T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA DENİZİ'NDE ARAÇ TAŞIMACILIĞININ EKONOMİK ETÜDÜ VE ALTERNATİF KONSEPT GEMİ TASARIMI

CENKER ÇOBAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ EDA TURAN

İSTANBUL, 2018

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA DENİZİ'NDE ARAÇ TAŞIMACILIĞININ EKONOMİK ETÜDÜ VE ALTERNATİF KONSEPT GEMİ TASARIMI

Cenker ÇOBAN tarafından hazırlanan tez çalışması 12.06.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Eda TURAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Eda TURAN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. İsmail Hakkı HELVACIOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışma sürecimde desteklerini esirgemeyen, söylem ve tavırları ile beni çalışmaya teşvik eden, yaşattığım her türlü aksaklığa rağmen hoşgörülerini kaybetmeden anlayışla yaklaşan sayın hocalarım Prof. Dr. Fahri ÇELİK ve Dr. Öğr. Üyesi Eda TURAN'a, çalışma içerisinde kullanılan doküman ve verilerin paylaşımına müsaade ederek tecrübelerini benimle paylaşan Sn. Semih ZORLU ve Sn. Ferdi ÇİÇEK başta olmak üzere tüm SEFT Gemi İnşa & Mühendislik firması çalışanlarına, lisans eğitimimiz sırasında başlayan arkadaşlığımızı aynı ofiste çalışarak sürdürmekte yetinmeyip yüksek lisans eğitimi boyunca da her çalışmamda yanımda olan Alican AŞKUN'a ve son olarak hayatım boyunca desteklerini eksik etmeyerek her daim yanımda olduklarını hissettiren aileme teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2018

Cenker ÇOBAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ ix

ŞEKİL LİSTESİ x

ÇİZELGE LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI 3

2.1 Denizyolu Taşımacılığı 3
2.1.1 Layner Taşımacılık 3
2.1.2 Tramp Taşımacılık 4
2.2 Ro-Ro Taşımacılığı ve Ro-Ro Gemi Tipleri 4
2.2.1 Yakınyol Ro-Ro Gemileri 5
2.2.2 Uzakyol Ro-Ro Gemileri 6
2.2.3 Sürücülü Ro-Ro Gemileri (Feribotlar) 6
2.2.4 Araba Taşıyıcıları 6
2.2.5 Raylı Feribotlar 6
2.2.6 Kanal ve Nehir Ro-Ro Gemileri 6
2.3 Kabotaj 8
2.4 Türkiye'de Kabotaj Taşımacılığına İlişkin Genel Veriler 8
2.4.1 Başlıca Ro-Ro Gemisi İşletmecileri 8

2.4.2 Liman ve Sefer Bölgeleri 10
2.4.3 Kabotaj Bölgesinde Taşınan Yolcu & Araç Miktarları 11

BÖLÜM 3

EKONOMİK ETÜT 19

3.1 Taşıma Maliyet Analizi 19
3.2 Marmara Denizi'nde Çalışan Farklı Grup Ro-Ro Gemileri 19
3.3 Sefer Yapılan Hat Seçimi 21
3.3.1 Ambarlı Limanı 21
3.3.2 Bandırma Limanı 22
3.4 Analiz Yöntemi 24
3.5 Analiz Uygulaması 26

BÖLÜM 4

ALTERNATİF TASARIM 31

4.1 Alternatif Tasarım Amacı 31
4.2 Yenilikçi Yönler 31
4.3 Ekonomik Kazanım Hedefleri 32
4.4 Teknik Ön Fizibilite Özet Bulguları 33
4.5 Önerilen Konsept Tasarımın Benzerleri ile Kıyaslanması 34
4.6 Tekne Tipi ve Boyutlarının Belirlenmesi 35
4.7 Tekne Formunun Oluşturulması 36
4.8 Tasarım Hız-Güç İhtiyaçlarının Belirlenmesi 38
4.9 Genel Planın Oluşturulması 40
4.10 3 Boyutlu Gemi Modelinin Oluşturulması 40
4.11 Alternatif Tasarım için Maliyet Analizi 41

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER 48

KAYNAKLAR 51

EK-A

ENDAZE PLANI 53

EK-B

HIZ-GÜÇ DEĞER TABLOSU 54

EK-C

PROFİL GÖRÜNÜM VE ANA GÜVERTE PLANI 55

EK-D

3 BOYUTLU MODEL GÖRÜNÜMLERİ 56

ÖZGEÇMİŞ 59

SİMGE LİSTESİ

a	Araç yolcu eşdeğerlik katsayısı
A_K	Araç kapasitesi
B_f	km başına yakıt sarfiyatı
B_o	km başına yağ sarfiyatı
c_{ac}	Spesifik kaza maliyeti
c_n	Spesifik gürültü maliyeti
c_{mo}	Yıllık işletme bakım masrafları
c_p	Spesifik emisyon maliyeti
e_f	Yakıt için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu
e_m	İşletme bakım için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu
e_s	Sigorta eskalasyonu
e_x	Dışsal maliyet eskalasyonu
i	Faiz oranı
I_c	Geminin ilk yatırım maliyeti
L	Hat uzunluğu
n	Tekne ömrü
P_f	Yakıt fiyatı
P_o	Yağ fiyatı
r	İskonto oranı
s	Sigorta yüzdesi
S_s	Yıllık sefer sayısı
U_c	Birim yük başına yatırım maliyeti
U_{ex}	Birim yük başına dışsal maliyet
U_f	Birim yük başına yakıt ve yağlama yağı maliyeti
U_L	Spesifik maliyet
U_m	Birim yük başına işletme-bakım maliyeti
U_T	Birim yük başına taşıma maliyeti
V_S	Geminin servis hızı
Y_K	Yolcu Kapasitesi
Y_S	Yıllık taşınabilecek yolcu sayısı
Z_{bt}	Yıllık bakım tutum süresi
Z_{bk}	Günlük işletme dışı kalma süresi
Z_k	Kalkıştaki manevra süresi
Z_{sa}	Sefer arası bekleme süresi
Z_v	Varıştaki manevra süresi

º	Derece
‘	Dakika
‘’	Saniye

KISALTMA LİSTESİ

CGT	Compensated Gross Tonnage
DTO	Deniz Ticaret Odası
DWT	Dead Weight Tonnage
GT	Gross Tonnage
MGS	Milli Gemi Sicili
Ro-Ro	Roll on – Roll off
TUGS	Türk Uluslararası Gemi Sicili

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Kabotajda taşınan yolcu miktarı 12
Şekil 2. 2 Kabotajda taşınan araç miktarı 15
Şekil 3. 1 Grup-1 gemi örneği 20
Şekil 3. 2 Grup-2 gemi örneği 20
Şekil 3. 3 Grup-3 gemi örneği 21
Şekil 3. 4 Ambarlı Limanı'nda taşınan araç miktarı 22
Şekil 3. 5 Bandırma Limanı'nda taşınan araç miktarı 23
Şekil 3. 6 Grup-1 Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti 28
Şekil 3. 7 Grup-2 Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti 29
Şekil 3. 8 Grup-3 Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti 29
Şekil 4. 1 Mevcut trimaran tekne form örneği 33
Şekil 4. 2 Projede ulaşılması hedeflenen trimaran tekne formu 34
Şekil 4. 3 Tekne baş form yapısının oluşturulması 37
Şekil 4. 4 Ana tekne formu ile birleştirilecek kanatçıkların modellenmesi 37
Şekil 4. 5 Sualtı formu model görünümü 38
Şekil 4. 6 Hız-Güç grafiği 39
Şekil 4. 7 Profil görünüm 40
Şekil 4. 8 3 Boyutlu model görünümleri 40
Şekil 4. 9 Optimum tasarım Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti 43
Şekil 4. 10 Maksimum hızda tasarım Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti 45

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 Marmara Denizi'nde Ro-Ro gemi işletmecileri 9
Çizelge 2. 2 Liman ve sefer bölgeleri 10
Çizelge 2. 3 Kabotajda taşınan yolcu ve yolcu x mil miktarı 11
Çizelge 2. 4 Kabotaj hattında taşınan yolcu miktarının bölgelere göre dağılımı 13
Çizelge 2. 5 Kabotajda taşınan araç ve araç x mil miktarı 14
Çizelge 2. 6 Kabotaj hattında taşınan araç miktarının bölgelere göre değişimi 16
Çizelge 2. 7 Türk deniz ticaret filosu 17
Çizelge 3. 1 Gemi gruplarına ait teknik veriler 26
Çizelge 3. 2 Gemi gruplarına ait ekonomik veriler 27
Çizelge 4. 1 İki farklı tasarıma ait teknik bilgiler 39
Çizelge 4. 2 Gemi gruplarına ait ekonomik veriler 41
Çizelge 4. 3 Birim yolcu maliyet rüelerinin doluluk oranına bağlı değişimi (17 knots) 43
Çizelge 4. 4 Birim yolcu maliyet türlerinin doluluk oranına bağlı değişimi (20 knots) 45
Çizelge 4. 5 Farklı yakıt fiyat eskalasyon değerlerine göre birim yolcu maliyetleri (Optimum Tasarım) 47

ÖZET

MARMARA DENİZİ'NDE ARAÇ TAŞIMACILIĞININ EKONOMİK ETÜDÜ VE ALTERNATİF KONSEPT GEMİ TASARIMI

Cenker ÇOBAN

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Eda TURAN

Bu yüksek lisans tezinde denizyolu taşımacılığı konusunda genel bilgiler paylaşılarak, Marmara Denizi'nde seçilen bir hat üzerinde çalışan Ro-Ro gemileri ile ilgili analizler yapılması amaçlanmıştır. Analiz sonucu elde edilen verilere uygun, alternatif konsept tasarım önerisi yapılabilecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde denizyolu taşımacılığına değinilerek bazı istatistikler paylaşılmıştır. Üçüncü bölümde, Marmara Denizi'nde seçilen bir hat üzerindeki Ro-Ro gemileri 3 farklı kategoride değerlendirilerek, ekonomik analizleri yapılmış ve bu gemiler birim yolcu taşıma maliyetleri bakımından incelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, elde edilen sonuçların iyileştirilmesi için alternatif oluşturabilecek konsept gemi tasarımı ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise yapılan analiz ve alternatif tasarım bir arada değerlendirilerek sonuç önerileri paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, araç taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı, maliyet, konsept dizayn

ABSTRACT

ECONOMIC STUDY OF VEHICLE TRANSPORT IN THE SEA OF MARMARA AND ALTERNATIVE CONCEPT SHIP DESIGN

Cenker ÇOBAN

Department of Naval Architecture and Marine Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Asist. Prof. Eda TURAN

The scope of this master thesis is to share general information about maritime transportation and to make analyzes about Ro-Ro ships operating on a line selected in the Sea of Marmara. Alternative concept design proposals can be made in accordance with the results obtained from the analysis.

In the second part of this study some statistics are shared by mentioning maritime transport. In the third part, economic analyses have been carried out for a route line from the Sea of Marmara by considering three different categories and mentioned ships are investigated in the scope of unit passenger transportation costs.

In the fourth part, information on concept ship design which could be an alternative for improving the results obtained, is given. In the fifth and final section, the analysis and alternative design are evaluated together and the result suggestions are shared.

Keywords: Sea of Marmara, vehicle transportation, maritime transportation, cost, concept design

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Taşımacılık; Türk Dil Kurumu sözlüğünde, insan, mal vb.'nin çeşitli araçlarla bir yerden bir yere taşınması işi, nakliyecilik, nakliyat, transport olarak tanımlanmaktadır [1]. Başol [2], taşımacılığın amacına uygun olarak beş farklı yöntemi olduğunu belirterek şu şekilde sıralamıştır: 1. Denizyolu Taşımacılığı, 2. Karayolu Taşımacılığı, 3. Demiryolu Taşımacılığı, 4. Havayolu Taşımacılığı ve 5. Boru Hattı Taşımacılığı.

Yenal [3] yazısında, denizyolu taşımacılığını; insanların ve malların denizde hareket eden araçlar vasıtasıyla bir yerden diğer bir yere taşınması olarak tanımlar. Denizyolu taşımacılığı (ulaştırmacılığı)'nın başlangıcı çok eski devirlere ulaşmakta olup, gelişim sürecinin üç ana evreye ayrılabileceği konusunda uzman görüşleri mevcuttur. İlk evre değerlendirmesinde XV. Yüzyıla kadar olan ve sahillere bağlı olarak kısa mesafelerde yapılan denizcilik yer almaktadır. Bu dönemin ardından gelen XV.- XVI. Yüzyıllar arasındaki süreçte pusula ve dürbünün icat edilmesiyle birlikte denizler üzerinde alınan yol mesafeleri de artmıştır. XVI. Yüzyıldan sonrası olarak değerlendirilen son evrede ise teknolojide oluşan gelişmelerin bu alanda kullanılmasına paralel olarak okyanus aşırı seyahatler denizyolu ulaştırmasında ilerleme kaydettirmiştir [4].

Denizyolu taşımacılığının birim taşıma maliyeti yönünden diğer alternatiflerine kıyasla daha düşük maliyetli olması, sanayi alanında gelişmiş deniz ülkelerinin taşımacılıkta denizyolunu tercih etmelerini sağlamaktadır. Ancak, deniz kullanımı yönünden çok avantajlı bir coğrafi konuma sahip Türkiye'de aynı oranda değerlendirilememektedir. En ucuz taşıma yöntemi olmasına karşın yurtiçi taşımacılıkta denizyolu kullanım oranı,

diğer taşıma modları ile karşılaştırıldığında en alt sıralarda yer almaktadır. Yapılan analiz ve araştırmalar en yaygın kullanılan taşıma yönteminin karayolu olduğunu ortaya koymaktadır (Turan vd. [5]).

1.2 Tezin Amacı

Nüfus ve araç sayısında olan artış sebebiyle, ulaşım problemi her geçen gün önem kazanmaktadır. Özellikle karayollarında sıklıkla karşılaşılan kamyon ve tır trafiğini denizlerimize doğru çekmek büyük fayda sağlayacaktır. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde, sahip olduğumuz bu imkanların daha iyi değerlendirilmesi ve denizyolu taşımacılığının kullanım yaygınlığının artmasıyla ortaya çıkacak ekonomik ve ulaşım avantajlarının ortaya konarak çok iyi şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın ilk aşamasında, mevcut filo içerisinde seyir faaliyetlerine devam eden 3 farklı Ro-Ro gemisinin verileri kullanılarak Marmara Denizi'nde (Ambarlı – Bandırma hattında) araç ve yolcu taşımacılığının ve birim yolcu taşıma maliyetlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. İkinci aşamada ise elde edilecek sonuçların etüt edilerek daha fazla avantaj sağlayacak şekilde konsept gemi tasarımı verilerinin ortaya çıkarılması planlanmıştır.

1.3 Hipotez

Marmara Denizi'nde faaliyetlerine devam etmekte olan filo içerisinde yer alan 3 farklı geminin verileri ile yapılan araç ve yolcu taşımacılığının birim maliyetlerinin değerlendirildiği çalışmada, farklı gruplarda tanımlanmış gemilere ait sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında ortaya çıkan maliyetin karşılanması için gerekli minimum doluluk oraları ile ilgili yorumda bulunulmuştur.

Ayrıca, Marmara Denizi başta olmak üzere artan yakın kıyısal sefer taleplerini karşılamak amacıyla mevcut filonun yetersiz kaldığı kabulüyle; araç taşıma kapasitesi, servis hızı, stabilite ve denizcilik kabiliyetleri ile optimize edilmiş tekne formu kullanılabilirliği ile ortaya çıkan değerlerin sağlayacağı avantajların araştırılmasını temel alan ve bu süreç için temel oluşturabilecek alternatif konsept gemi tasarımı yapılmıştır.

BÖLÜM 2

DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI

2.1 Denizyolu Taşımacılığı

Ulaştırma sistemlerinin gelişim süreci dikkate alındığında karayolları, altyapısı kısa zamanda tamamlanan ve bu nedenle en çok tercih edilen taşımacılık şekli olurken, günümüzde bu taşımacılık şekli; hava kirliliği, ses ve görüntü kirliliği, ölümlü ve yaralanmalı kaza istatistikleri içerisinde en büyük paya sahiptir. Karayolu ulaşımının sebep olduğu olumsuz etkileri minimum seviyeye indirmek çoğu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ulaştırma stratejilerinde yer almaktadır (Atar [6]).

Denizyolu taşımacılığı, karayolu taşımasının oluşturduğu yüksek taşıma maliyetleri, emisyon, gürültü kirliliği, trafik yoğunluğu ve ölümlü kazalar gibi ortaya çıkan negatif sonuçların en aza indirilmesi için önemli bir alternatiftir (Atar [6]). Denizyolu taşımacılığında; tek seferde adet ve tonaj olarak yüksek miktarlarda yükün çok uzak mesafelere taşınabilmektedir, bunun yanı sıra taşınan mal minimum düzeyde hasar görür ve sınır aşımı olmaz. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda denizyolu ile yolcu ve yük taşımacılığı, diğer taşıma türlerine göre daha avantajlıdır.

Denizyolunda farklı şekillerde taşımacılık yapılmaktadır. Hizmet sürekliliği yönünden değerlendirildiğinde iki farklı denizyolu taşımacılık türü sıralanabilir (Kayserilioğlu [7]).

2.1.1 Layner Taşımacılık

Layner taşımacılığı; düzenli, sürekli ve tarifeye dayalı biçimde hizmet sunan taşımacılık biçimidir. Bu hizmet türünde zamanlama esastır. Gemiler seferlerini ve hizmetlerini belirli bir tarife uyarınca sürdürürler. Hangi limanlara ne zaman uğranacağı sefer

programlarında belirtilir. Böylelikle yükleyiciler, taşıtma gereksinimleri konusunda önceden bilgi edinirler.

Layner taşımacılıkta ön plana çıkan en büyük özellik hizmetin sürekli olmasıdır. Yeteri kadar yük bulunamaması durumunda bile gemiler, zaman çizelgelerini aksatmadan seferlerini yaparak limanlarda yükleme boşaltma faaliyetlerini gerçekleştirirler. Eğer program içerisinde yer alan bir sefer gerçekleştirilmeyecek ise mutlaka yükleyici ve taşıtan firmalara önceden bildirim yapılır.

Layner taşımacılığı, taşıma türleri içinde en yüksek maliyetli olanıdır. Bunu hazırlayan öğelerin başında liman süresinin sefer içindeki oranının yüksekliği gelmektedir (Kayserilioğlu [7]).

2.1.2 Tramp Taşımacılık

Tramp taşımacılığı; yük olan limanlar arasında hizmetin yapılması biçiminde gözükür. Laynercilikte hizmet esasken, tramp taşımalarında yük esastır.

