilmektedir. Şekil 6'ya göre dalga yapı önünde % 40 ile 50 arasında küçülmektedir. Bu durumda derin denizden gelen yılda %1 aşılma olasılığına sahip $H_s=1.2$ m, $T_s=6$ sn dalgası, yapı önünde $H_{si}=0.74$ m ile 0.6 m arasında değişmektedir.



Şekil 6. BGB için Dalga Transformasyon Eğrileri

Çandarlı Limanı vaziyet planı Şekil 7’de verilmiştir. BGB dalgası Kuzey dalgakıranına 22.5 derece, Kuzeybatı dalgakıranına 22.5 derece, Batı dalgakıranına ise 67.5 derece açıyla gelmektedir. Bu durumda Şekil 2’deki deneylerden bulunan yüzer dalgakıran geçirim katsayıları kullanılarak, dalgakıranların yüzer olması durumunda liman içine giren dalga tahmin edilebilir. Bu tahmine göre kuzey dalgakıranından $0.74 \times 0.6 = 0.44 \text{ m}$, KB dalgakıranından aynı şekilde 0.44 m , Batı dalgakıranından ise $0.74 \times 0.4 = 0.3 \text{ m}$ dalga liman içine girecektir. Rıhtımlarda yansıma katsayısının 0.3 olduğu kabul edilirse liman içindeki dalga yüksekliği 0.3 m ile 0.6 m arasında değişecektir. Bu da konteyner limanı için izin verilen dalga yüksekliği sınırları içindedir.



Şekil 7. Çandarlı Limanı Vaziyet Planı (Stage I Report, 2009)

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Liman Hidroliği Laboratuvarı’nda gerçekleştirilen yüzer dalgakıran performansına dair hidrolik model deneyleri sonuçları kullanılarak

Çandarlı Limanı'nda yüzer dalgakıran kullanılması senaryosu incelenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre dalgakıranın yüzer olması durumunda, liman içindeki dalga yüksekliği 0.3m ile 0.6m arasında değişecektir. Yılın %1'inde bu dalga yüksekliği aşılabilecektir. Bu da konteyner limanı için izin verilen dalga yüksekliği ve aşma sınırları içindedir.

Her projenin özellikleri birbirinden farklı olacağı için (su derinliği, topoğrafya vs), projeye özel hidrolik model yapılması ve deney sonuçlarına göre karar verilmesi en doğru yöntemdir. Bu nedenle bu çalışmada kullanılan yöntemin sadece bir yaklaşım elde etmek ve yüzer dalgakıranların limanlar için bir alternatif olabileceğini göz önüne sermek amacıyla uygulandığı unutulmamalıdır.

TEŞEKKÜR

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı ile çalışmada kullanılan HYDROTAM programını geliştiren Prof. Dr. Lale BALAS ve akademik kullanıma izin veren DLTM AR-GE firmasına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

CEM, *Coastal Engineering Manual* (2006) Coastal Engineering Research Center, Department of the Army, US Army Corps of Engineers, Washington DC, USA.

FOUSERT, M. W. (2006) *Floating Breakwater: A Theoretical Study of a Dynamic Wave Attenuating System*, MSc Thesis, TU Delft.

GÜNBAK, A.R., ÖZBAHÇECİ, B., KÜÇÜKOSMANOĞLU, A., AKBAŞ H.L. (2013) *Performance of Vertical Wall and Floating Breakwaters Combination for Datca Marina*, Proceedings of the Conference on Coasts, Marine Structures and Breakwaters 2013, ICE, Edinburgh, UK.

HALES, Z. L. (1981) *Floating Breakwaters—State of the Art Literature Review*. Technical Report no.81-1. Coastal Engineering Research Centre, Fort Belvoir.

KÜRÜM, O. (2008) *An Experimental Study on The Performance of Box Type Floating Breakwaters With Screens*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

MARTINELLI, L., RUOL, P., ZANUTTIGH, B., (2008) Wave Basin Experiments on Floating Breakwaters with Different Layouts, *Applied Ocean Research*, Vol.30, pp. 199–207.

STAGE I REPORT (2009) *Technical Assistance for Construction of a New Port in Candarli İzmir*, Europe Aid 126395.

ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK ve HABERLEŞME BAKANLIĞI (2008) *Çandarlı Limanı Dalga Transformasyonu Sayısal Benzeşim Çalışması*, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Raporu, No: 6246.

ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK ve HABERLEŞME BAKANLIĞI (2013)
http://www.dailymotion.com/video/xj5r1x_candarli-limani-proje-filmi_news#.UeP4SCZrOUk

ULAŞTIRMA KIYI YAPILARI MASTER PLAN ÇALIŞMASI SONUÇ RAPORU (2010) Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. ve Belde Proje ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Ankara.

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

**ANTALYA LİMANI KONTEYNER TRAFİĞİNİN BULANIK
SİNİR AĞI İLE TAHMİNİ**

**Rıfat TÜR¹
Alp KÜÇÜKOSMANOĞLU²
Özen KÜÇÜKOSMANOĞLU³**

ÖZET

Son yıllarda uluslararası deniz taşımacılığında yüklerin büyük bir kısmı konteyner ile taşınmaktadır. Hem operasyonel anlamda elleçleme işlemleri süresinin kısalarak maliyetin azalması hemde taşınan yükün emniyeti açısından bakıldığında, konteyner trafiğinin ilerleyen yıllarda hızla artacağı açıktır. Ülkemizde konteyner elleçlenen liman sayısının az olması ve/veya kapasitelerinin yetersiz olması nedeni ile bölgede bulunan diğer ülkelerle rekabet şansı azalmaktadır. Bu sebeplerle limanların ileriye yönelik olarak konteyner trafiğini doğru olarak tespit etmeleri ve gereken revizyon planlarını zamanında ve doğru bir şekilde yapabilmeleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla Antalya Limanı'nda elleçlenen konteyner miktarı bulanık sinir ağı ile modellenerek ileriye yönelik elleçleme tahminleri yapılmıştır. Elde edilen bu tahminlerin tutarlılığı diğer tahmin yöntemleri ile karşılaştırılarak önerilen yöntemle daha tutarlı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Antalya Limanı, bulanık sinir ağı, konteyner.*

**FORECASTING THE CONTAINER TRAFFIC AT PORT OF
ANTALYA THROUGH FUZZY NEURAL NETWORK METHOD**

ABSTRACT

In recent years, a large part of general cargo of international maritime transportation has been transported by containers. For both operational cost reduction of handling time and the concerns for the safety of transported cargo, the container traffic will rapidly increase in the coming years. The small number

¹ Yrd.Doç.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya, rifattur@akdeniz.edu.tr.

² Yrd.Doç.Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Burdur, akucukosmanoglu@mehmetakif.edu.tr

³ 3Yrd.Doç.Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Burdur, okucukosmanoglu@mehmetakif.edu.tr

of ports handling containers and/or inadequate capacity of such ports reduces the international competitiveness of Turkish ports in its region. Therefore, the proactive and accurate detection of future trends of port container traffic and duly preparation of revision plans have become imperative. Through this study, the future handling of Port of Antalya has been forecasted by modeling the amount of containers handled at the port with fuzzy neural network. The consistency of the forecasts obtained by the proposed method and that of other methods has been compared in the study. It is found that the proposed method results are more consistent than those of the others.

Keywords: *Port of Antalya, fuzzy neural network, container.*

1. GİRİŞ

Ulaştırma sektörünün, diğer sektörlerle olan ilişkisi nedeniyle ülkelerin ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmelerinde çok önemli bir yeri vardır. Gerek sanayi hammaddesini oluşturan yükleri bir seferde büyük miktarlarda taşıma özelliği, gerekse taşıma maliyetinin demiryoluna göre 3.5, karayoluna göre 7 ve havayoluna göre 22 kat daha ucuz olması deniz yolu taşımacılığının ekonomik öneminin belirgin bir göstergesidir (Tür ve Balas, 2010: 1049-1056).

Yük taşımacılığının hızlı, güvenli ve ekonomik olması yanında çevreyi en az kirletmesi ve ton-km başına tükettiği enerjinin az olması, bakım onarım kolaylığı ve yatırım maliyeti ulaştırma türlerinin tercihinde özenle dikkat edilmesi gereken hususlardandır (Sudopak, 2006: 1-3). Özellikle ağır yük, önemli hacimde sıvı ve kuru yük taşımacılığı söz konusu olduğunda denizyolu taşımacılığı vazgeçilmez kabul edilmektedir (Grenon ve Batisse, 1998: 1-12).

Limanların yükleme boşaltma kapasitelerinin belirlenmesi ve gelecek yıllarda elleçlenecek yük miktarının tahmin edilmesi, özellikle liman revizyon planlarının oluşturulması ve fizibilite etüdü çalışmalarında çok önemli bir yer tutmaktadır. Limanların ilerleyen yıllarda ekonomik durumunu şekillendirecek olan en önemli parametreler yükleme ve boşaltma miktarlarıdır. Limanların aynı coğrafya içindeki komşu limanlarla rekabet gücünün devamı açısından, ileriye dönük elleçleme kapasitesinin önceden bilinmesi, gerekli revizyon planlarının oluşturulması ve izlenecek stratejilerin belirlenmesi açısından hayati öneme sahiptir. Limanların kurulu elleçleme kapasitesinin hangi yıl aşılabileceğinin bilinmesi liman elleçleme ekipmanlarına yapılacak yatırımın tipini, miktarını ve elleçleme ekipmanlarının çeşitlerini belirlemede bir yol göstericidir (Tür ve Balas, 2010: 1039-1048).