Tramp taşımalarında hizmeti yük çeker. Bir başka deyişle, tramp taşımacılığın başarılı şekilde yapıldığının belirtilebilmesi için yüksek kapasitede yük taşınıyor olması gerekmektedir. Belirli bir sefer tarifesi yerine yük miktarı dikkate alınarak planlama yapılır. Yükün esas olduğu bu taşımacılık türünde belirli limanlar ön plana çıkmaz, yükün yer değiştirmesi bağlı olduğu limanın da değer kazanıp kaybetmesine neden olur. Bu nedenle taşıtan için tramp hizmetlerinde istikrar yoktur.

Tramp taşımaları laynerciliğin tersine tüm yüklemeyi amaçlar. Bu ise, en ucuz taşımanın genellikle geminin aynı tür yükle ve tüm sığasıyla yüklenmesi durumunda yapılabileceği ilkesinde yatmaktadır (Kayserilioğlu [7]).

2.2 Ro-Ro Taşımacılığı ve Ro-Ro Gemi Tipleri

Gemilerin limanda kalış süresini minimuma indirecek ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak çözüm yöntemleri, taşıma maliyetlerinin azalmasıyla maksimum kar elde edilmesine imkan sağlayacaktır. Ro-Ro gemilerinin tercih edilmesindeki en önemli etkenlerden bir tanesi de tartışmasız üretilen malın fabrikadan çıkartılarak tek bir nakliye aracıyla bir kez yüklenip karşı limanda

boşaltılmasına olanak vermesidir. Ro-Ro gemilerinin bu özelliği, taşıma süratini kayda değer ölçüde arttırmakla beraber, minimum yük transferi sayısı yükün hasar görme riskini de azaltmaktadır.

Dünyada Ro-Ro pazarı incelendiğinde 2009-2014 yılları arasında Ro-Ro yeni inşa oranlarında azalma, düşük kiralama oranları ve zor pazar koşulları görülmektedir. Genellikle Ro-Ro faaliyetleri konsolidasyonlar şeklinde yürütülmektedir. En büyük 20 Ro-Ro sahibi, filonun %45'ini işletmekte olup, bu da toplam kapasitenin %60'ını oluşturmaktadır. Zorlu pazar koşullarına rağmen günümüzde, Ro-Ro segmentinin gelişmeye başladığı gözlemlenmektedir. Ro-Ro pazarı Avrupa ve Kuzey Afrika'da aktif rol oynamaktadır. Aralık 2015 yılı itibariyle, Ro-Ro segmentinde toplam 9.6 milyon GT veya 7.86 milyon CGT kapasitesinde toplam 624 gemi (100 GT üzeri) bulunmaktadır. 2003 yılından itibaren, 207 gemi (3.7 milyon CGT) teslim edilmiştir; bu rakam yıllık ortalama 16 gemi şeklindedir. Filonun %60'ı 15 yaş üzeri ve %45'i 20 yaş üzeridir [8].

Ro-Ro gemilerinin taşıma kapasiteleri ve taşıdıkları yük çeşitleri dikkate alındığında, kendi içlerinde farklı sınıflara ayırabilmek mümkündür. Genel hatlarıyla Ro-Ro gemilerini bu özelliklerine göre Yakınyol Ro-Ro gemileri, Uzakyol Ro-Ro gemileri, Sürücülü Ro-Ro gemileri (feribotlar), Konvansiyonel Ro-Ro gemileri, Kombine Ro-Ro gemileri, Araba Taşıyıcıları gibi farklı tip başlıklar altında sıralayabiliriz (Yeşilbağ [9]).

Taşıdıkları yük çeşitliliği bakımından esnek bir yapıya sahip olan Ro-Ro gemileri, bu özellikleri nedeniyle çok faklı kategorilere ayrılabilmektedir. Genel bir değerlendirme yapılmak istenirse, Yeşilbağ [9] tarafından teknik kongre bildirisinde ele alınan ve aşağıda ana başlıklar halinde sıralanan sınıflandırmalar uygun olacaktır.

2.2.1 Yakınyol Ro-Ro Gemileri

Günümüzde Ro-Ro filosunun en büyük bölümünü oluşturan bu sınıf, 4000 DWT'dan daha düşük tonaja sahip olan gemileri kapsamaktadır. Bu kategoride, 12'den az yolcu taşıyarak yalnızca araç nakliyesi yapan, forklift yardımıyla transfer edilen kargo ve konteyner taşıyan ve baş-kıç tarafta yer alan kapakları vasıtasıyla taşıt yükleme-boşaltma operasyonu yapabilen gemiler yer almaktadır.

2.2.2 Uzakyol Ro-Ro Gemileri

Daha çok denizaşırı ülkeler tarafından kullanılan bu sınıftaki gemiler, 4000-7000 DWT arasında kalan ve 7000 DWT'un üzerinde yer alan bölümü kapsamaktadır. Kendi içerisinde Konvansiyonel Ro-Ro gemileri ve konteyner de taşıyabilen Kombine Ro-Ro gemileri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu iki tip gemilerin ayırıcı ana özellikleri Ro-Ro ve konteyner alanlarının farklılığıdır.

2.2.3 Sürücülü Ro-Ro Gemileri (Feribotlar)

Uluslararası kurallar gereği, ek bir bölmelendirme ve emniyet önlemi gerektirmeden bir Ro-Ro gemisinde en fazla 12 yolcu taşınabilmektedir. Bu sayının üzerinde sürücü ve yolcu alabilen gemi tipi Feribot olarak adlandırılmaktadır. Yakınyol ticaretinde, bir çok hat için araçlar ile birlikte sürücülerini de taşıyabilecek altyapıya sahip olması gemi açısından bir avantaj sağlamaktadır. Sürücü sayılarını etkileyen faktörlerden biri olan mevsimler, bu tür gemilere duyulan ihtiyacın azalıp artmasında da rol almaktadır.

2.2.4 Araba Taşıyıcıları

Üretim sonrası ihracat veya ithalat amaçlı olarak, yeni arabaların taşınması amacıyla tasarlanan ve özel dizayn unsurlarına sahip olan bu tür Ro-Ro gemileri yakın zamanda oldukça fazla kullanım ihtiyacı doğurmaktadır.

2.2.5 Raylı Feribotlar

Özel bir alana hizmet etmekte olan bu tür gemiler, en yaşlı Ro-Ro gemi filosunu oluşturmaktadır. Kötü deniz şartlarıyla karşılaşılması durumunda açık/kapalı feribotlarda demiryolu ihtiyaçlarını karşılayacak ekipmanların taşınmasında güçlükle karşılaşılacağı tahmin edilse de, günümüz dizaynlarında kullanılan modern kilit sistemleri ve dalga sönümlendiriciler bu tür gemilerin faaliyetlerini kolaylaştırmıştır.

2.2.6 Kanal ve Nehir Ro-Ro Gemileri

Seyir ve operasyon faaliyetlerinin gerçekleştiği bölgeler dikkate alınarak, bu türün en küçük Ro-Ro gemilerine sahip olduğu belirtilebilir. Nehir ve kanallarda araçların karşılıklı transferini sağlayabilmek amacıyla kullanılan bu tür gemiler, kıyılara

yanaşırken ve ayrılırken draft sınırları gereği balast alma/boşaltma operasyonu yapma ihtiyacı duyarlar.

Genel özelliklerine dikkat edilerek sıralanan Ro-Ro gemileri ile gerçekleştirilen taşımacılığın sağlamış olduğu avantaj ve dezavantajlar ise şu şekilde sıralanabilir:

Avantajlar:

- Yükleme ve boşaltma operasyonlarının sistematik olarak yapılması sebebiyle, limanda kalış süresinin azalması ve buna bağlı olarak liman giderlerinin de azalması
- Yüksek hızda seyir yapabilme özellikleri ve limanda bekleme süresinin düşük olması sebebiyle daha çok sayıda sefer yapabilme şansı
- Gemi seyri ve operasyonları esnasında ihtiyaç duyulan kişi sayısının azlığı sebebiyle insan gücünden tasarruf edebilme şansı
- Araç ve yüklerin kara yolu ile transferi ile kıyaslandığında, sahiplerine daha kısa sürede ulaşabilme imkanı
- İşletmelerin genellikle Layner hatlar tercih etmesi sebebiyle daha programlı organizasyon yapabilme şansı

Dezavantajlar:

- Gemilerin tiplerine göre özel olarak dizayn edilme ihtiyacı
- Yüksek sürat ve yüksek manevra kabiliyetine sahip olması tercihi sebebiyle, gemi makinalarının daha fazla yakıt masrafı doğurması
- Yük tiplerine bağlı olarak, özel taşıyıcıların bulunması, yükleme ve boşaltma operasyonlarının bu taşıyıcılar ile yapılması gerekliliği
- Liman yerlerinin özel ihtiyaçlar dahilinde donatılması gerekliliği
- Yüklerin belirli özelliklerde olması
- Yük tipine bağlı olarak, tonaj olarak ağır malzeme yükleme ve boşaltma durumunda geminin yalpaya düşme eğilimi

- Yüklemelerde, gemi içindeki hangarların diğer gemilere kıyasla daha fazla hacim kaybı yaşaması.

2.3 Kabotaj

Fransızlar, sahil boyunca yapılan kıyısal gemi seyrini anlatmak için kullandıkları "Caboter" fiilinden türetmiş oldukları ve sahil boyunca yapılan gemi seyrini anlatan "Cabotage" ismi ile "Kabotaj"ın kökenini oluşturmuşlardır. 16. Yüzyılda ise, kıyısal seyirlere getirdikleri kısıtlamalar ile kendi limanları arasındaki ticaret hakkını sadece kendi gemileri ile sınırlandırdılar (İstikbal [10]). Günümüzde kabotaj hakkı veya kabotaj kanunu, denize kıyısı olan ülkelerin kendi ülkesel denizcilik sektörünü koruma amaçlı geliştirdikleri sistemin genel adıdır.

Türkiye'de kabotaj hakkı, Osmanlı Devleti dönemindeki kapitülasyonların kaldırılmasını sağlayan Lozan Barış Antlaşması'nın 28. Maddesi ile sağlanmıştır. 20 Nisan 1926 tarihinde kabul edilen kabotaj kanunu ile Türk vatandaşları ilk kez kendi denizlerinde söz sahibi durumuna gelmiştir. Kanunun yürürlüğe girdiği tarih olan 1 Temmuz 1926, ülkemiz için çok büyük önem taşıyan denizlerimize özgürce açılabilmemizin miladı olarak kabul edilmektedir [11].

8 bin 333 km'den fazla kıyı şeridiyle üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, uluslararası taşımacılık faaliyetlerinin büyük bir bölümü denizyolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmekte olup, yurtiçi taşımacılıkta gerek yük gerekse yolcu taşımacılığında denizyollarımızdan yeterli şekilde yararlanılmamaktadır. Yurtiçi taşımacılıkta karayolu daha fazla tercih edilmekte iken, yeni yatırımların yoğun olarak yapılmaya başlandığı hava yolu taşımacılığına da son yıllarda özellikle yolcu taşımacılığı alanında büyük yönelmeler olmuştur.

2.4 Türkiye'de Kabotaj Taşımacılığına İlişkin Genel Veriler

2.4.1 Başlıca Ro-Ro Gemisi İşletmecileri

Günümüz sanayi merkezleri ve taşımacılık gerektiren rotalar dikkate alındığında denizyolu taşımacılığı açısından Marmara Denizi önemli bir bağlantı yoludur. Komşu şehirlerin iş potansiyeli ve ticaretin yoğun olarak işlediği rota dikkate alındığında, Ro-Ro

işletmeciliğinin çok önemli bir kısmının Marmara Denizi üzerinde gerçekleştirildiğini söyleyebiliriz. Marmara Denizi'nde Ro-Ro gemi işletmelerinin ve çalıştıkları limanların listesi Çizelge 2.1'de paylaşılmıştır.

Marmara Denizi'nin yanı sıra İzmir Bölgesi, Antalya Bölgesi gibi ticari faaliyetlerin yoğun olduğu bölgeleri de Ro-Ro taşımacılığı yapılan hatlara örnek olarak verebiliriz.

Çizelge 2. 1 Marmara Denizi'nde Ro-Ro gemi işletmeciliği [12]

Firma	Limanlar
SS Erdek Taş. Koop.	Erdek - Saraylar
Kale Nakliyat Seyahat ve Tur. A.Ş.	Bandırma - Ambarlı
NG Deniz Taş. Ltd. Şti.	Gelibolu - Çardak
Kara Hasan Den. Nakliyat	Gelibolu - Çardak
Kilitbahır Den. Ltd. Şti.	Çanakkale - Kilitbahır
Orsa Sea Gemi İnş. A.Ş.	Bandırma - Ambarlı
İstanbul Den. Ltd. Şti.	Mudanya - Zeyport
Karagözler Den. Ltd. Şti.	Gelibolu - Çardak
Kerem Den. Ltd. Şti.	Gelibolu - Çardak
Serhat Fer. A.Ş.	Haydarpaşa - Bandırma

Firma	Limanlar
Tramola Nakliyat A.Ş.	Bandırma - Ambarlı
Tramola Tas. A.Ş.	Bandırma - Ambarlı
Tuncer Yıldız	Erdek - Türkeli
Dört Kardeşler Ltd. Şti.	Gelibolu - Çardak
Dört Kardeşler Ltd. Şti.	Karabiga - Barbaros
Erdemler Den. Ltd. Şti.	Gelibolu - Çardak
Erdemler Den. Ltd. Şti.	Tekirdağ - Bandırma
SS Tur. Yol. Koop.	Çeşitli
TDİ A.Ş.	Çeşitli
İDO A.Ş.	Çeşitli
İstanbulLines Marmara Den. A.Ş.	Haydarpaşa - Bandırma

2.4.2 Liman ve Sefer Bölgeleri

Ro-Ro gemilerinin kabotaj hatları kapsamında gerçekleştirdiği seyirlerin bölge ve hat detayları Çizelge 2.2'de paylaşılmıştır. Gerek ticari gerek turizm açısından araç ve yolcu taşımacılığının önemli olduğu bölgelerde, ihtiyaçtan doğan liman ve sefer bölgeleri oluşmuştur. Ülkemiz nüfusunun çok büyük bölümünün Marmara Bölgesi'nde istihdam ediyor olması ve Marmara Bölgesi'nin ülkemiz ticari faaliyetlerindeki önemi bir bütün olarak değerlendirildiğinde, liman ile sefer bölge sayısındaki fazlalık anlam kazanmaktadır.

Çizelge 2. 2 Liman ve sefer bölgeleri [13]

Bölge	Hat
İstanbul Bölgesi	Eskihisar - Topçular/Tavşanlı
	Sirkeci - Harem
	Zeyport - Maltepe
Çanakkale Bölgesi	Gelibolu - Çardak
	Gelibolu - Lapseki
	Çanakkale - Kilitbahir
	Çanakkale - Eceabat
	Kepez - Eceabat
	Karabiga - Barbaros/Akport
	Kabatepe - Gökçeada
	G.Yükyeri - Bozcaada
İzmir Bölgesi	Bodrum - Datça
	Bostanlı - Üçkuyular
Van Gölü	Tatvan - Van

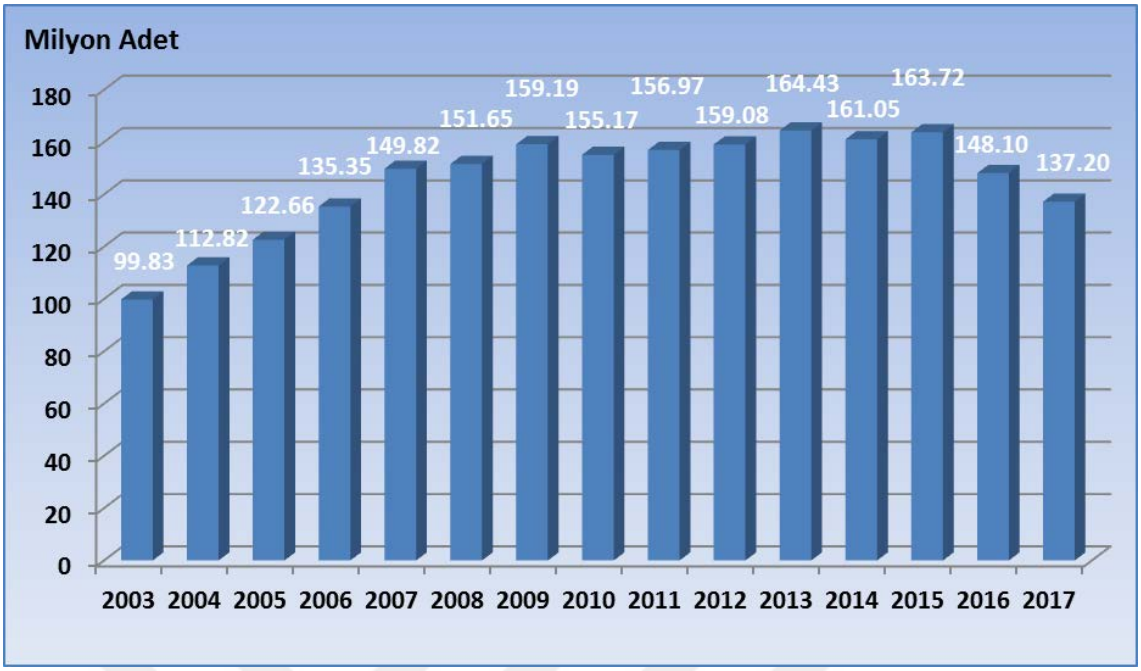
Bölge	Hat
Marmara Havzası	Erdek - Avşa (Türkeli)
	Tekirdağ – Avşa (Türkeli)
	Marmara A. - Erdek
	Marmara A. - Tekirdağ
	Erdek - Tekirdağ
	Derince - Tekirdağ
	M. Ereğlisi - Bandırma
	Ambarlı - Bandırma
	Tekirdağ - Bandırma
	Yenikapı - Yalova
	Yenikapı - Bandırma
	Yenikapı - Bursa
	Pendik - Yalova
Antalya	Antalya - Kemer

2.4.3 Kabotaj Bölgesinde Taşınan Yolcu & Araç Miktarları

2003 ile 2017 yılları arasında, kabotaj hattında taşınan yolcu ve yolcu x mil miktarının yıllara göre değişimini veren değerler Çizelge 2.3 ve Şekil 2.1 içerisinde paylaşılmıştır.