Elleçleme kapasitesinin belirlenmesinde birçok faktörün etkin olması ve birbirleri ile etkileşimi yanında belirsizlik kaynaklarının fazlalığı problemin çözümünü karmaşık bir hale getirmektedir. Literatürde genellikle konteyner elleçleyen limanların kapasite tahminleri üzerine yapılan araştırmalar ön plana çıkmaktadır. Tahmin çalışmaları stok alanlarının tanzimi, elleçleme ve diğer operasyonlar için optimum sürenin belirlenmesi gibi yönetsel süreçlerin planlanmasında kullanılmaktadır.

Tahmin, çoğunlukla geçmişin analiz edilmesi ve analize bağlı olarak geleceğin tahmin edilmesi şeklinde uygulanan bilimsel bir yöntemdir (Armstrong, 2001). Ayers (1969: 5-19), tahmini tehlikelerle kuşatılmış zor bir görev olarak tanımlamıştır. Burada zorluğu oluşturan tehlikelerden kasıt, verilerin belirsiz ve güvenilmez oluşu, gerçek dünyanın karmaşık ve birbirleri ile etkileşim halinde olan birçok faktörü barındırması gibi durumlardır. Tahmin yapılacak durumun nicel ve nitel olmasına bağlı olarak, matematiksel ve istatistiksel modeller kullanılmaktadır. Niceliksel metotlar, genellikle uzmanların fikirleri ile oluşturulur iken, niteliksel metotlar istatistiksel teknikleri temel almaktadırlar (Montgomery vd., 1990: 1-25). İstatistiksel metotlar geçmişe ait verilerin işlenmesi ile elde edilen bilgilerin ışığında, geleceğe yönelik tahminlerin yapılması olarak da tanımlanabilirler.

2. ANTALYA LİMANI ve PORT AKDENİZ

1968 yılında şehir merkezinin 13 km dışında, batı yönünde yeni, modern ve mendireklerle çevrili limanın inşasına başlanmıştır. 1973 yılında açılışı yapılan liman, 8 Eylül 1998 tarihine kadar Türkiye Denizcilik İşletmeleri A.Ş. tarafından yönetilmiştir. Türkiye limanlarının özelleştirilmesi süreci kapsamında, bu tarihten itibaren işletme hakkı 30 yıl süreyle Ortadoğu Antalya Liman İşletmeleri A.Ş. tarafından alınmıştır. 29.07.2010 tarihi itibarıyla limanın kalan 18 yıllık işletme hakkı Global Yatırım Holding'e devredilmiştir (Port Akdeniz, 2012).

Port Akdeniz, Akdeniz'in batı kısmında 36° 50' kuzey enlem, 30° 36' 5" batı boylamında yer almaktadır. Antalya ilinin en batı uç noktası olan Kemer çıkışında yer alan Antalya Limanı'nın açık deniz bağlantısı Akdeniz'dir. Yüksek standartta karayolları ile Alanya, Mersin, Konya, Akşehir, Afyon, Burdur, Denizli gibi önemli sanayi ve turizm merkezlerine bağlıdır. Antalya havaalanı ile birlikte bölgenin önemli bir ulaşım merkezi haline gelmesinde, Antalya Limanı'nın tamamlayıcı bir rolü vardır. 1 440 m boyunda bir ana mendirek ile 650 m boyunda bir tali mendirek bulunan Port Akdeniz'de mendirekler arası açıklık 250 m,

yaklaşma kanalına ilişkin derinlik -10 m dir (Şekil 1). Limanın, tamamı kullanıma açık olan deniz sahasının toplam genişliği 136.000 m², manevra dairesi ise 300 m dir. Port Akdeniz Antalya'nın yıllık kuru yük ve genel kargo kapasitesi 5 milyon ton, konteyner kapasitesi ise yıllık 500.000 TEU'dur.



Şekil 1. Antalya Limanı (Port Akdeniz)

3. BULANIK SİNİR AĞLARI ve ANFIS METODU

Bulanık sinir ağıları (Adaptive Neural Network Based Fuzzy Inference Systems-ANFIS), bulanık mantık (Fuzzy Logic - FL) ve yapay sinir ağıları (Artificial Neural Networks - ANN) metodlarının avantajlı yönlerini ön plana çıkaran ve son yıllarda çok farklı alanlarda uygulama alanı bulan bir yapay zeka tekniğidir. Genellikle Türkçe literatürde yöntem yapay sinir ağı tabanlı bulanık çıkarım sistemleri olarak anılmaktadır. ANFIS metodu Takagi-Sugeno çıkarım modeli üzerine oturtulmuştur.

ANFIS, kolay uygulanabilir eğitim algoritmalarını içeren yapısıyla ANN'yi ve uzman bilgi sistemi ile FL'yi bünyesinde barındırmaktadır. Bir başka deyişle, ANFIS yapısı, Sugeno tipi bulanık sistemlerin, sinirsel öğrenme kabiliyetine sahip bir ağ yapısı olarak tanımlanabilir (Özçalık ve Uygur, 2003: 36-46). Söz konusu ağ yapısı katmanlar halinde yerleştirilmiş ve her biri için ayrı fonksiyonların tanımlandığı düğümlerden oluşmaktadır (Tsoukalas ve Uhrig, 1996: 25-50).

Örnek olarak, x ve y gibi iki girişi olan ve z çıkışına sahip bir bulanık çıkarım mekanizması ele alınacak olunursa, tipik olarak birinci

mertebeden Sugeno bulanık modeline ait iki adet Eğer – O halde (If-Then Rules) kuralı yazılabilir. Bu kurallar;

Kural 1: Eğer x A1 ve y B1 ise O halde $z1=p1x+q1y+r1$
 Kural 2: Eğer x A2 ve y B2 ise O halde $z2=p2x+q2y+r2$
 şeklinde ifade edilebilir.

Burada p_i , q_i ve r_i ($i = 1, 2$) birinci mertebeden Sugeno bulanık modelinin lineer parametreleridir. Şekil 2’de görüldüğü gibi ANFIS yapısı 5 katmana ayrılabilir. Kısaca bu katmanlar açıklanacak olunursa;

Katman 1: her düğüm için üyelik fonksiyonları yardımı ile bulanık kümeye aitlik derecesini belirten üyelik dereceleri hesaplanır.

$$\begin{aligned} R1,i &= \mu_{A_i}(x), \quad i = 1, 2 \\ R1,i &= \mu_{B_i-2}(y), \quad i = 1, 2 \end{aligned} \quad (1)$$

Burada, x , y ve i düğümündeki deterministik (crisp) girdi değerleri, A_i ve B_i bulanık dilsel terimler ve μ_{A_i} ve μ_{B_i} ise üyelik fonksiyonlarını ifade etmektedir. Literatürde birçok farklı üyelik fonksiyonu tipine rastlanmaktadır.

Genellikle üçgen tip üyelik fonksiyonları basitliklerinden ötürü tercih edilmektedir. Fakat son yıllarda Gauss eğrisi tipindeki üyelik fonksiyonları da yaygın olarak kullanılmaktadır. Örnek olarak çan eğrisi tipi üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\mu_{A_i} = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right]^{b_i}} \quad (2)$$

Burada, $\{a_i, b_i, c_i\}$ Eğer – O halde bulanık kural yapısının önerme kısmına bağlı olarak üyelik fonksiyonlarının eğriliklerini değiştiren parametrelerdir.

Katman 2: Birbirlerini izleyen kuralların gerçekleşme derecelerinin “ve” mantıksal işlemi ile çarpımlarının gerçekleştirildiği katmandır. Eşitlik 3’de çarpım işlemi matematiksel olarak ifade edilmektedir.

$$R_{2,k} = w_k = \mu A_i(x) \times \mu B_j(y), \quad k = 1, \dots, 4; \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2 \quad (3)$$

Katman 3: 3.katmandaki i. düğüm, i. kuralın gerçekleşme derecesinin, tüm kuralların gerçekleşme derecelerine oranının hesaplandığı katmandır (Eşitlik 4).

$$R_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{k=1}^4 w_k} \quad i = 1, \dots, 4 \quad (4)$$

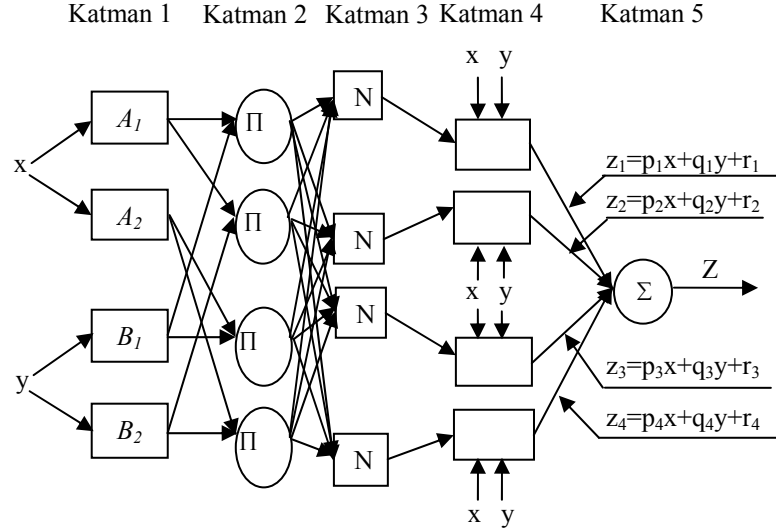
Katman 4: her i. kuralın toplam çıktı içerisindeki katkısını hesaplandığı katmandır (Eşitlik 5).

$$R_{4,i} = \overline{w}_i f_i = \overline{w}_i (p_i x + q_i y + r_i), \quad i = 1, \dots, 4 \quad (5)$$

$\overline{w}_i$, bir önceki katmanın i. düğümünün çıktı değeridir.