Çizelge 2. 3 Kabotajda taşınan yolcu ve yolcu x mil miktarı [13]

Yıl	Yolcu (Adet)	2003 – 2017 % Artış	Yolcu x Mil	2003 – 2017 % Artış
2003	99,825,813		550,524,602	
2004	112,816,094		621,484,444	
2005	122,661,230		670,751,087	
2006	135,348,554		752,889,731	
2007	149,824,929		842,975,355	
2008	151,645,639		847,917,253	
2009	159,194,370		886,609,389	
2010	155,172,103	37	850,532,610	107
2011	156,968,095		848,418,350	
2012	159,076,921		787,572,051	
2013	164,426,997		900,226,869	
2014	161,048,004		974,923,011	
2015	163,723,544		992,592,392	
2016	148,101,589		1,112,255,126	
2017	137,195,691		1,138,826,307	



Şekil 2. 1 Kabotajda taşınan yolcu miktarı [13]

Taşınan yolcu miktarı değerlerinde belirli dönemlerde düşüşler yaşanmasına rağmen, 2003 ve 2017 yıllarındaki veriler dikkate alındığında, bu süreçte yaklaşık %37'lik bir artış görülürken, bu oran taşınan yolcu x mil değerlendirmesinde % 107'lik değere ulaşmıştır.

2003 ile 2017 yılları arasında denizcilik sektöründeki gelişmeler, yeni liman ve hatların açılması, eski liman ve hatların daha bakımlı hale getirilmesi, bunun yanında yolculukların çok daha ekonomik ve konforlu duruma gelmesi sebebiyle yolcuların deniz taşımacılığına yönelmiş olduğu belirtilebilir.

2016 ve 2017 yıllarında, kabotaj hattında taşınan yolcu miktarının bölgelere göre dağılımı Çizelge 2.4'de yer almaktadır. Marmara Havzası ve Antalya Bölgesi'nde gerçekleşen seferlerde taşınan insan sayısındaki artış, diğer bölgelerde yaşanan azalmaları karşılamayarak, genel toplam üzerinde yaşanan yaklaşık 11 milyon kişilik yolcu azalmasını önleyememiştir.

Taşınan toplam yolcu sayısındaki bu yüksek oranlı düşüş, yolcuların seyir bölge tercihlerinin değişmesine bağlı olarak yolcu x mil değerinde yaklaşık 20,000,000 birimlik bir artışa sebep olmuştur.

Çizelge 2. 4 Kabotaj hattında taşınan yolcu miktarının bölgelere göre dağılımı [13]

Bölge	Hat	2016		2017	
		Yolcu (Adet)	YolcuxMil	Yolcu (Adet)	YolcuxMil
İstanbul Bölgesi	Eskihisar –Topçular/Tavşanlı	29,043,010	133,148,290	23,374,186	107,415,709
	Diğer	83,566,205	528,999,695	79,844,573	564,510,685
	TOPLAM	**112,609,215**	**662,147,985**	**103,218,759**	**671,926,394**
Marmara Havzası	Erdek – Avşa (Türkeli)	157,384	2,799,684	191,715	3,438,752
	Tekirdağ – Avşa (Türkeli)	60,437	1,515,436	78,845	1,979,217
	Marmara A. – Erdek	107,107	2,141,210	176,470	3,519,319
	Marmara A. – Tekirdağ	1,156	28,900	2,375	59,375
	Erdek – Tekirdağ	1,301	51,910	2,791	111,361
	Marmara Ereğlisi - Bandırma	13,627	504,199	16,052	593,924
	Ambarlı – Bandırma	162,225	8,435,700	183,812	9,558,224
	Tekirdağ – Bandırma	17,055	781,094	27,386	1,268,081
	Avşa-Marmara A.	1,565	6,988	525	2,341
	Armutlu-Kabataş	14,897	491,601	0	0
	Armutlu-Mudanya	4,948	49,480	8,354	83,540
	Kabataş-Mudanya	990,300	42,582,900	0	0
	Yenikapı-Yalova	2,379,409	61,864,634	2,419,186	62,898,836
	Yenikapı-Bandırma	951,788	60,914,432	1,015,167	64,970,688
	Yenikapı-Bursa	1,304,767	58,062,132	1,226,414	54,575,423
	Pendik-Yalova	2,527,134	34,116,309	2,810,416	37,940,616
	Kartal-Yalova	237,408	6,837,350	43,662	1,257,466
	Diğer	2,036,851	97,588,037	3,544,122	161,731,516
	TOPLAM	**10,969,359**	**378,771,996**	**11,747,292**	**403,988,678**
İzmit Körfezi	Muhtelif	546,282	2,802,427	471,192	2,417,215
	TOPLAM	**546,282**	**2,802,427**	**471,192**	**2,417,215**
Çanakkale Bölgesi	Gelibolu – Çardak	844,778	2,111,945	563,046	1,407,615
	Gelibolu – Lapseki	2,741,014	10,141,752	2,317,701	8,575,494
	Çanakkale – Kilitbahir	2,296,347	2,296,347	2,209,158	2,209,158
	Çanakkale – Eceabat	2,292,440	6,189,588	1,960,544	5,293,469
	Kepez – Eceabat	1,506	8,283	654	3,597
	Karabiga – Barbaros/Akport	9,548	305,536	3,533	113,056
	Kabatepe – Gökçeada	590,469	8,334,217	380,362	5,363,104
	G.Yükyeri – Bozcaada	676,916	2,775,356	692,443	2,839,016
	TOPLAM	**9,453,018**	**32,163,023**	**8,127,441**	**25,804,509**

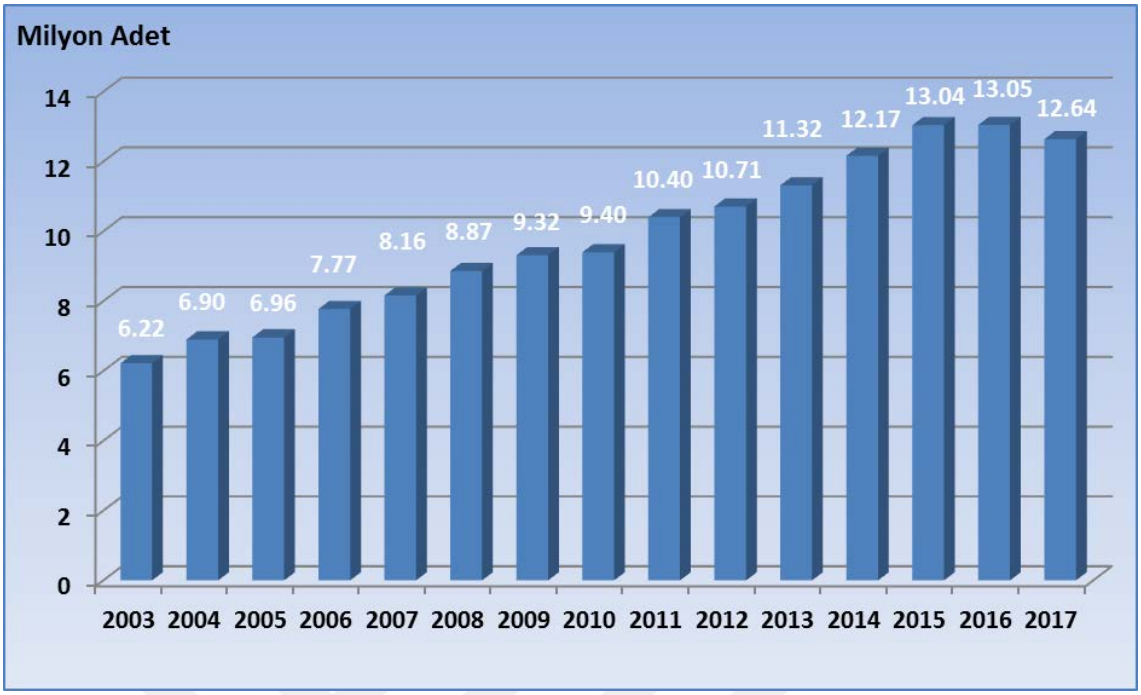
Çizelge 2. 4 Kabotaj hattında taşınan yolcu miktarının bölgelere göre dağılımı (Devamı)

Bölge	Hat	2016		2017	
		Yolcu (Adet)	YolcuxMil	Yolcu (Adet)	YolcuxMil
Antalya Bölgesi	Antalya-Kemer	22,573	451,460	28,261	508.698
	TOPLAM	**22,573**	**451,460**	**28,261**	**508.698**
İzmir Bölgesi	Bodrum – Datça	67,456	1,281,664	84,773	1.610.687
	Diğer	14,433,164	34,610,993	13,517,537	32.548.762
	TOPLAM	**14,500,620**	**35,892,657**	**13,602,310**	**34.159.449**
Van Gölü	Tatvan-Van	522	25,578	436	21.364
	TOPLAM	**522**	**25,578**	**436**	**21.364**
GENEL TOPLAM		**148.101.589**	**1,112,255,126**	**137,195,691**	**1,138,826,307**

Kabotaj bölgesinde taşınan araç ve araç x mil miktarının yıllara göre değişimini veren değerler Çizelge 2.5 ve Şekil 2.2 içerisinde paylaşılmıştır.

Çizelge 2. 5 Kabotajda taşınan araç ve araç x mil miktarı [13]

Yıl	Yolcu (Adet)	2003 – 2017 % Artış	Yolcu x Mil	2003 – 2017 % Artış
2003	6,219,645	103	35,880,927	165
2004	6,900,922		40,835,592	
2005	6,961,643		42,294,836	
2006	7,773,689		51,978,669	
2007	8,161,999		59,942,527	
2008	8,866,797		82,950,808	
2009	9,315,772		82,580,396	
2010	9,400,735		83,607,444	
2011	10,402,917		83,283,519	
2012	10,710,645		77,785,568	
2013	11,318,561		85,096,902	
2014	12,166,505		89,322,962	
2015	13,042,399		95,505,115	
2016	13,050,241		92,267,227	
2017	12,638,289		95,185,009	



Şekil 2. 2 Kabotajda taşınan araç miktarı [13]

2017 yılına ait değerler özelinde kabotajda taşınan araç sayısında bir önceki yıla göre azalma görülse de 2003 ve 2017 yılları arasındaki değişim değerlendirildiğinde, taşınan araç miktarında yaklaşık %103 oranında bir artış yaşanmıştır, bu oran taşınan araç x mil değerlendirmesinde ise % 165'lik bir değer yakalamıştır.

2016 ve 2017 yıllarında, kabotaj hattında taşınan araç miktarının bölgelere göre dağılımı Çizelge 2.6'da yer almaktadır. İki yıl arasındaki kıyaslamada sadece İstanbul Bölgesi'nde taşınan toplam araç sayısında bir düşüş gözlenirken, diğer bölgelerde gerçekleşen seferlerde taşınan araç sayısındaki artış miktarı bu farkı karşılamaya yetmemiştir. Genel toplamdaki araç sayısı kıyaslandığında, yaklaşım 400,000 araçlık bir azalma yaşandığı görülmektedir.

Kabotajda taşınan yolcu miktarı değerlendirmesine paralel olarak araçların yönelmiş olduğu sefer bölgelerinin değişmesi neticesinde toplam araç sayısındaki azalmanın aksine araç x mil miktarında 3,000,000 birimlik artış gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. 6 Kabotaj hattında taşınan araç miktarının bölgelere göre dağılımı [13]

Bölge	Hat	2016		2017	
		Araç (Adet)	AdetxMil	Araç (Adet)	AdetxMil
İstanbul Bölgesi	Eskihisar-Topçular/Tavşanlı	4.798.809	22.554.402	4.120.267	19.365.255
	Sirkeci-Harem	2.791.199	4.745.038	2.026.791	3.445.545
	İstinye-Çubuklu	0	0	512.458	599.576
	Ambarlı-Topçular	0	0	12.516	488.124
	Zeyport-Maltepe	4.062	56.868	5.406	75.684
	TOPLAM	**7.594.070**	**27.356.308**	**6.677.438**	**23.974.184**
Marmara Havzası	Erdek-Avşa (Türkeli)	30.866	555.535	52.922	952.596
	Tekirdağ-Avşa (Türkeli)	18.824	471.737	30.170	755.981
	Marmara A.-Erdek	28.219	562.928	47.339	942.603
	Marmara A.-Tekirdağ	417	10.425	870	21.750
	Erdek-Tekirdağ	1.642	65.516	3.083	123.012
	Derince-Tekirdağ	5.661	141.525	5.207	130.175
	Marmara Ereğlisi-Bandırma	13.627	504.199	16.052	593.924
	Ambarlı-Bandırma	171.377	8.911.604	198.233	10.308.116
	Tekirdağ-Bandırma	21.321	973.394	27.608	1.265.197
	Yenikapı-Yalova	396.236	10.302.136	382.446	9.943.596
	Yenikapı-Bandırma	164.100	10.502.400	181.251	11.600.064
	Yenikapı-Bursa	258.608	11.508.056	264.228	11.758.146
	Pendik-Yalova	485.277	6.551.240	551.253	7.441.916
	Diğer	24.465	815.949	58.659	1.807.520
	TOPLAM	**1.620.640**	**51.876.643**	**1.819.321**	**57.644.595**
Çanakkale Bölgesi	Gelibolu-Çardak	431.334	1.078.335	477.692	1.194.230
	Gelibolu-Lapseki	1.094.030	4.047.911	1.077.827	3.987.960
	Çanakkale-Kilitbahir	688.651	688.651	797.626	797.626
	Çanakkale-Eceabat	487.485	1.316.210	506.801	1.368.363
	Kepez-Eceabat	1.322	7.271	623	3.427
	Karabiga-Barbaros/Akport	9.548	305.536	3.533	113.056
	Kabatepe-Gökçeada	159.391	2.250.790	162.256	2.287.810
	G.Yükyeri-Bozcaada	176.508	723.683	197.033	807.835
	TOPLAM	**3.048.269**	**10.418.386**	**3.223.391**	**10.560.306**

Çizelge 2. 6 Kabotaj hattında taşınan araç miktarının bölgelere göre dağılımı (Devamı)

Bölge	Hat	2016		2017	
		Araç (Adet)	AdetxMil	Araç (Adet)	AdetxMil
İzmir Bölgesi	Bodrum-Datça	12.674	240.806	17.029	306.522
	Bostanlı-Üçkuyular	763.442	1.832.261	889.592	2.135.021
	TOPLAM	**776.116**	**2.073.067**	**906.621**	**2.441.543**
Van Gölü	Tatvan-Van	11.078	542.822	11.518	564.382
	TOPLAM	**11.078**	**542.822**	**11.518**	**564.382**
GENEL TOPLAM		**13.050.173**	**92.267.227**	**12.638.289**	**95.185.009**

2003 ile 2017 yılları arasında araç taşımacılığı için yeni hatların açılmasının yanında, kara yollarındaki trafik sorununun giderek artması, deniz yolu ile ulaşım sürelerinin kısalarak daha ekonomik şartlarda daha konforlu ve güvenli yolculukların yapılıyor olması, taşıtlarıyla seyahat eden yolcuların denizyolu taşımacılığına yönelmesine sebep olmuştur. Bunun yanında ticaret alanındaki taşımacılık için en önemli unsurlardan olan düşük taşımacılık maliyeti, düşük ve belirli bir programa uygun seyir süreleri yanında sürücüler açısından yorgunluğun azalıyor olmasına bağlı olarak sürüş güvenliğinin artması, ulaştırma firmalarının da deniz taşımacılığına geçiş yapmalarını sağlamıştır.

Yukarıdaki bölümlerde yer alan istatistiklerin ortaya çıkmasına kaynak sağlayan Ro-Ro gemilerinin Türk Deniz Ticaret Filosu'na kayıtlı 300 GT ve üzeri gemi sınıfları içerisindeki dağılımı Çizelge 2.7'de yer almaktadır.

Çizelge 2. 7 Türk deniz ticareti filosu [14]

TÜRK DENİZ TİCARETİ FİLOSU (300 GT ve üzeri)				
Gemi Tipleri	**Adet**			
	MGS	**TUGS**	**Toplam**	**%**
Kuru Yük Gemisi	39	211	250	22.54
Dökme Yük Gemisi	7	57	64	5.77
Konteyner	11	42	53	4.77
Kuru yük – Konteyner	1	13	14	1.26
Kimyevi Madde Tankeri	2	52	54	4.86
LPG Tankeri	0	6	6	0.54
Asfalt Tankeri	1	2	3	0.27

Çizelge 2. 7 Türk deniz ticareti filosu (Devamı)

TÜRK DENİZ TİCARETİ FİLOSU (300 GT ve üzeri)				
Gemi Tipleri	**Adet**			
	MGS	**TUGS**	**Toplam**	**%**
Su Gemisi	2	2	4	0.36
Ro-Ro Gemisi	0	21	21	1.89
Ro-Ro Ferry – Yolcu	13	16	29	2.61
Feribot	3	62	65	5.86
Tren Ferisi	6	0	6	0.54
Yolcu/Yolcu Yük Gemisi	27	49	76	6.85
Balıkçı Gemileri	51	2	53	4.77
Bilimsel Araştırma Gemileri	5	8	13	1.17
Şehir Hatları	4	21	25	2.25
Deniz Otobüsleri	0	33	33	2.97
Şehir Hatları Arabalı	1	6	7	0.63
Yolcu Motorları	3	13	16	1.44
Römorkör	29	56	85	7.66
Hizmet Gemileri	77	35	112	10.09
Diğer	0	1	1	0.09
Petrol Tankeri	17	54	71	6.4
Tren Ferry / Ro-Ro	0	1	1	0.09
Deniz Araçları	32	16	48	4.32
Toplam :	**331**	**779**	**1,110**	**100**

Filoya kayıtlı gemi sınıf ve adetleri incelendiğinde, Ro-Ro tipi gemilerin %10 seviyesinin altında kaldığı görülmektedir. Malzeme, yük, araçlı yolcu taşınmasının bu denli önemli olduğu günümüz şartlarında, sahip olduğumuz deniz imkanları dikkate alındığında bu yüzde değerin çok düşük seviyede kaldığı belirtilebilir. Yapılacak yeni optimum tasarımlar ve teşvikler ile bu sayının arttırılması ile birlikte, üzerinde uzun yıllardır tartışılan kara yolu trafik yoğunluğu için de bir çözüm yolu üretilebileceği değerlendirilmektedir.

BÖLÜM 3

EKONOMİK ETÜT

3.1 Taşıma Maliyet Analizi

Çalışmanın bu bölümünde, Marmara Denizi içerisinde yakın kıyısal (50-100 mil sefer) bölgesinde yer alan Ambarlı – Bandırma hattında çalışan Ro-Ro gemileri farklı özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılmış ve ekonomik analizleri yapılmıştır. Farklı sınıflara ait Ro-Ro gemilerinin birim yolcu taşıma maliyetleri hesaplanarak incelenmiştir.