Katman 5: toplam çıkışı hesaplamak üzere kendisine gelen tüm sinyallerin toplandığı düğüm noktasıdır. Bu katmanda bulanık kurallar durulaştırılarak tek bir sayı üretilmektedir.

$$R_{5,i} = \sum_{i=1}^4 \overline{w}_i f_i = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i f_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} \quad (6)$$



Şekil 2. İki Girişli ve Dört Kurallı Bulanık Sugeno Modelinin ANFIS Yapısı

4. MATERYAL ve METOT

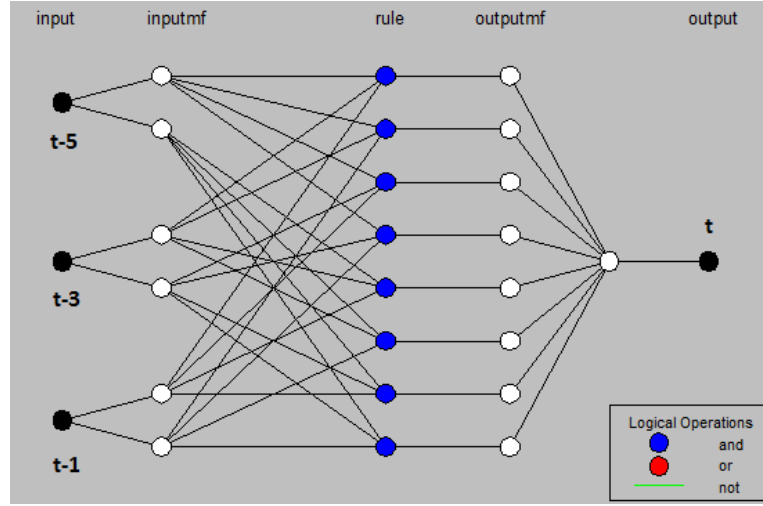
Çalışma kapsamında Port Akdeniz'den 2008-2011 yıllarına ait 4 yıllık (48 aylık) konteyner elleçleme verileri temin edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda Antalya Limanı mevcut elleçleme koşullarında tahmine yönelik bir model geliştirilmiştir. Modelin geliştirilmesinde esnek bir yapıya sahip olan bulanık sinir ağları kullanılmış ve sistem Matlab R2012b programının ANFIS araçları (toolbox) ile çözülmüştür. Yine söz konusu verilerden yararlanılarak gelecek 2012 yılına ait 12 aylık elleçleme tahmini yapılmıştır. Çalışmada, konteyner elleçleme tahmini için üç farklı zaman gecikmeli model geliştirilmiştir. Bunlar:

Model-1: $t-2, t-1$

Model-2: $t-3, t-2, t-1$

Model-3: $t-5, t-3, t-1$ şeklindedir.

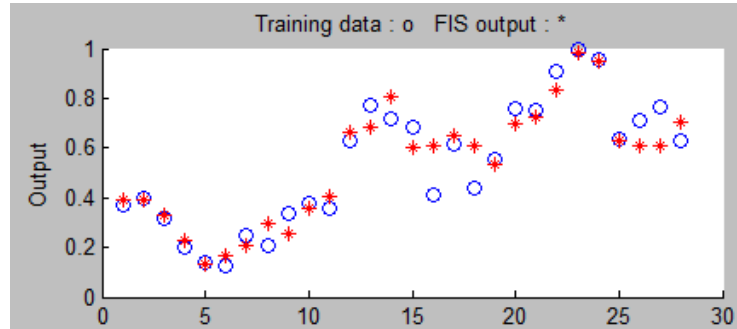
Konteyner tahmin modellerinden en tutarlı sonuçlar Model-3'den elde edilmiştir. Önerilen tahmin modeli, üç adet giriş ve bir adet çıkıştan oluşturulmuştur. Girdi ve çıktı parametreleri için 2 adet bulanık dilsel terim tanımlanmıştır (Şekil 3). Çalışmada, 48 adet elleçleme verisinin %60'lık kısmı modelin eğitim aşamasında geri kalan kısmı ise test aşamasında kullanılmıştır.



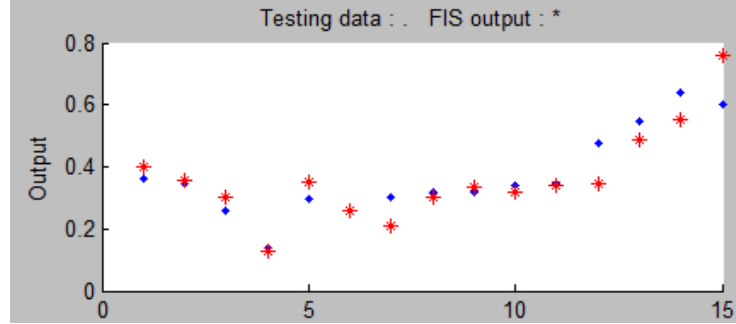
Şekil 3. ANFIS Tahmin Modeli

4. DEĞERLENDİRME

Şekil 4'de mavi çemberler ile gösterilmiş olan değerler gerçek konteyner elleçleme değerlerini kırmızı ile gösterilenler ise tahminleri göstermektedir. Aynı şekilde test aşamasında ise mavi noktalar gerçek kırmızı noktalar ise tahmin değerlerini ifade etmektedir (Şekil 5). Model hem eğitim hem de test aşamasında doğru ve tutarlı sonuçlar vermiştir.



Şekil 4. ANFIS Modeli Eğitim Aşaması Sonuçları



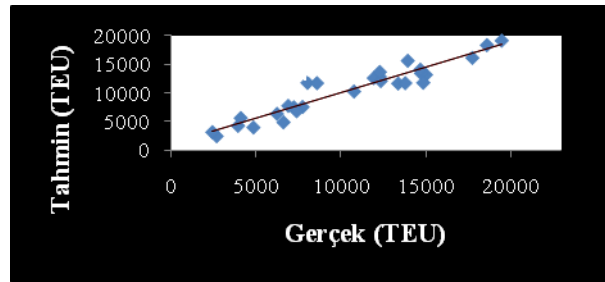
Şekil 5. ANFIS Modeli Test Aşaması Sonuçları

Geliştirilen ANFIS modelin, liman fizibilite çalışmalarında sık kullanılan bir tahmin modeli olan lineer regresyon metodu kıyaslandığında gerek mutlak hata ve gerekse RMSE (hataların karelerinin ortalamalarının karekökü) hata tiplerinde lineer regresyona kıyasla daha düşük hatalar ve buna bağlı olarak daha doğru sonuçlar verdiği görülmektedir (Tablo 1).

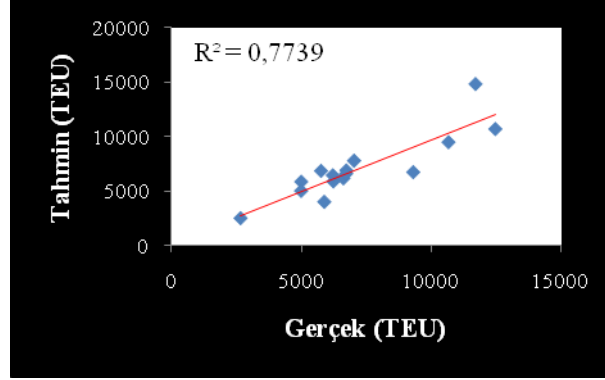
Tablo 1. Metotların Hata Oranları

Metot	Hata Tipi	
	Mutlak Hata	RMSE
ANFIS	%5,40	%7,25
Lineer Regresyon	%11,10	%13,10

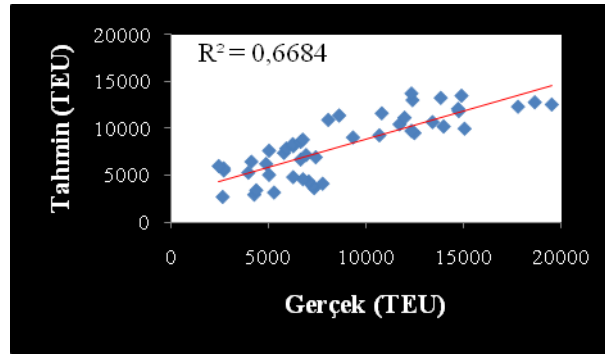
Şekil 6'da modelin eğitim aşamasında korelasyon değerinin %90 seviyesinde olduğu ve test aşamasında ise %77 olduğu belirlenmiştir (Şekil 7). Aynı durumda lineer regresyon metodu ile korelasyon değerinin %66 seviyelerinde kaldığı görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 6. ANFIS Metoduna Ait Saçılma Diyagramı ve R^2 Değerleri (Eğitim Aşaması)