Yurtiçinde yakın kıyısal sefer bölgesinde çalışan Ro-Ro gemileri yaşlı ve başka gemi tiplerinden dönüştürülmüş gemiler, yurtdışından satın alınarak ülkemiz çalışma koşullarına adapte edilmeye çalışılmış gemiler ve nispeten yakın geçmişte inşa edilmiş olmasına karşın, yapılagelmiş arabalı feribot özelliklerini taşıyan gemiler olarak gruplandırılabilir.

3.2 Marmara Denizi'nde Çalışan Farklı Grup Ro-Ro Gemileri

Marmara Denizi içerisinde tır, kamyon, otomobil ve bunlarla beraber yolcu taşımacılığı yapmak amacıyla kurulmuş çok sayıda kooperatif bulunmaktadır. Mevcut hatlarda çalışan gemiler, hesaplamalarda veri oluşturması amacıyla dizayn, satın alma ve üretim özellikleri dikkate alınarak bu çalışma içerisinde 3 grup şeklinde sınıflandırılmıştır.

Grup-1) Genellikle yaşlı, yıllar içinde başka gemi tiplerinden (genellikle balıkçı vb.) Ro-Ro'ya dönüştürülmüş gemiler ilk gruptur. Bunlardan pek çoğu piyasa talebi arttıkça boy, genişlik ve derinlikleri büyütülerek ihtiyaca cevap verilmeye çalışılmıştır. Bu grup için örnek gösterilebilecek gemi görseli Şekil 3.1'de yer almaktadır.



Şekil 3. 1 Grup-1 gemi örneği [15]

Grup-2) Yurtdışından satın alınarak, bahsi geçen hatlarda çalıştırılan gemilerdir. Gemi tasarımında başlangıç noktası müşteri ihtiyaçlarının tespitidir. Dolayısıyla yurtdışından alınan Ro-Ro gemileri, çalıştıkları bölgenin ihtiyaçlarına göre tasarlanıp inşa edilmiş gemilerdir. Ülkemizde çalıştırılmadan önce küçük ya da büyük çapta tadilat görmüşlerdir. Bu grup için örnek gösterilebilecek gemi görseli Şekil 3.2'de yer almaktadır.



Şekil 3. 2 Grup-2 gemi örneği [16]

Grup-3) Son grupta ise yeni inşa edilmiş gemiler bulunmaktadır. Yaşları daha küçük, işletme şartları açısından diğer gemilere oranla daha iyi özelliklere sahip olmalarına karşın, yapılagelmiş arabalı feribotların tasarımlarına sahiptirler. Bu grup için örnek gösterilebilecek gemi görseli Şekil 3.3'de yer almaktadır.



Şekil 3. 3 Grup-3 gemi örneği [17]

3.3 Sefer Yapılan Hat Seçimi

Çalışma içerisinde maliyet analizleri yapılacak olan gemilerin Ambarlı – Bandırma hattı üzerinde faaliyet gösterdikleri kabul edilmiştir. Marmara Denizi içerisindeki Ro-Ro gemilerinin seyir faaliyetlerinde önemli bir yere sahip olan Ambarlı – Bandırma hattına temel oluşturan limanlar ile ilgili genel bilgi ve istatistikler şu şekilde sıralanabilir;

3.3.1 Ambarlı Limanı

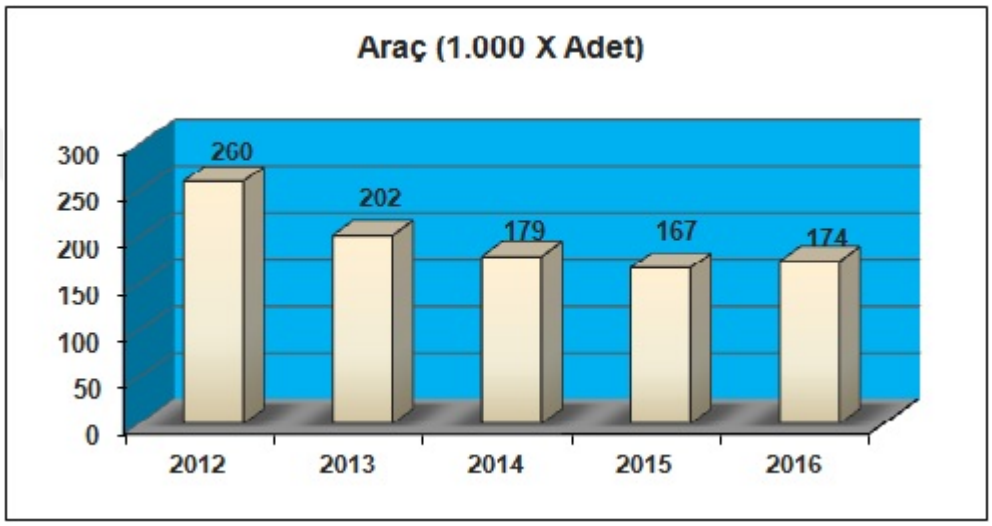
Marmara Bölgesinin Avrupa yakasında bulunan Ambarlı Limanı, içinde çalışmakta olan 4 ayrı terminalden oluşmaktadır.

Marmara Bölgesinin en büyük uluslararası çıkış kapılarından olan Ambarlı Limanının ortak alanlarının geliştirilmesi, etkili bir şekilde idaresi ve verimli çalıştırılması, terminallerin işletme faaliyetlerinde sürekliliğinin sağlanması ve geri saha hizmetleri ile destelenmesi amacıyla yüksek kapasite ve günün ihtiyaçlarını karşılayabilecek donanıma sahip teknik ekipman ve modern teknolojiler kullanılmaktadır.

Ambarlı Limanı sınırı; liman talimatnamesi içerisindeki ilgili bölümde, batıda Burnu (Enlemi 40º 59' 07" Kuzey, Boylamı 28º 32' 32" Doğu) ve Bababurnu'nun 2 mil güney

kertezindeki (Enlemi 40º 57’ 07” Kuzey boylamı 28º 32’ 32” Doğu) mevkii ile doğuda Kafedalyan burnundan (Enlemi 40º 58’ 18” Kuzey boylamı 28º 43’ 22” Doğu) mevkii arasında kalan deniz sahası olarak tanımlanmaktadır [18].

2012 ile 2016 yılları arasında Ambarlı Limanı’nda taşınmış olan araç sayılarına ait istatistiki bilgiler Şekil 3.4’de yer almaktadır [19]. 2012 yılındaki verilere göre taşınan araç sayısı yıllık 260,000 adet civarındayken, bu sayı geçen yıllarda önce düşüş göstererek 167,000 adet seviyelerini görmüş, ardından 2016 yılı itibariyle 174,000 adedi bulmuştur.



Şekil 3. 4 Ambarlı Limanı’nda taşınan araç miktarı (1,000 x adet)

3.3.2 Bandırma Limanı

Marmara Denizi’nin güneyinde bulunan Bandırma Limanı, ülkemizin sanayi ve ticaret merkezi olan İstanbul ile yine ticari anlamda çok büyük önem arz eden Güney Marmara ve Ege Bölgesi arasındaki bağlantıları sağlaması sebebiyle önemli bir konuma ve özelliğe sahiptir.

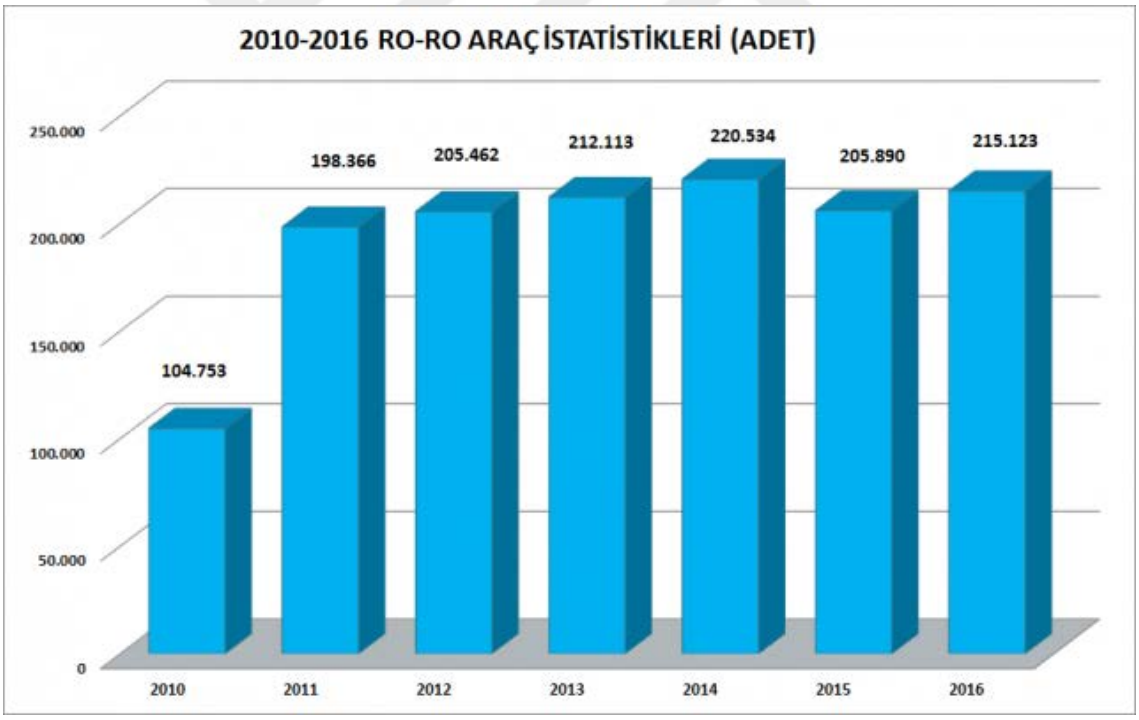
Bandırm Limanı mevkisi, 40º 21’ 45” Kuzey enlemi ve 27º 57’ 50” doğu boylamı olarak belirtilmektedir [20].

Sahip olduğu modern sistemler ile demiryolu ve karayolu bağlantılarına sahip olması özelliğinin yanında liman içerisindeki geniş depolama alanları ile ülkemizin dış ticarette en yüksek potansiyele sahip bölgeleri olan Güney Marmara, İç Anadolu ve Ege için büyük fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Mevcut alt yapısı ve işletmesi ile hizmet sunduğu kuru yük, konteyner, sıvı yük ve Ro-Ro gemilerinin yanı sıra, yapılan çalışmalar ile çok yakın konumda olduğu otomotiv ihraç merkezlerinin potansiyeli de değerlendirilerek daha yaygın şekilde hizmet vermesi planlanmaktadır.

Marmara Denizi'nde gerçekleşen kuzey-güney yönlü Ro-Ro gemi seferlerinin merkezinde yer alan Bandırma Limanı, bu önemli konumu ile İstanbul Bölgesi'nden ve Avrupa'dan, Marmara'nın güneyine ve Ege Bölgesi'ne geçmekte olan binlerce araca kullanım imkanı sağlayarak kara yolu taşımacılığının yoğunluğunu hafifletmektedir.

2010 ile 2016 yılları arasında Bandırma Limanı'nda taşınmış olan araç sayılarına ait istatistiki bilgiler Şekil 3.5'de yer almaktadır [21]. 2012 yılındaki verilere göre taşınan araç sayısı yıllık 105,000 adet civarındayken, bu sayı her geçen yıl artarak 2014 yılında 220,000 adet seviyelerini görmüş, ardından yaşanan bir düşüş ile 2016 yılı itibariyle 215,000 adedi bulmuştur.



Şekil 3. 5 Bandırma Limanı'nda taşınan araç miktarı

3.4 Analiz Yöntemi

Bu bölümde, bölüm 3.2 içerisinde bahsedilmiş olan 3 farklı grubu temsil edecek Ro-Ro gemilerinin teknik ve ekonomik verileri kullanılarak, Ambarlı – Bandırma hattı üzerinde faaliyet gösterdikleri kabulüyle birim taşıma maliyetleri hesaplanmıştır.

Taşıma maliyeti içsel ve dışsal maliyetler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İçsel maliyetleri ilk yatırım, yakıt-yağlama yağı, işletme ve bakım maliyetleri oluşturmaktadır. Dışsal maliyetler ise en genel olarak kaza maliyeti, çevre kirliliği maliyeti ve gürültü maliyeti olarak sınıflandırılmaktadır. Bu maliyetlerin toplamı, toplam taşımacılık maliyetini oluşturmaktadır. Toplam taşımacılık maliyetinin taşınabilecek yolcu ve araç sayısına bölünmesiyle birim yolcu ve araç taşıma maliyeti elde edilir (Şahin vd. [22]).

Literatürde maliyet hesaplamak için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak Bir Değere Getirilmiş Maliyet Analizi, Fayda/Maliyet Oranı Yöntemi, Gelecek Değer Yöntemi, Geri Ödeme Oranı Yöntemi verilebilir.

Fayda/Maliyet analizinin temeli, faydaların ve maliyetlerin tanımlanması, ölçülmesi ve para birimiyle ifade edilmesidir. Genellikle büyük bir yatırım kararı verilirken kullanılan bir yöntemdir (Ataç [23]).

Geri Ödeme Oranı, net karın şimdiki değerini istenilen bir sürede sıfır yapan faiz oranı olarak tanımlanabilir. Bir yatırımın geri ödeme oranını belirlemek için, farklı alternatiflerdeki yatırımları karşılaştırmak için kullanılır. Alternatif projelerden, aynı amortisman süresi için hesaplanmış geri ödeme oranı hangisinde büyükse o alternatif daha avantajlıdır (Aybars vd. [24]).

Gelecek Değer Metodu, yatırımın ömrü boyunca tüm para akışlarını gelecekteki bir referans tarihe getirir. Söz konusu bu referans tarih, genellikle yatırımın planlanan ömrünün sonudur. Bu metot yatırımların ekonomik analizlerinde pek sık kullanılmamaktadır (Aybars vd. [24]).

Bir Değere Getirilmiş Maliyet yönteminde, paranın zaman değeri dikkate alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemle, taşımacılık maliyet kalemlerinin direkt olarak toplamlarını almak yerine, bir geminin ekonomik ömrü boyunca yapmış

olduğu maliyetlerini paranın zaman değerini göz önüne alarak, yıllık taşınan yük yolcu veya araç sayısına bölümü olarak formüle edilmektedir. Bu şekilde birim maliyete ulaşılarak daha hassas değerlendirme yapılmaktadır. Bu yöntem, literatürde kullanılan diğer bir yöntem olup, mühendislik ekonomisi hesaplamalarında sıkça tercih edilmektedir. Ulaştırma modellerine de oldukça uygundur. Taşımacılık maliyetini oluşturan maliyet kalemlerinin bir değere getirilerek birim yük, birim yolcu veya birim araç başına maliyet hesaplanarak taşıma türü veya taşıma aracı seçiminde tercih belirlemeyi olası kılmaktadır.

Gemi işletilmeye başladığı tarihten ömrünün sonuna kadar yapılan tüm masraflar farklı tarih ve miktarlarda yapılmaktadır, ayrıca taşınabilecek yolcu sayısı da yıldan yıla değişebilir (Yılmaz vd. [25]). Yukarıdaki diğer metotlar incelendiğinde ve maliyetin daha gerçekçi olarak belirlenebilmesi amacıyla "Bir Değere Getirilmiş Maliyet (Levelised Cost) Metodu"nun hesaplamalarda kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır (Aybars vd. [24]; Şahin vd. [22]).

Yöntem tüm ulaştırma türleri için genelleştirilmiş ve kolaylıkla uygulanabilecek bir değere getirilmiş birim yük başına yatırım (Uc) ($/Ton veya $/Yolcu) (2.1), işletme-bakım (Um) ($/Ton veya $/Yolcu) (2.2), yakıt (Uf) ($/Ton veya $/Yolcu) (2.3) ve dışsal maliyetler (Uex) ($/Ton veya $/Yolcu) (2.4) tekno-ekonomik ve işletme parametrelere bağlı olarak sırasıyla aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Şahin vd. [22]).

Birim yük/yolcu başına yatırım maliyeti:

$$U_c = \frac{\left\{\sum_{t=1}^{n} I_c\left[(1-\frac{t-1}{n})i+\frac{1}{n}\right](1+r)^{-t}\right\}\left[2L+V_s Z_{sa}\right]}{2(Y_k Y_d+\alpha A_k A_d)V_s(8760-Z_{bt}-Z_{bk})\sum_{t=1}^{n}(1+r)^{-t}}) \tag{2.1}$$

Birim yük/yolcu başına işletme-bakım maliyeti:

$$U_m = \frac{\left\{\sum_{t=1}^{n}\left[c_{mo}(1+e_m)^t+(sI_c(1-\frac{t}{n}))\left(1+e_s\right)^t\right](1+r)^{-t}\right\}\left[2L+V_s Z_{sa}\right]}{2(Y_k Y_d+\alpha A_k A_d)V_s(8760-Z_{bt}-Z_{bk})\sum_{t=1}^{n}(1+r)^{-t}} \tag{2.2}$$

Birim yük/yolcu başına yakıt ve yağlama yağı maliyeti:

$$U_f = \frac{\left[B_f P_f + B_o P_o\right] L \sum_{t=1}^{n}\left[(1+e_f)^t (1+r)^{-t}\right]}{(Y_k Y_d + \alpha A_k A_d)\left[\sum_{t=1}^{n}\left[(1+r)^{-t}\right]\right]} \quad (2.3)$$

Birim yük/yolcu başına dışsal maliyet:

$$U_{ex} = \frac{(c_{ac} + c_p + c_n) L \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{1+e_x}{1+r}\right)^t}{(1+e_x)\sum_{t=1}^{n}\left[(1+r)^{-t}\right]}\left(\frac{Y_d^*}{Y_d}\right) \quad (2.4)$$

Birim yük veya birim yolcu başına taşıma maliyeti UT = Uc + Um + Uf + Uex ($/Ton veya $/Yolcu) ve spesifik maliyet ise UL = UT / L ($/Ton.km veya $/Yolcu.km) olmaktadır.

3.5 Analiz Uygulaması

İşletmede kullanılan ve çalışmamızda 3 farklı gruba ayrılmış olan gemilerin güncel temel teknik verileri Çizelge 3.1'de ve analiz içerisinde kullanılacak olan ekonomik verileri Çizelge 3.2'de paylaşılmıştır. Bu veriler Marmara Denizi'nde faaliyet göstermekte olan Ro-Ro gemilerinin özellikleri incelenerek belirlenmiştir.