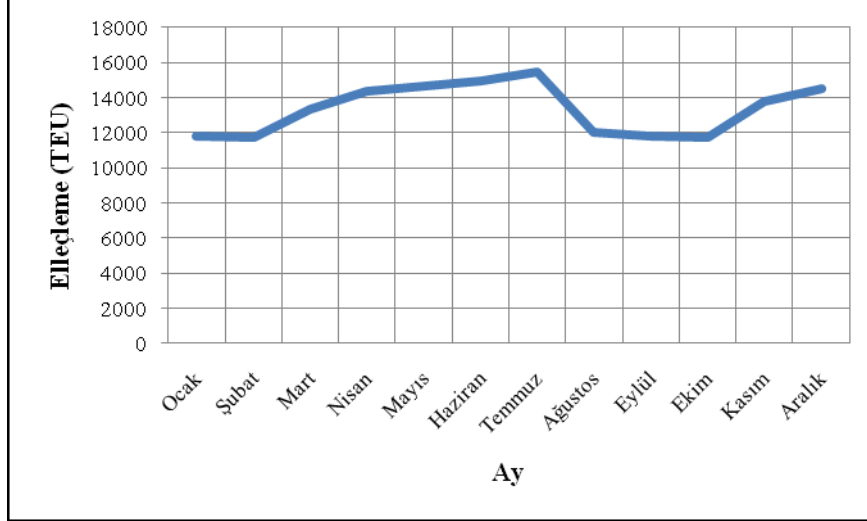
Şekil 7. ANFIS Metoduna Ait Saçılma Diyagramı ve R^2 Değerleri (Test Aşaması)



Şekil 8. Lineer Regresyon Metoduna Ait Saçılma Diyagramı ve R^2 Değerleri

5. SONUÇLAR

Antalya Limanı yük trafiğinin 2008-2011 yılları arasındaki konteyner elleçleme değerleri kullanılarak, bu değerlerin tahmini için bulanık sinir ağı ve lineer regresyon metodu kullanılmıştır. Çalışmada elleçleme verileri kısıtlı olduğundan aylık olarak değerlendirilmiştir. Uygulanan her iki metot için istatistiksel analizler yapılmıştır. Bunun sonucunda lineer regresyon modelinin daha yüksek hata düzeyine sahip değerler ürettiği bulanık sinir ağı tabanlı modelin ise daha doğru sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir. Veri setinin daha uzun olduğu durumlarda tahmin modelinin çok daha tutarlı ve doğru sonuçlar vereceği öngörülmektedir.

Tablo 3. Port Akdeniz 2012 Yılı Tahmini Elleçleme Verileri

Tablo 3'de bulanık sinir ağı ile oluşturulan modelden 2012 yılına ait 12 aylık konteyner elleçleme tahminleri görülmektedir. Buna göre 2012 yılı sonu itibariyle 160 273 TEU konteyner elleçleneceği tahmin edilmiştir. Antalya limanı 2012 yılında 169 424 TEU konteyner elleçlemiştir. Sonuç olarak gerçekleşen elleçleme miktarı geliştirilen tahmin modelinden 9 151 TEU daha fazla olmuştur. Elde edilen değer literatürde sık kullanılan modeller ile karşılaştırıldığında çok daha yüksek bir doğrulukta (yaklaşık %5 hata oranı ile) tahminler sunmaktadır. Gerçek veriler ile bulanık sinir ağı model tahminleri arasında küçükte olsa farklılıkların oluşmasının nedeni yaz aylarında konteyner trafiğindeki ani düşüş ve Ekim, Kasım aylarındaki ani yükselişlerin seriyi salınımlı bir hale getirmesidir. Bu ani kırılma noktaları modellerin en çok yanlış olduğu noktaları oluşturduğundan farklı oranlarda hatalar oluşabilmektedir.

KAYNAKLAR

ARMSTRONG, J. S. (2001) Combining Forecasts, In Armstrong, J. S. (ed.), *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Kluwer Academic Publishers, pp. 417-439.

AYERS, R. (1969) *Technological Forecasting and Long-range Planning*, McGraw-Hill, New York.

GRENON, M. ve BATISSE, M. (1998) *Birleşmiş Milletler Çevre Programı Akdeniz Eylem Planı, Mavi Plan Akdeniz Havzasının Geleceği*, T.C. Çevre Bakanlığı, PNUE-CAR, ss:1-12.

MONTGOMERY, D.C., JOHNSON, L.A., and GARDINER, S.J. (1990) *Forecasting and Time Series Analysis*, McGraw-Hill, New York.

ÖZÇALIK, H.R. ve UYGUR, A.F. (2003) Dinamik Sistemlerin Uyumlu Sinirsel-Bulanık Ağ Yapısına Dayalı Etkin Modellenmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, Sayı. 6, No.1, ss. 36-46.