Çizelge 3. 1 Gemi gruplarına ait teknik veriler

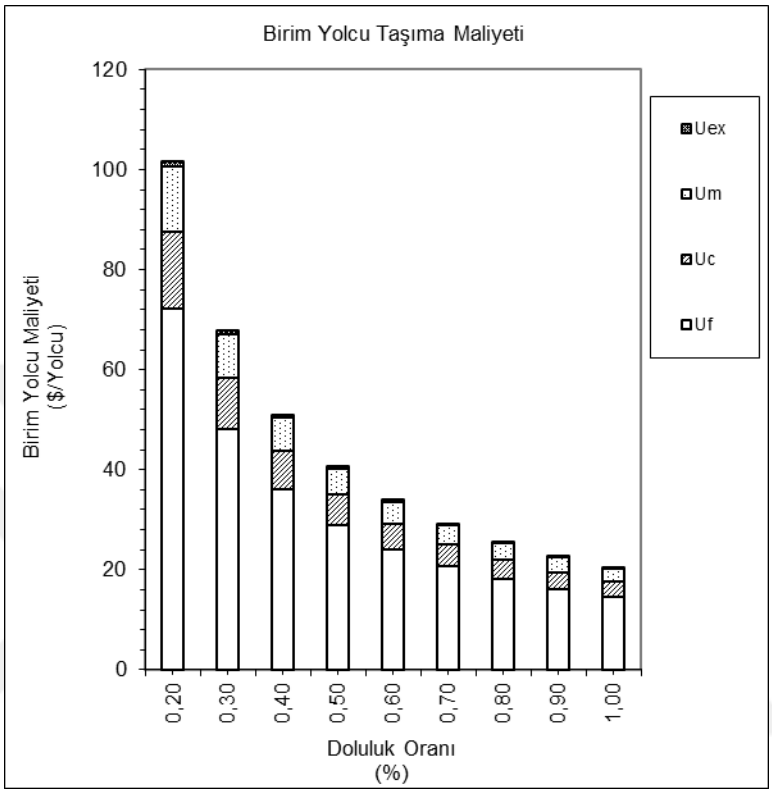
Teknik Özellik	**Grup 1**	**Grup 2**	**Grup 3**
Gemi Boyu (m)	94	110	101
Gemi Hızı (kts)	12.5	15.0	11
Taşıma Kapasitesi (Tır)	54	60	52
Ana Makine	2 x 2200 kW (@90MCR)	1 x 6000 kW (@90MCR)	2 x 1800 kW (@90MCR)
Gemi Tipi	Monohull	Monohull	Double Ended Monohull

Çizelge 3. 2 Gemi gruplarına ait ekonomik veriler

Tanım	Sembol	Birim	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
İlk Yatırım Bedeli	I_c	$	9,500,000.00	10,500,000.00	7,000,000.00
Gemi Ömrü (Yıl)	n	yıl	20.00	20.00	20.00
Sigorta Yüzdesi (%Ic)	s	$	0.0116	0.0105	0.0157
Servis Hızı	V_S	km/h	23.34	27.78	22.22
Yolcu Kapasitesi	Y_K	kişi	200.00	400.00	399.00
Kalkıştaki manevra süresi	Z_k	saat	0.17	0.17	0.08
Varıştaki manevra süresi	Z_v	saat	0.17	0.17	0.08
Yıllık Bakım-Tutum Süresi	Z_{bt}	saat	504.00	672.00	504.00
Günlük İşletme Dışı Kalma Süresi	Z_{bk}	saat	8.00	9.5	9.00
km Başına Yakıt Sarfiyatı (Ana+Yard.)	B_f	litre/km	37.08	44.50	33.40
km Başına Yağ Sarfiyatı (Ana+Yard.)	B_o	litre/km	0.25	0.30	0.20
Yakıt Fiyatı (Şubat 2018)	P_f	$/litre	0.80	0.80	0.80
Yağ Fiyatı (Şubat 2018)	P_o	$/litre	4.70	4.70	4.70
Yıllık İşletme-Bakım Masrafları	C_{mo}	$/Yıl	600,000	450,000	350,000
Faiz Oranı	i		0.08	0.08	0.08
İskonto Oranı	r		0.10	0.10	0.10
İşletme-Bakım için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu	e_m		0.03	0.03	0.03
Yakıt için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu	e_f		0.05	0.05	0.05
Sigorta eskalasyon	e_s		0.03	0.03	0.03
Dışsal maliyet eskalasyonu	e_x		0.03	0.03	0.03
Hat Uzunluğu	L	km	96.3	96.3	96.3
Sefer arası bekleme süresi	Z_{sa}	saat	2.00	2.00	1.00
Yıllık Sefer Sayısı	S_s		520	517	514
Yıllık Taşınabilecek Yolcu Sayısı	Y_s	Yolcu/Yıl	145,736	289,653	287,220
Araç Kapasitesi	A_K	Tır	54	60	52
Araç Yolcu Eşdeğerlik Katsayısı (Alfa)	α		2	2	2
Spesifik kaza maliyeti	c_{ac}	$/yolcu-km	1.24E-04	1.24E-04	1.24E-04
Spesifik emisyon maliyeti	c_p	$/yolcu-km	2.48E-03	2.48E-03	2.48E-03
Spesifik gürültü maliyeti	c_n	$/yolcu-km	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

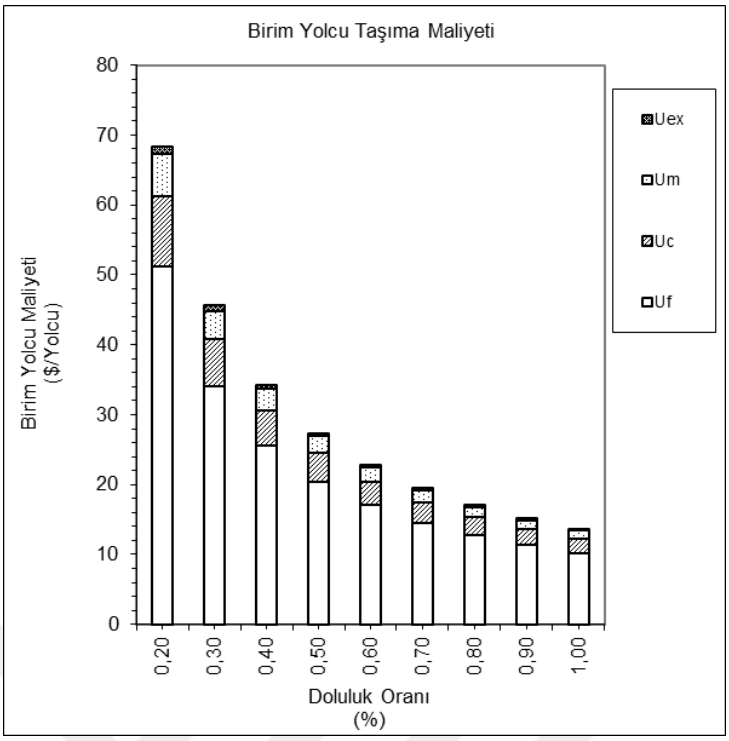
Yapılan analizde gemilerin seyir esnasındaki maliyetlerinin aynı oranda değerlendirilebilmesi amacıyla günlük sefer sayısı 3, araç eşdeğerlik katsayısı değeri ise 2 olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 içerisinde paylaşılan veriler ekonomik maliyet analizleri için kullanılarak, hesap sonucunda elde edilen birim yolcu maliyeti ve bu maliyetin doluluk oranına bağlı değişimi her grup için ayrı olarak Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de paylaşılmıştır.



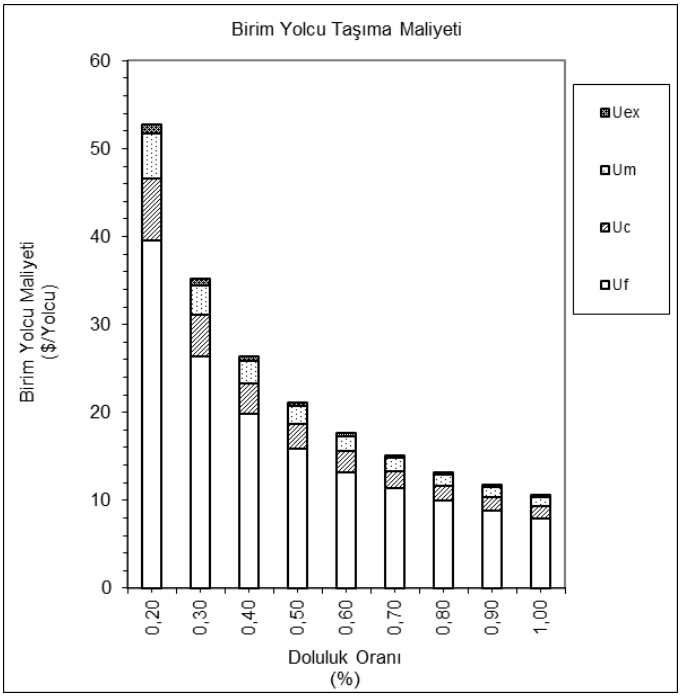
Şekil 3. 6 Grup-1 Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti

Grup-1 içerisinde yer alan örnek gemiye ait hesap sonuçları Şekil 3.6'da grafik olarak paylaşılmıştır. %20 doluluk oranında yaklaşık 102$/yolcu olan birim yolcu maliyeti, %50 doluluk oranında yaklaşık 42$/yolcu, %100 doluluk oranında ise yaklaşık 22$/yolcu olmaktadır.



Şekil 3. 7 Grup-2 Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti

Grup-2 içerisinde yer alan örnek gemiye ait hesap sonuçları Şekil 3.7'de grafik olarak paylaşılmıştır. %20 doluluk oranında yaklaşık 68$/yolcu olan birim yolcu maliyeti, %50 doluluk oranında yaklaşık 28$/yolcu, %100 doluluk oranında ise yaklaşık 14$/yolcu olmaktadır.



Şekil 3. 8 Grup-3 Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti

Grup-3 içerisinde yer alan örnek gemiye ait hesap sonuçları Şekil 3.8'de grafik olarak paylaşılmıştır. %20 doluluk oranında yaklaşık 55$/yolcu olan birim yolcu maliyeti, %50 doluluk oranında yaklaşık 22$/yolcu, %100 doluluk oranında ise yaklaşık 12$/yolcu olmaktadır.

Gruplar arasındaki makine güç değerleri dolayısıyla yakıt harcam değerleri, seyir süratleri ve seferler arası bekleme süreleri dolayısıyla günlük ve yıllık sefer sayıları gibi farklılıklar, birim yolcu maliyetinde farklılıklar oluşmasına sebep olmuştur. Bu nedenle, bu bölüm kapsamında yapılan varsayımlar çerçevesinde, birim taşıma maliyeti ile ilgili en ekonomik değerler Grup-3 için elde edilirken, Grup-1 en yüksek grup olmuştur.

Grup-3 gemiler, yeni inşa edilmiş gemiler olup, yaşları daha küçük, işletme şartları açısından diğer gemilere oranla daha iyi özelliklere sahip olmalarından ötürü, yıllık bakım-tutum masrafları ve yakıt sarfiyatları en düşük olan gemi tipidir. Yakıt maliyetinin birim yolcu taşıma maliyetine etkisi burada da açıkça görülmüştür.

Her 3 gruba ait hesaplama sonuçları incelendiğinde, birim yolcu maliyeti içerisinde en büyük yüzdeyi yakıt maliyeti alırken, en düşük yüzde dilimi ise dışsal maliyetin olmaktadır. Tüm gruplar için birim yolcu taşıma maliyeti, doluluk oranının düşük olduğu bölümlerde oran arttıkça hızlı bir şekilde, doluluk oranının yüksek olduğu bölümlerde ise oran arttıkça daha yavaş bir şekilde azalmaktadır.

BÖLÜM 4

ALTERNATİF TASARIM

4.1 Alternatif Tasarım Amacı

Birçok araştırmada farklı taşıma sistemleri maliyet açısından karşılaştırılmış, bunların tamamına yakınında denizyolu taşımacılığının en ekonomik taşımacılık türü olduğu ortaya konulmuştur [26].

Fakat son yıllarda bu alandaki talebin artması ve müşteri beklentisinin yükselmesi sebebiyle bu hatlarda çalışan teknelerin ihtiyacı karşılamakta yetersiz kaldığı düşünülmektedir.

Bu bölüm içerisinde, ülkemizdeki bu ihtiyacı karşılamak ve hızlı seyir yapabilen, güçlü stabilite ve kuvvetli denizcilik yeteneğine sahip, taşıma kapasitesi ana güverte genişliği ile arttırılmış özgün bir tasarım gerçekleştirerek kısa mesafelerde deniz taşımacılığını ülkemizde mevcut durumun çok daha ötesine taşıyacak platformlar için temel oluşturacak konsept tasarım verileri paylaşılması hedeflenmiştir.

Geliştirilecek olan Ro-Ro gemisinin denizcilik sektöründe lider olan yurt dışı firmalarla kıyaslanabilir seviyede ve belirlenen teknik özellikleri karşılayabilecek yetkinliğe sahip olacak konsept tasarım alt yapısını barındırması hedeflenmiştir.

4.2 Yenilikçi Yönler

Çalışma kapsamında trimaran tekne formu baz alınarak, bu formdan farklı olarak sintine dönümünden sonra dışa doğru genişleyerek ana güverte seviyesinden önce gemi genişliğine ulaşan ve bu sayede taşıma kapasitesi arttırılmış bir tasarım

gerçekleştirilecektir. Bu tasarımın teknik anlamda getirmesi hedeflenen yenilikler aşağıda sıralanmıştır :

- Yüksek hız
- Geniş güverte alanı
- Performansa karşılık uygun yakıt sarfiyatı
- Gemi stabilitesinin güçlü olması

Konsept tasarımı gerçekleştirilecek Ro-Ro gemisinde;

Kanatçıkların ana güvertenin bordası ile birleşecek şekilde tasarlanması; geniş güverte alanı sağlamasının yanında gemi stabilitesini de güçlendirerek daha modern, konforlu ve güvenli bir deniz seyrine imkan tanıyacaktır. Güverte alanının genişlemesi ile birlikte aynı boyutlardaki gemilere kıyasla daha fazla araç taşıma kapasitesine sahip olacaktır.

Yüzme su hattı altında kalan tekne formunun narin bir yapıda tasarlanması sonucu sürtünme direnç değerleri düşürülebilecektir. Bu düşüş sayesinde şu anda kullanımda olan gemilere kıyasla çok daha yüksek hızlara ulaşabilecektir. Bu yenilik sayesinde denizyolu ulaşımını sağlayan servisteki diğer gemilere kıyasla sefer sürelerinin daha kısa olması sağlanacaktır. Belirli bir sürede diğer gemilere göre daha fazla sefer gerçekleştirebilecektir.

Özgün tasarımı sayesinde daha düşük makine güçlerinde daha yüksek hızlara ulaşabilmesi diğer gemilere kıyasla daha az yakıt harcamasına olanak sağlayacaktır. Bu sayede daha çevreci bir denizyolu ulaşımını mümkün kılacaktır.

4.3 Ekonomik Kazanım Hedefleri

Geliştirilecek olan hızlı, güçlü stabilite yeteneğine ve geniş ana güverte alanı ile yüksek taşıma kapasitesine sahip gemi formu tasarımının hem pazardaki yaşlı gemilerin yerine geçecek şekilde filo yenilenmesi ihtiyacını karşılayacağı hem de Ro-Ro filosuna yeni gemilerin eklenerek pazarın büyümesine öncülük edeceği düşünülmektedir.

Bu sayede kara yolu taşımacılığının getirdiği trafik sıkışıklığı, sınır geçişlerinde yaşanan sorunlar, kara yolu vergilendirmesi ve gümrük kısıtlamaları gibi sorunların aşılması

planlanmaktadır. Daha sürdürülebilir bir ulaşım sağlanarak kara yolu taşımacılığına olan bağlılık azaltılarak ulusal kazanım sağlanacaktır.

4.4 Teknik Ön Fizibilite Özet Bulguları

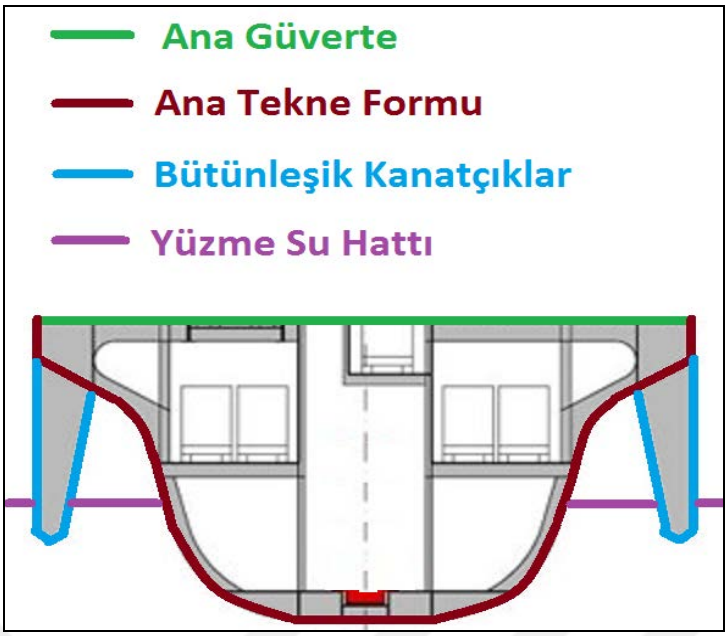
Ana tekne gövdesi ile bütünleşik kanatçıklar yardımıyla elde edilecek Ro-Ro gemisi formunun, aslında genel anlamıyla Trimaran (Üç Gövdeli) tekne formu ailesine dâhil olduğu söylenebilir. Farklılığı oluşturan ise:

Trimaran tekne formunda genellikle ortada bir ana tekne ve iskele sancak birer adet teknecik bulunur. Bunlar bir birlerine bağlanırken, ana güverte yapısı bir köprü gibi kullanırlar. Bu formun incelenebileceği örnek yapı Şekil 4.1'de yer almaktadır.



Şekil 4. 1 Mevcut trimaran tekne form örneği

Bizim projemizde üreteceğimiz formda ise ortada yer alan ana tekne, sintine dönümünden sonra dışa doğru genişleyerek Ana Güverte seviyesinden önce gemi genişliğine ulaşmaktadır. İskele sancaktaki kanatçıklar da bu ana teknenin bordası ile bütünleşmektedir. Bu formun incelenebileceği örnek yapı Şekil 4.2'de yer almaktadır.



Şekil 4. 2 Projede ulaşılması hedeflenen trimaran tekne formu

Ana tekne gövdesi ve bütünleşik kanatçıklardan oluşan bu formun tercih edildiği gemi tipleri yelkenliler, araç ve yolcu taşıyan Ro-Ro ve feribotlar ile askeri gemilerdir. Yüzme su hattı altında kalan tekne formunun narin olması ve düşük sürtünme nedeniyle yüksek hızlara ulaşılabilmektedir. Bunun yanı sıra su hattı üzerinde ana güverte seviyesinde geniş güverte alanı sağlamaktadır.