PORT AKDENİZ (2012), Ticari Liman Operasyonları, http://www.globalports.com.tr/tr/liman-operasyonlari/ticari-liman-operasyonlari/port-akdeniz/port-akdeniz_hakkinda/Default.aspx, Erişim Tarihi: 15.05.2012.

SUDOPAK (2006) *Kabotaj Taşımacılığı Saha Etüdü*, T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı. ss: 1-3.

TSOUKALAS, L.H., UHRIG, R.E., (1996) *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*, John Wiley & Sons Inc., pp. 25-50.

TÜR, R. ve BALAS, C.E. (2010) *Liman Elleçleme Kapasitesinin Çoklu Nonlinear Regresyon ile Tahmini*, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi, 27 Nisan - 1 Mayıs 2010, Trabzon.

TÜR, R. ve BALAS, C.E. (2010) *Liman Elleçleme Kapasitesinin Zaman Serileri ile Tahmini*, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi, 27 Nisan - 1 Mayıs 2010, Trabzon.

Yazarlara Duyuru

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi Dergisi'ne gönderilecek yazılar aşağıda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmalıdır.

- Yazılar Türkçe ve İngilizce dillerinde yazılmış olabilir. Ancak tüm çalışmalarda Türkçe ve İngilizce başlıkları ile birlikte Özet / Abstract bulunmalıdır.
- Özet / Abstract'ın sonunda en fazla üç adet Türkçe ve İngilizce **Anahtar Kelime (keyword)** yazılmalıdır.
- Dergiye gönderilen çalışmalar daha önce yayınlanmamış özgün çalışmalar olmalıdır. Tez çalışmalarından, projelerden veya daha önce bilimsel toplantılarda sunulan tebliğlerden hazırlanan yazılar dip notta belirtilmelidir.
- Yazılar A4 kağıdına tek taraflı olarak basılmalı ve üst:5 sol:5 alt:5 sağ: 4,5 cm boşluk bırakılmalıdır.
- Yazının **BAŞLIĞI TÜM HARFLERİ BÜYÜK OLMAK ÜZERE** Times New Roman yazı tipinde, koyu, 12 punto, ortalanmış olarak yazılmalı ve iki satırı aşmamalıdır.
- Başlığın altında yazar(lar) ın, Adı Soyadı bulunmalıdır. Birden fazla yazarın bulunması durumunda yazarlar üst bilgi ile numaralandırılmalıdır. Örnek: ilk yazar adı (1) ve _inci yazar adı (2) vb.
- Yazar(lar)ın kimliklerini belli edecek bilgiler (bağlı bulundukları kurum, elektronik posta adresleri) alt bilgi alanında bulunmalıdır.
- Yazıların ana başlığını oluşturan cümlenin tümü “**BÜYÜK HARFLERLE ve KOYU (BOLD)**” yazılmalıdır. İkinci alt başlıklar ise “**İlk Harfleri Büyük ve Koyu (Bold)**” yazılmalıdır. Ana ve alt başlıklar Times New Roman yazı tipinde, 11 punto ile yazılmış olmalıdır.
- Yazıların metin kısmı Times New Roman yazı tipinde, 11 punto ile tek aralık ile yazılmalıdır. 144
- Yazıların toplam uzunluğu 5 sayfadan az 50 sayfadan fazla olmamalıdır. Çalışmaya sayfa numarası verilmemelidir.

- Metin içerisinde yer alan tüm şekiller, tablolar metin genişliğini aşmamalı, şekiller belirgin, tablolar okunaklı olmalıdır.
- Tablolar ve şekiller numaralandırılmalıdır. Tablo ve şekil başlıklarının “İlk Harfleri Büyük” yazılmalıdır. Tablo başlıkları tabloların üstüne, şekil başlıkları şekillerin altına yazılmalıdır.
- Kaynaklara yapılan atıflar dipnotlar ile değil, metin içinde yazar(lar)ın soyadı, kaynağın yıl, sayfa numaraları şeklinde yapılmalıdır. Örnek : sonucu elde edilmiştir (Saçaklıoğlu, 2008 : 18-22).
- Kaynakça alfabetik olarak yazılmalı, numaralama yapılmamalı ve aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır. Kitaplar GAYTHWAITE, J.W. (2004). Design of Marine Facilities fot the Berthing, Mooring, and Repair of Vessels, ASCE Press New York. Dergideki Makaleler GEORG_AD_S, C. (1984). Modelling Boat Wake Loading on Long Floating Structures, Journal of Computers and Structures, Vol.18, No.4, Pergamon Press, London, pp. 575-581.
- Çalışmalar basılı olarak dört adet ve ayrıca dijital ortamda (CD / disket) gönderilmelidir.
- Çalışmalar için telif bedeli ödenmeyecek olup, yazarlar çalışmalarını dergimize göndermek ile çalışmalarına ait telif hakkını dergiye devrettiklerini kabul etmiş sayılırlar.