4.5 Önerilen Konsept Tasarımın Benzerleri ile Kıyaslanması

Projenin odak noktasını oluşturan yakın kıyısal (50-100 mil) sefer bölgesinde çalışan Ro-Ro gemilerini Bölüm 3.2'de de belirtildiği üzere 3 grupta toplamak mümkündür. Tekrar özetlemek gerekirse;

Grup-1) Dizayn ve inşası farklı amaçlarda kullanılmak üzere yapılmış ve uzun süredir kullanımda olan, yeni ihtiyaçlara cevap verebilmesi amacıyla ana boyutlarında değişiklik yapılarak yeni hatlarda araç ve yolcu taşıma hizmetinde kullanılan gemiler.

Grup-2) Daha önce hizmet verdikleri bölgenin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, o bölge müşterisinin taleplerine uygun dizayn ve inşa edilmişi, ardından yurt dışından satın alınarak ülkemiz denizlerinde ulaşım ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılamasa bile hizmet vermesi amacıyla kullanılan gemiler.

Grup-3) Diğer grup gemilere nazaran yerel ihtiyaçlara daha çok uyumlu olan, ancak alışılagelmiş kalıp dizaynların ötesine çıkmadan yeni inşa ve gemi formu olarak arabalı feribotların tasarımına sahip gemiler.

Ülkemizde bir çok alanda kullanıma sokulmuş olan deplasman tipi tek gövdeli gemiler denizcilik özellikleri bakımından zayıf gemilerdir. Katamaran, trimaran ve pentamaran tipi gemilerin hız, konfor ve ülkemiz deniz koşullarına dayanım konusunda daha avantajlı olduğu değerlendirilmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda ülkemizde yakın kıyısal sefer bölgelerinde kullanılmakta olan üç gemi grubunun da deplasman tip tek gövdeli gemi özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bütünleşik kanatçıklardan oluşan stabilite yeteneği arttırılmış form tipi, Ro-Ro gemi tipi için çok uygundur. Yüzme su hattının altında kalan ana formun narin oluşu ve sürtünmenin azalması ile yüksek hızlara çıkabilmektedir. Böylelikle yukarıda belirtilen gruplara göre yakıt tasarrufu ve emisyon azaltılması açısından önemli üstünlükleri bulunmaktadır. Narin tekne yapısına rağmen, bütünleşik kanatlar sayesinde arttırılmış güverte alanına sahip olunmasıyla beraber, mevcut gemilere kıyasla güvertesinde daha fazla taşıt taşıma kapasitesine sahip olması kaçınılmazdır. Deniz koşullarının elverişsiz olduğu durumlarda, tekne formlarının yetersizliğinden kaynaklanan sefer iptalleri de göz önünde bulundurulduğunda, bütünleşik kanatçıkların stabilite yeteneğini arttıracağı ve bu sorunu da çözeceği beklenmektedir.

4.6 Tekne Tipi ve Boyutlarının Belirlenmesi

Bu bölümün başında belirtildiği üzere, çalışma içerisinde alternatif olarak sunulması planlı tasarım, trimaran yapıda olacaktır. Mevcut gemi yapılarına alternatif oluşturabilmesi ve ulaşılması hedeflenen avantajları nedeniyle bu formda bir tasarım çalışması yapılması kararlaştırılmıştır.

Ro-Ro işletme firmaları ile yapılan görüşmeler ve dizayn firması tecrübeleri [27] ile bugüne kadar veri oluşturmuş genel talepler şu şekilde sıralanabilir;

- Üst binanın kıç tarafta olması
- Sadece kıçtan yükleme ve boşaltma yapabiliyor olması

- Çift makineye sahip olması
- Manevra kabiliyeti için baş enine iticiye sahip olması
- 2 tırın aynı anda girmesine imkan sağlayacak bir kıç rampa/kapak olması

Bu genel istekler değerlendirilerek genel planın ekipman dağılımı ve donanımı konusunda hazırlık yapılmıştır.

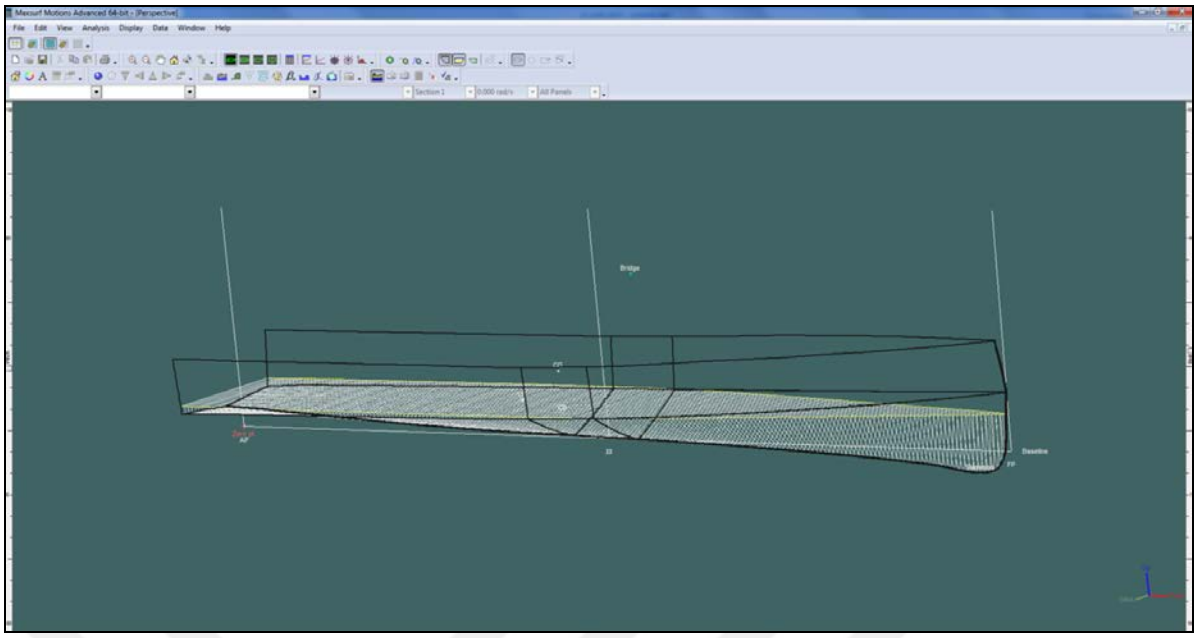
Tekne boyutlarının belirlenmesi için Bölüm 3 içerisinde ele alınan 3 farklı gruptaki gemiler incelenmiş, yapılan maliyet analizlerinin kıyaslanabilmesi amacıyla benzer boyutlar örnek olarak alınmıştır. Analizleri yapılan mevcut teknelerin sahip olduğu 94m, 110m ve 101m'lik gemi boylar değerlendirilerek çalışmanın 110m gemi boyu ile sürdürülmesi kararlaştırılmıştır. Tekne genişliği için, trimaran yapının form avantajı kullanılarak örneklere göre daha geniş bir ana güverte ve buna bağlı olarak daha fazla araç yükleme kapasitesi sağlanması amaçlanmıştır. Trimaran tekne formu üzerindeki çalışmalar sonucu elde edilen gemi genişlik değeri 26.4m olmuştur.

Elde edilmesi planlı Ro-Ro gemisine ait ana boyutlar şu şekildedir;

- Boy : 110.00 m
- Genişlik : 26.40 m
- Yükseklik : 6.50 m

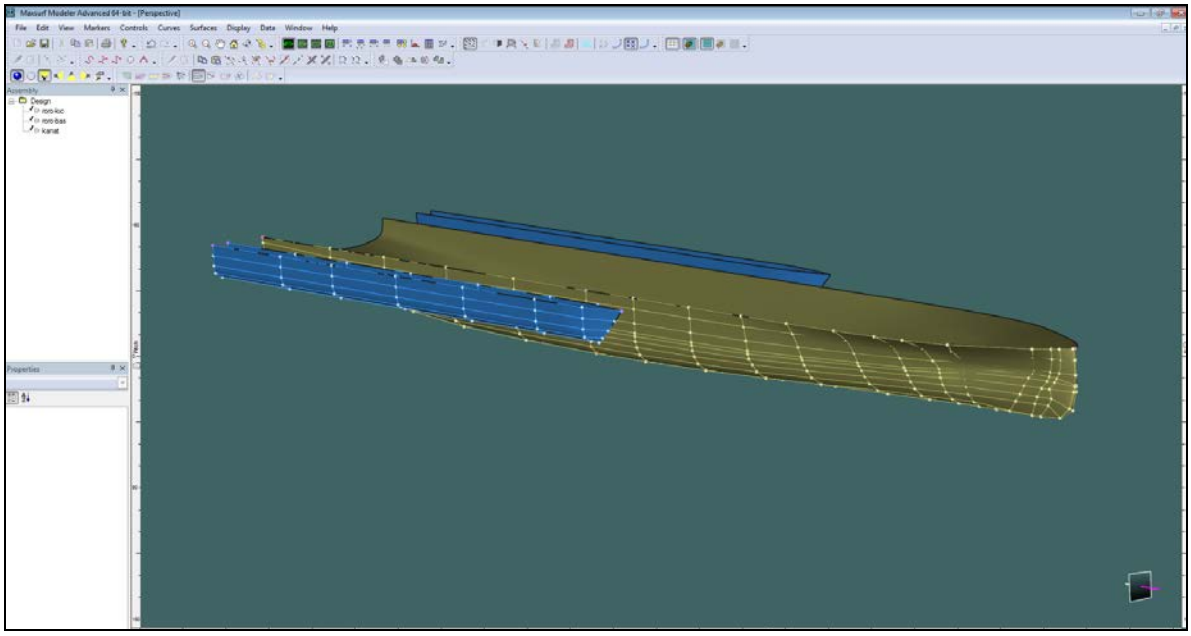
4.7 Tekne Formunun Oluşturulması

Tekne formunun oluşturulması sürecindeki ilk çalışmalar denizcilik sektöründe yaygın olarak kullanılan Maxsurf programının Maxsurf Modeler modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Form yapısının istenilen düzeye getirilmesinin ardından yine Maxsurf programın bir diğer modülü olan Stability içerisinde hazırlanan forma ait hidrostatik değerlerin uygunluğu kontrol edilmiştir. Genel tekne formunun çalışıldığı bu dönemde tekne baş yapısı, yüksek denizcilik özelliklerine sahip olabilmesi amacıyla daha önce belirli analiz ve deneyleri yapılan Seft Dizayn firmasına ait XEFT formu [27] temel alınarak oluşturulmuştur. Baş form yapısının oluşturulması ile ilgili çalışmaya ait görüntü Şekil 4.3'te paylaşılmıştır.



Şekil 4. 3 Tekne baş form yapısının oluşturulması

Elde edilen baş formu, çalışma içerisinde ulaşılması hedeflenen trimaran yapıya sahip Ro-Ro gemisine uygun olacak şekilde değiştirilerek hem yüksek stabilite performansı hem de geniş ana güverte ile yüksek taşıma kapasitesin elde edilmeye çalışılmıştır. Ana tekne formu ile birleştirilen kanatçıkların optimize edilme sürecine ait model görünümü Şekil 4.4, nihai su altı formuna ait model görünümü ise Şekil 4.5'te yer almaktadır.



Şekil 4. 4 Ana tekne formu ile birleştirilecek kanatçıkların modellenmesi

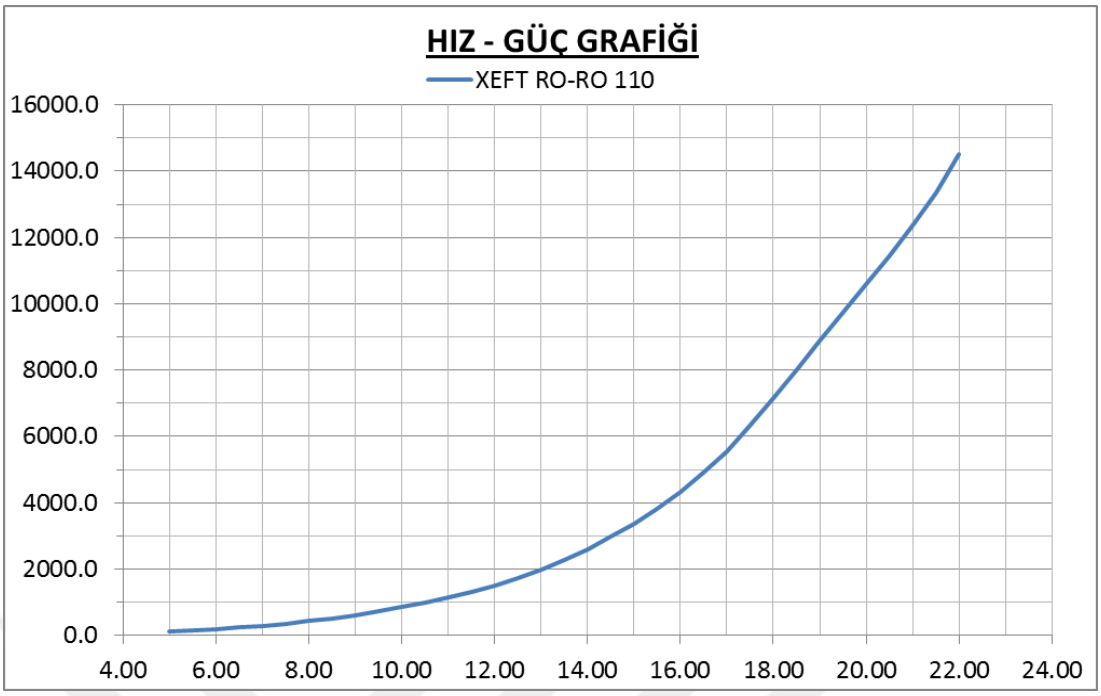


Şekil 4. 5 Sualtı formu model görünümü

Tekne formunun oluşturulmasının ve hidrostatik değerlerin kontrol edilmesinin ardından temel program olarak kullanılan Maxsurf'ün Resistance modülü içerisinde hazırlanan modelin hız-güç değerleri kontrol edilerek uygun güç değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen formun endaze planı EK-A'da, hız-güç değer tablosu ise EK-B'de verilmiştir.

4.8 Tasarım Hız-Güç İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Bölüm 4.7 içerisinde aşamaları belirtilen gemi formunun oluşturulmasının ardından kontrol edilen hız-güç değerlerinin yer aldığı grafik değerleri Şekil 4.6'da paylaşılmıştır.



Şekil 4. 6 Hız-Güç grafiği

Elde edilen hız-güç değerleri yorumlanarak, 17 knots hız değeri için "optimum tasarım" ve 20 knots hız değeri için "maksimum hızda tasarım" olmak üzere iki farklı ana makine kombinasyonu üzerinden gerçekleştirilecek çalışma ile her iki tasarıma ait maliyet analizi yapılması kararlaştırılmıştır.

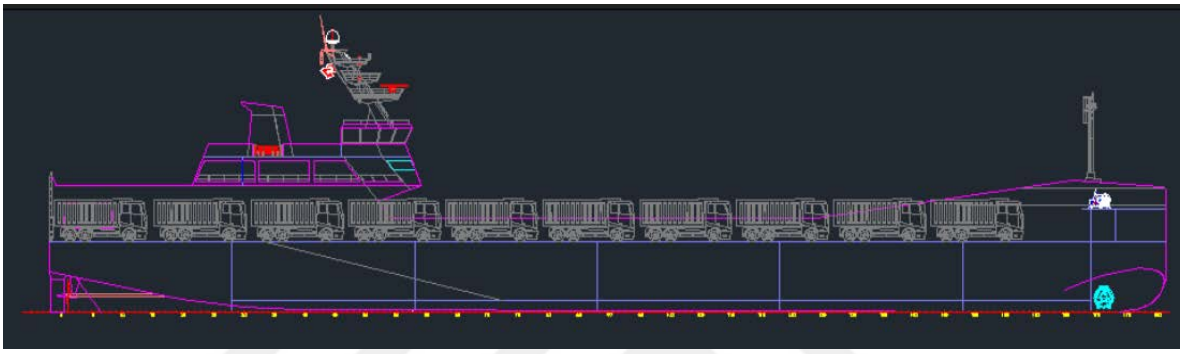
Her iki tasarım için seçilen makine güç değerleri Çizelge 4.1 içerisinde özetlenmiştir.

Çizelge 4. 1 İki farklı tasarıma ait teknik bilgiler

Teknik Özellik	**Optimum Tasarım**	**Maksimum Hızda Tasarım**
Gemi Boyu (m)	110	110
Gemi Hızı (kts)	17	20
Taşıma Kapasitesi (Tır)	73	73
Ana Makine	2 x 3500 kW (@90MCR)	2 x 6000 kW (@90MCR)

4.9 Genel Planın Oluşturulması

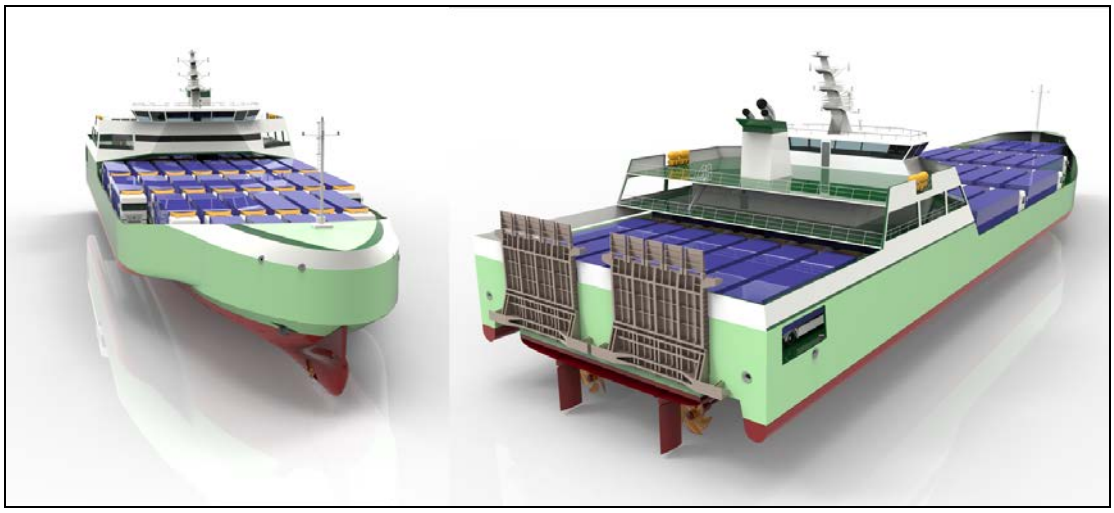
Üst bina ve ana güverte seviyesindeki araç platformu yerleşimi çalışılırken uygun bütçeli inşa edilebilirlik göz önünde bulundurulmuştur. Bölüm 4.6'da sıralanan genel talepleri karşılayacak şekilde binanın kıç tarafta olduğu, iki tırın aynı anda gemiye yükleme/boşaltma yapabileceği şekilde planlama yapılarak, açık ve kapalı alanlarda toplam 400 yolcu kapasiteli olacak bir yerleşim planı çalışılmıştır. Yerleşim planı ile ilgili profil görünüm Şekil 4.7'de gösterilmektedir. Alternatif boyutlardaki taşıtlara yönelik olarak hazırlanan ana güverte planları ve profil görünümü EK-C'de verilmiştir.



Şekil 4. 7 Profil görünüm

4.10 3 Boyutlu Gemi Modelinin Oluşturulması

Elde edilen gemi formu ve forma uygun şekilde ihtiyaçları karşılayacak şekilde tasarlanan yerleşim çalışmalarının ardından, 3 boyutlu model programı olan Rhino kullanılarak Şekil 4.8'de paylaşılan katı modeller elde edilmiştir. Farklı açılardan alınmış diğer 3 boyutlu model görünümleri EK-D'de verilmiştir.



Şekil 4. 8 3 Boyutlu model görünümleri

4.11 Alternatif Tasarım için Maliyet Analizi

Çalışmanın bu bölümünde, Bölüm 3 içerisinde genel bilgileri verilerek maliyet analiz sonuçları paylaşılmış olan gemilere alternatif olması hedeflenen, 17 knots hız değerine sahip "optimum tasarım" ile 20 knots hız değerine sahip "maksimum hızda tasarım" gemileri için benzer seyir hattı baz alınarak taşıma maliyet analizi yapılmıştır.

Maliyet analizi yöntemi olarak, değerlendirme ve kıyaslamaların sağlıklı yapılabilmesi amacıyla yine "Bir değere getirilmiş maliyet" modeli kullanılmıştır.

Her iki alternatif tasarım için gerçekleştirilecek analiz içerisinde kullanılacak olan ekonomik veriler Çizelge 4.2'de paylaşılmıştır. Bakım tutum, işletme masrafları ve diğer değerlerin bir bölümü Marmara Denizi'nde faaliyet göstermekte olan Ro-Ro gemilerinin özellikleri incelenerek belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2 Gemi gruplarına ait ekonomik veriler

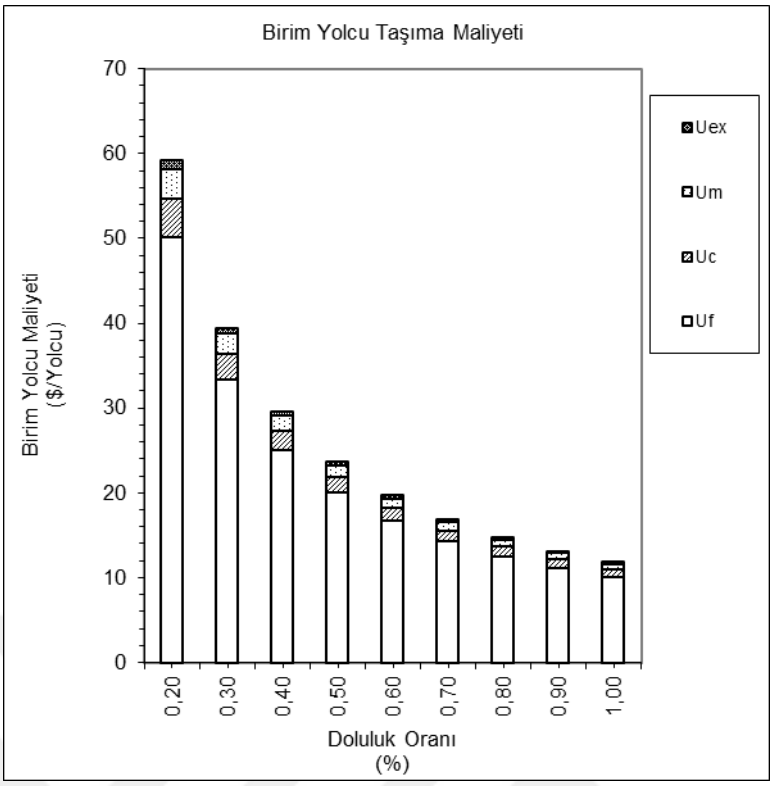
Tanım	Sembol	Birim	Optimum Tasarım	Maksimum Hızda Tasarım
İlk Yatırım Bedeli	I_c	$	7,750,000.00	8,500,000.00
Gemi Ömrü (Yıl)	n	yıl	40.00	40.00
Sigorta Yüzdesi (%Ic)	s	$	0.0142	0.0129
Servis Hızı	V_S	km/h	31.48	37.04
Yolcu Kapasitesi	Y_K	kişi	400.00	400.00
Kalkıştaki manevra süresi	Z_k	saat	0.08	0.08
Varıştaki manevra süresi	Z_v	saat	0.08	0.08
Yıllık Bakım-Tutum Süresi	Z_{bt}	saat	504.00	504.00
Günlük İşletme Dışı Kalma Süresi	Z_{bk}	saat	8.60	7.10
km Başına Yakıt Sarfiyatı (Ana+Yard.)	B_f	litre/km	45.80	66.8
km Başına Yağ Sarfiyatı (Ana+Yard.)	B_o	litre/km	0.30	0.40
Yakıt Fiyatı (Şubat 2018)	P_f	$/litre	0.80	0.80
Yağ Fiyatı (Şubat 2018)	P_o	$/litre	4.70	4.70
Yıllık İşletme-Bakım Masrafları	C_{mo}	$/Yıl	350,000	350,000
Faiz Oranı	i		0.08	0.08
İskonto Oranı	r		0.10	0.10
İşletme-Bakım için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu	e_m		0.03	0.03
Yakıt için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu	e_f		0.05	0.05

Çizelge 4. 2 Gemi gruplarına ait ekonomik veriler (Devamı)

Tanım	Sembol	Birim	Optimum Tasarım	Maksimum Hızda Tasarım
Sigorta eskalasyon	e_s		0.03	0.03
Dışsal maliyet eskalasyonu	e_x		0.03	0.03
Hat Uzunluğu	L	km	96.3	96.3
Sefer arası bekleme süresi	Z_{sa}	saat	1.00	1.00
Yıllık Sefer Sayısı	S_s		719	914
Yıllık Taşınabilecek Yolcu Sayısı	Y_s	Yolcu/Yıl	402,608	511.650
Araç Kapasitesi	A_K	Tır	73	73
Araç Yolcu Eşdeğerlik Katsayısı (Alfa)	α		2	2
Spesifik kaza maliyeti	c_{ac}	$/yolcu-km	1.24E-04	1.24E-04
Spesifik emisyon maliyeti	c_p	$/yolcu-km	2.48E-03	2.48E-03
Spesifik gürültü maliyeti	c_n	$/yolcu-km	0.00E+00	0.00E+00

Yapılan analizde gemilerin seyir süratleri dikkate alınarak, Bölüm 3 içerisinde değerlendirilen 3 farklı gemi grubu ile benzer "günlük işletme dışı kalma süresi" kullanılabilmesi daha sağlıklı mukayese edilebilmesi amacıyla günlük sefer sayısı 4 ve 5, araç eşdeğerlik katsayısı değeri ise yine 2 olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 içerisinde paylaşılan veriler ekonomik maliyet analizleri için kullanılarak, hesap sonucunda elde edilen birim yolcu maliyeti ve bu maliyetin doluluk oranına bağlı değişimi her iki alternatif için ayrı olarak Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da paylaşılmıştır.



Şekil 4. 9 Optimum tasarım Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti

17 knots sürate sahip olan "Optimum Tasarım" çalışmasına ait hesap sonuçları Şekil 4.9'da grafik olarak paylaşılmıştır. %20 doluluk oranında yaklaşık 59$/yolcu olan birim yolcu maliyeti, %50 doluluk oranında yaklaşık 23$/yolcu, %100 doluluk oranında ise yaklaşık 12$/yolcu olmaktadır.

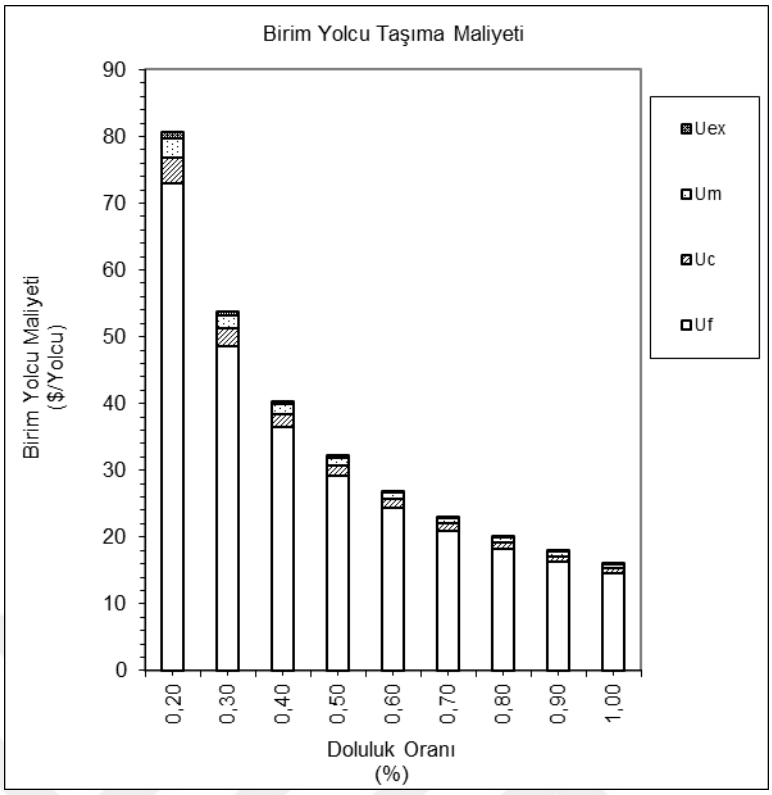
Şekil 4.9'da grafik olarak gösterilen birim yolcu maliyetinin oluşumunda etken olan maliyet tiplerinin doluluk oranına bağlı değişimi Çizelge 4.3'te yer almaktadır.

Çizelge 4. 3 Birim yolcu maliyet türlerinin doluluk oranına bağlı değişimi (17 knots)

Kd	Uc	Uf	Um	Uex	UT ($/yolcu)
0.2	4.540	50.125	3.519	1.079	**59.26**
0.3	3.027	33.417	2.346	0.719	**39.51**
0.4	2.270	25.063	1.759	0.539	**29.63**
0.5	1.816	20.050	1.407	0.432	**23.71**
0.6	1.513	16.708	1.173	0.360	**19.75**
0.7	1.297	14.321	1.005	0.308	**16.93**
0.8	1.135	12.531	0.880	0.270	**14.82**
0.9	1.009	11.139	0.782	0.240	**13.17**
1	0.908	10.025	0.704	0.216	**11.85**

Optimum tasarım olarak değerlendirilen Ro-Ro gemisi, Grup-2 gemi tipine kıyasla Ambarlı-Bandırma hattındaki seyrini 25 dakika daha kısa sürede tamamlamaktadır. Kilometre başına yakıt sarfiyat değerleri birbirlerine çok yakın olan bu iki tipin birim yolcu maliyeti karşılaştırmasında %50 doluluk oranında optimum tasarım yaklaşık 5$ daha ucuz iken bu değer %100 dolulukta 2$'a denk gelmektedir. Hem seyir süresindeki kısalma hem de taşıma kapasitesindeki yaklaşık %22'lik artış ile birlikte birim yolcu maliyetindeki ucuzlamanın, armatör firmaya tasarım taleplerini karşılayacak bir dönüş sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Optimum tasarım çalışmasının, Grup-3 gemi tipi ile olan mukayesesinde seyir hattının yaklaşık 1 saat 20 dakika daha önce tamamlanıyor olması, armatör firmaya ekstra bir sefer yapma imkanı tanımaktadır. Birim yolcu maliyeti karşılaştırmasında optimum tasarım çalışması %20 doluluk oranında yaklaşık 4$ daha masraflı gözükse de, %50 doluluk oranında bu farkı 1$'a indirerek %100 doluluk oranında yaklaşık 12$ ile aynı birim maliyete ulaşmaktadır. Aradaki yaklaşık 1 saat 20 dakikalık seyir süresi avantajı ve buna bağlı olarak aynı gündeki sefer sayısını 1 arttırma imkanı yanında sağlamış olduğu %40 taşıma kapasitesi artışı optimum tasarım çalışmasını yoğun kullanımda çok avantajlı kılmaktadır. Yaklaşık aynı birim maliyet ile tek seferde çok daha fazla araç taşınması ve aynı süre zarfında daha fazla sefer yapabilme özelliği ile optimum tasarımın, armatör firmaya tasarım taleplerini karşılayacak bir dönüş sağlayacağı değerlendirilmektedir.



Şekil 4. 10 Maksimum hızda tasarım Ro-Ro gemisi için birim yolcu taşıma maliyeti

20 knots sürate sahip olan "Maksimum Hızda Tasarım" çalışmasına ait hesap sonuçları Şekil 4.10'da grafik olarak paylaşılmıştır. %20 doluluk oranında yaklaşık 81$/yolcu olan birim yolcu maliyeti, %50 doluluk oranında yaklaşık 32$/yolcu, %100 doluluk oranında ise yaklaşık 16$/yolcu olmaktadır.

Şekil 4.10'da grafik olarak gösterilen birim yolcu maliyetinin oluşumunda etken olan maliyet tiplerinin doluluk oranına bağlı değişimi Çizelge 4.4'te yer almaktadır.

Çizelge 4. 4 Birim yolcu maliyet türlerinin doluluk oranına bağlı değişimi (20 knots)

Kd	Uc	Uf	Um	Uex	UT ($/yolcu)
0.2	3.918	72.876	2.769	1.079	**80.64**
0.3	2.612	48.584	1.846	0.719	**53.76**
0.4	1.959	36.438	1.384	0.539	**40.32**
0.5	1.567	29.150	1.107	0.432	**32.26**
0.6	1.306	24.292	0.923	0.360	**26.88**
0.7	1.120	20.822	0.791	0.308	**23.04**
0.8	0.980	18.219	0.692	0.270	**20.16**
0.9	0.871	16.195	0.615	0.240	**17.92**
1	0.784	14.575	0.554	0.216	**16.13**

Maksimum hızda tasarım olarak değerlendirilen 20 knots süratli Ro-Ro gemisi, Grup-2 gemi tipine kıyasla Ambarlı-Bandırma hattındaki seyrini 1 saat daha kısa sürede tamamlamaktadır. %50 doluluk oranından itibaren birim yolcu maliyetleri birbirlerine yaklaşmakta olan bu iki gemi tipinde, kullanılan makine güçlerine bağlı olarak yakıt sarfiyatlarındaki farklılıktan dolayı maksimum hızda tasarım; birim yolcu taşıma maliyeti bakımından %50 dolulukta yaklaşık 4$, %100 dolulukta ise yaklaşık 2$ daha masraflı olmaktadır. Seyir süresindeki kısalma ve sağlamış olduğu fazla sefer yapma imkanı ile taşıma kapasitesindeki artık armatör firma tarafından değerlendirilmelidir.

Maksimum hızda tasarım çalışmasının, Grup-3 gemi tipi ile olan karşılaştırmasında hizmet verilecek hatta gerçekleşecek seyrin sürat farkı sebebiyle yaklaşık 1 saat 50 dakika daha erken tamamlanıyor olması; Grup-3 içerisinde yer alan gemi ile yapılacak 4 seyre karşılık, alternatif olarak çalışılan tasarımın yaklaşık 6 seyir yapabilmesine imkan tanımaktadır. Makine güçlerindeki farklılık sebebiyle bu iki tip geminin birim yolcu maliyeti karşılaştırmasında maksimum hızda tasarım %100 doluluk oranında yaklaşık 4$ daha pahalı kalmaktadır. Taşıma kapasitesindeki %40'lık artış ve eşit çalışma süresindeki fazla sefer yapabilme imkanı birlikte değerlendirilip armatör firma tarafından farklı çalışma planları oluşturularak bu farklılıklar avantaja çevrilebilir.

Her iki alternatif tasarıma ait hesaplama sonuçları incelendiğinde, Bölüm 3 içerisindeki gemi tiplerinin analiz sonuçlarına paralel olacak şekilde birim yolcu maliyeti içerisinde en büyük yüzdeyi yakıt maliyeti alırken, en düşük yüzde dilimi ise dışsal maliyetin olmaktadır. Tüm gemi tipleri için geçerli olmak üzere; birim yolcu taşıma maliyeti, doluluk oranının %20-%30 olduğu bölümlerde oran arttıkça hızlı bir şekilde, doluluk oranının yüksek olduğu bölümlerde ise oran arttıkça daha yavaş bir şekilde azalmaktadır.

Çalışmadaki grafikler incelendiğinde, ölçek ekonomisi kapsamında gemilerin doluluk oranı arttıkça, birim taşıma maliyetinin azaldığı görülmektedir. Bu sebeple doluluk oranı da maliyetleri düşürmek açısından önemli bir parametre olarak görülmektedir. Çalışmada incelenen tüm gemi grupları için ekonomik avantaj sağlanması amacıyla doluluk alt sınırının %70 oranında olması birim taşıma maliyetinin düşük olması

açısından önem arz etmektedir. %70 doluluk oranından itibaren birim yolcu maliyetlerindeki azalma oranı düşmektedir.

Çalışma içerisinde yer alan tüm hesaplamalarda "yakıt için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu" değeri 0.05 olarak kullanılmıştır. Günümüz şartlarında yakıt fiyatlarında meydana gelen ani ve düzensiz değişikliklerin birim maliyet hesaplarına etkisinin değerlendirilebilmesi amacıyla "optimum tasarım" için yapılan analiz içerisinde kullanılan veriler aynı kalacak ve "yakıt için ileriye yönelik fiyat eskalasyonu" değerinin 0.02, 0.05, 0.08 ve 0.10 olacak şekilde yapılan farklı analizler sonucu elde edilen birim yolcu maliyet sonuçları Çizelge 4.5 içerisinde özetlenmiştir.

Çizelge 4. 5 Farklı yakıt fiyat eskalasyon değerlerine göre birim yolcu maliyetleri (Optimum Tasarım)

Kd	**UT ($/yolcu)**			
	e_f : 0.02	**e_f : 0.05**	**e_f : 0.08**	**e_f : 0.10**
0.2	96,58	118,53	149,03	175,93
0.3	48,29	59,26	74,52	87,96
0.4	32,19	39,51	49,68	58,64
0.5	24,15	29,63	37,26	43,98
0.6	19,32	23,71	29,81	35,19
0.7	16,10	19,75	24,84	29,32
0.8	13,80	16,93	21,29	25,13
0.9	12,07	14,82	18,63	21,99
1	10,73	13,17	16,56	19,55

Çizelge 4.5 içerisinde değerler incelendiğinde fiyat eskalasyon değerindeki değişme oranı, doluluk oranının düşük olduğu bölümlerde birim yolcu maliyetlerini çok büyük ölçüde etkilemektedir. Bu büyük oranlı değişimde birim taşıma maliyetlerinin düşük doluluk oranlarında daha yüksek değerlerde olmasının etkisi vardır.

Fiyat eskalasyon değerindeki %8'lik değişim miktarı tüm doluluk oranlarında birim maliyetleri yaklaşık %85-%90 oranlarında etkilemektedir. Bu yüksek oranlı değişimler, yapılacak analizlerde kullanılacak verilerin doğru seçilmesinin ne kadar önemli olduğunu ve elde edilecek sonuçlara etkilerini bir kez daha ortaya koymuştur.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde araç ve yolcu taşımacılığı için denizyolu tercihi uzun süreler istenen düzeyde olamamıştır. Ancak çalışma içerisinde 2003 - 2017 yılları arasındaki yolcu, yolcu x mil, araç ve araç x mil miktarlarının paylaşıldığı tablolar incelendiğinde son yıllarda talebin arttığı ve müşteri beklentilerinin yükseldiği söylenebilir. Şekil 2.1 içerisinde de paylaşıldığı üzere kabotajda taşınan yolcu miktarı 2003 yılında yaklaşık 100 milyon iken, bu değer 2017 yılında yaklaşık 137 milyona ulaşmıştır. Yolcu taşımacılığında artan bu talep araç taşımacılığında da karşılık görmüş ve Şekil 2.2 içerisindeki verilere göre 2003 yılında kabotajda taşınan araç miktarı yaklaşık 6 milyon iken bu değer 2017 yılında yaklaşık 12.5 milyona ulaşmıştır.

Bu denli yüksek talep görerek yolcu ve araçların ulaşım tercihlerinde ön plana çıkan denizyolu taşımacılığının daha da geliştirilmesi için araç ve yolcu kapasitesi yüksek, daha emniyetli ve konforlu, yakıt ekonomisi iyi ancak aynı zamanda daha hızlı Ro-Ro gemileri ile ilgili talepler değerlendirilmeli ve günün ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde çözüm yolları üretilmelidir.

İhtiyaçları karşılayarak yolcu ve araçlara denizyolu ulaşımını daha cazip kılacak özelliklerde bir geminin inşası ve işletmesi ile ilgili yatırımlara harcanacak bütçe değerlendirmeleri bazen çok ciddi rakamlara ulaştığından dolayı, çoğunlukla uygulamaya konulamadan fikir aşamasında kalmaktadır. Bu anlamda karar alıcılar, çalışma içerisinde üç ana grupta toplamış olduğumuz örneklere benzer şekilde "denenmiş ve çalışmakta olan" çözümlere daha çok eğilim göstermektedirler.

Sahip olduğumuz ve bizler için çok değerli olan denizlerimizi daha verimli şekilde kullanabilmek, sanayileşme faaliyetlerine olumlu katkı sağlayacak ve büyük kolaylıklar

getirecek şekilde kullanabilmek amacıyla gerekli çalışma gruplarının kurulması ve desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışma içerisinde, sektörün önde gelen firmalarının tecrübe ve ihtiyaçlarına odaklanmaya çalışılmış, temel hedef olarak "güçlü stabilite, hızlı seyir, yüksek ana güverte genişliği ve kuvvetli denizcilik" performansları üzerinde durulmuş ve bunun yanında olabildiğince "modern, konforlu ve emniyetli" bir Ro-Ro gemisi tasarımının konsept bilgileri oluşturulmuştur. Ulaşılması hedeflenen farklı iki hız kademesine uygun olarak ortaya konan iki alternatif tasarım için birim taşıma maliyet analizleri yapılmış ve bu değerler seçilen hat üzerinde çalışmalarını sürdürmekte olan farklı tip gemiler ile karşılaştırılmıştır.

Sektör içerisinde yer alan firmaların yaşadıkları tecrübelerin değerlendirilmesi ile ortaya çıkan ihtiyaç odaklı alternatif konsept tasarımların verileri ele alındığında; 17 knots hız değerine sahip "optimum tasarım" mevcut filo içerisinde yer alan ve çalışmanın üçüncü bölümünde yapılan analizlerde en ekonomik değerlere ulaşılan Grup-3 içerisindeki gemilere nazaran sahip olduğu hız sayesinde günde fazladan 1 sefer yapabilme imkanı tanımaktadır. Karşılaştırıldığı gemi grubuna göre yaklaşık %40 daha fazla taşıma kapasitesine sahip "optimum tasarım" %100 dolulukta aynı birim maliyete ulaşarak sağladığı hız/taşıma kapasitesi avantajları ile armatör firmaya önemli ekonomik avantaj getirmektedir.

20 knots hız değerine sahip "maksimum hızda tasarım" ise mevcut filo içerisinde yer alan en ekonomik değerlere sahip Grup-3 gemi tipleri ile kıyaslandığında sahip olduğu hız sayesinde günde fazladan 2 veya 3 sefer yapabilme imkanı tanımaktadır. Yüksek süratli bu alternatif tasarım, %100 doluluk oranında Grup-3 gemi tiplerine göre bir miktar daha pahalı kalsa dahi, sahip olduğu %40'lık taşıma kapasitesi artışı ve daha fazla sefer yapabilme imkanı sayesinde armatör firma tarafından farklı çalışma planları oluşturularak avantajlı duruma gelebilecek potansiyele sahiptir.

Her iki alternatif konsept tasarım için yapılan analizlerin mevcut filodaki gemi verileri ile eşit şartlarda kıyaslanabilmesi amacıyla, dizayn temel hedeflerinden biri olan "güçlü stabilite" performansının getirisi olabilecek "kötü hava şartları sonucu oluşabilecek sefer iptalleri"nin etkisi değerlendirmeye alınmamıştır. Mevcut filodaki Grup-1, Grup-2

ve Grup-3 gemi tiplerinin yılda belli oranlarda karşılaşabileceği bu sorun, alternatif tasarım ile minimum seviyeye indirilmesiyle, analiz sonucu elde edilen maliyet karşılaştırmaları çok daha avantajlı konuma getirilebilecektir.

Tasarım üzerinde yapılacak çalışmalar sonucunda, ilerleyen dönemde eksik yönlerin geliştirilerek hem ulusal hem de uluslararası alanda piyasa örnekleriyle rekabet edecek bir tasarımın ortaya çıkarılması için temel özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen tasarıma ait ilk aşama verileri, şu anda hizmet vermekte olan farklı grup Ro-Ro gemileri ile kıyaslanarak sağlayabileceği avantajlar belirtilmiş ve piyasa ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde alternatif oluşturabileceği fikri oluşturulmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Türk Dil Kurumu, Güncel Türkçe Sözlük, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.59dd229d97fd05.57786624, 10 Ekim 2017.

[2] Başol, K., (1994). "Türkiye Ekonomisi", Anadolu Matbaası, 186, İzmir.

[3] Yenal, S., (2011), "Dünyada ve Türkiye'de Uluslararası Deniz Yolu Taşımacılığının Gelişiminin Değerlendirilmesi", http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/tmodanhaberler/denizyolu.pdf, 02 Aralık 2017.

[4] Kurt, C., (2010). Türkiye'de Ulaştırma Sektörü İçerisinde Lojistiğin Yeri Ve Önemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[5] Turan, E., Çelik, F., ve Dilek, M., (2012). "Economical Analysis of The Cargo Transportation Between Gaziantep&İstanbul", Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma, 30:303-309.

[6] Atar, F., Aydoğdu, Y., Duru, O., ve Şenol Y., (2013). "Kısa Mesafe Deniz Taşımacılığının Avantajları ve Kombine Taşımacılıktaki Önemi Üzerine Bir Çalışma", Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 5(1):75-91.

[7] Kayserilioğlu, E., (2004). "Deniz Taşımacılığı Sektör Profili", İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi.

[8] SEAEurope, (2017). "2017 Market Forecast Report", Shipyards' & Maritime Equipment Association, Belçika.

[9] Yeşilbağ, L., (1999). "Ro-Ro Taşımacılığının Ülkemiz Deniz Ulaştırma Sektöründeki Yeri", Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99 Bildiri Kitabı, Yapım Matbaacılık Ltd., İstanbul.

[10] İstikbal, C., (2016), DÜnyada ve Tirkiye'de Kabotaj Hakkı, http://www.kaptanhaber.com/yazarlar/cahit-istikbal/dunyada-ve-turkiye-de-kabotaj-hakki/101020/, 13 Şubat 2018.

[11] Deniz Ticareti, (2017). İMEAK DTO Temmuz Sayısı Denizcilik ve Kabotaj Bayramı Eki, Temmuz 2017.

[12] Intermodal Transport, (2006). National Peer Review: Turkey, 106.

[13] Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, İstatistik Bilgi Sistemi, https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_kabotaj.aspx, 19.02.2018.

[14] Deniz Ticaret Odası, Filo Verileri, http://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/filo-verileri/mayis2018.pdf, 12 Mayıs 2018.

[15] Marine Traffic, Gemiler, https://www.marinetraffic.com/tr/ais/details/ships/shipid:335225/mmsi:271000869/imo:0/vessel:KALE_NAKLIYAT_3, 22 Şubat 2018.

[16] Marine Traffic, Gemiler, https://www.marinetraffic.com/tr/ais/details/ships/shipid:335110/mmsi:271000683/imo:0/vessel:TRAMOLA_I, 22 Şubat 2018.

[17] Marine Traffic, Gemiler, https://www.marinetraffic.com/tr/ais/details/ships/shipid:3417682/mmsi:271044139/imo:0/vessel:MF_BALIKESIR_10, 22 Şubat 2018.

[18] Altaş Liman, Ambarlı Liman Talimatnamesi, http://www.altasliman.com/files/ambarli_liman_talimati.pdf , 28 Nisan 2018.

[19] Altaş Liman, Ambarlı Liman Talimatnamesi, Şirket Profili, http://www.altasliman.com/sirket_profili_istatistikler.php, 28 Nisan 2018.

[20] Çelebi Bandırma Limanı, Kapasite ve Konum, http://www.portofbandirme.com.tr/kurumsal/liman-hakkinda, 28 Nisan 2018.

[21] Çelebi Bandırma Limanı, İstatistikler, http://www.portofbandirma.com.tr/kurumsal/istatistikler, 28 Nisan 2018.

[22] Şahin B., Öztürk Z., Yılmaz H. ve Üst Y., (2005). "Ulaştırma Sistemlerinin Taşıma Maliyet Analizi ve Çevresel Etkileri", Ulaşım Ana Plan Stratejisi, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.

[23] Ataç, B., (2007). "Kamu Ekonomisi", Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir.

[24] Aybars, N., Sahin B., (1995). "Enerji Maliyeti", Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını, İstanbul.

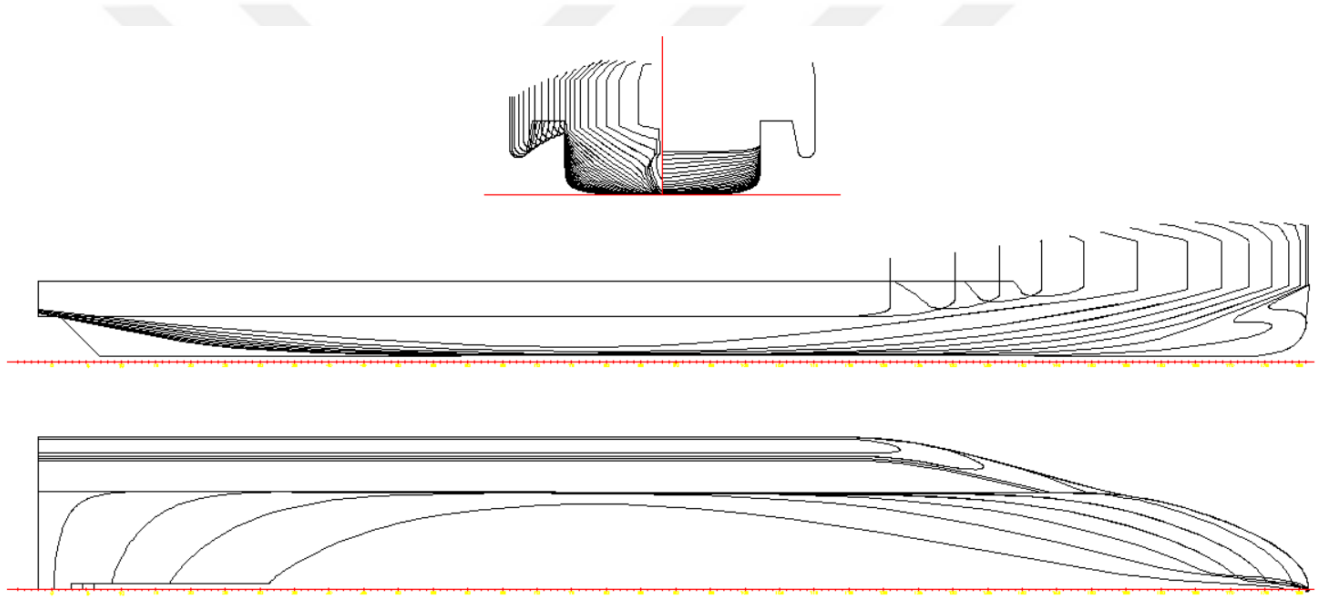
[25] Yılmaz, H., Güner, M. ve Yılmaz T., (1999). "Feribotlarda Taşıma Maliyeti Analizi", Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99 Bildiri Kitabı, Yapım Matbaacılık Ltd., İstanbul.

[26] Kunaç, Samed., Türkiye'de Ro-Ro Deniz Taşımacılığı ve Örnek Bir Hat İncelemesi, http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/11583/205398.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 17 Mart 2018.

[27] SEFT Gemi Tasarım, (2017). Ar-Ge Literatür Notları, İstanbul.

EK-A

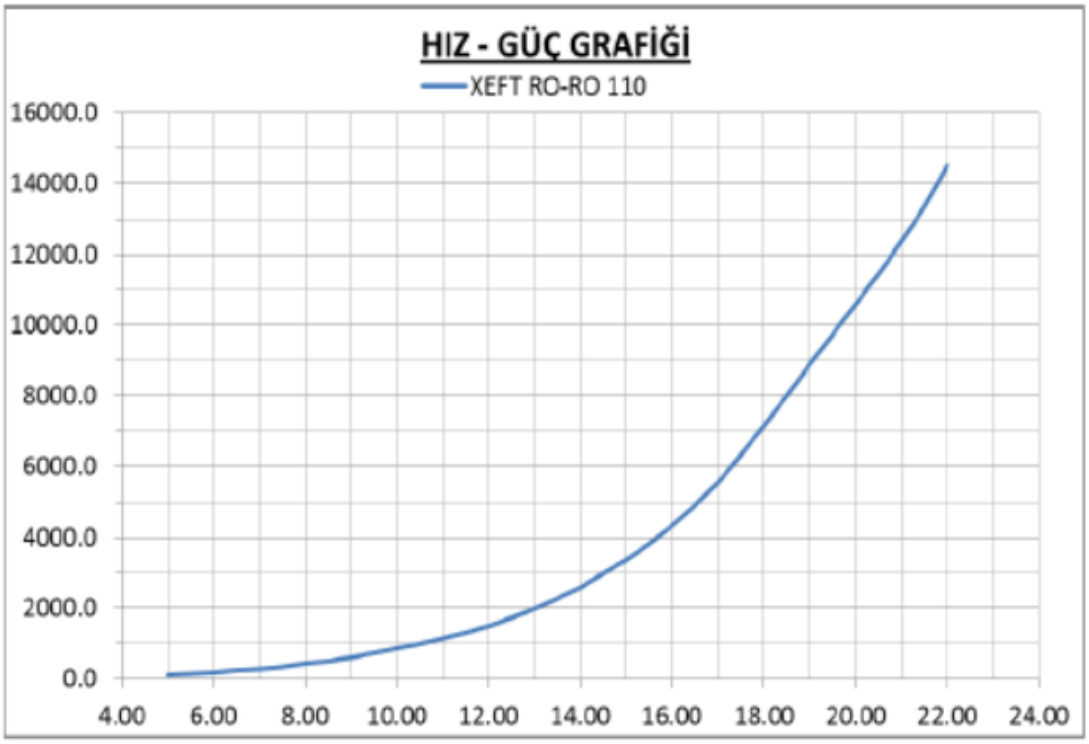
ENDAZE PLANI



EK-B

HIZ-GÜÇ DEĞER TABLOSU

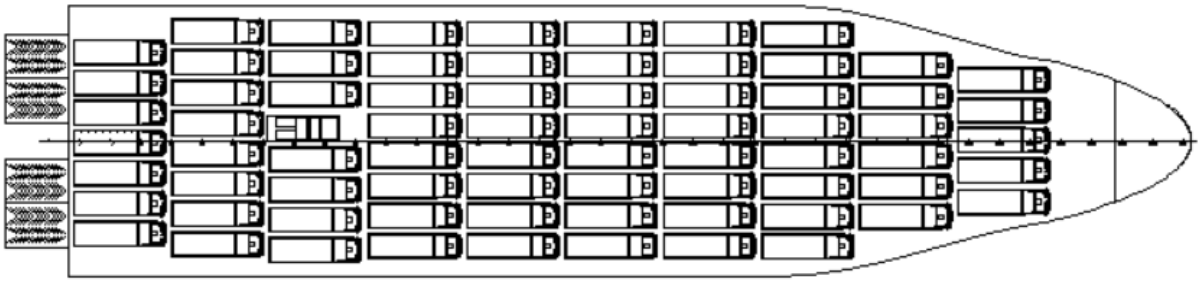
HIZ	GÜÇ	HIZ	GÜÇ	HIZ	GÜÇ
knots	kW	knots	kW	knots	kW
5.00	111.2	11.00	1142.2	17.00	5564.8
5.50	146.4	11.50	1319.0	17.50	6327.0
6.00	188.4	12.00	1518.5	18.00	7160.1
6.50	237.5	12.50	1743.8	18.50	8028.9
7.00	294.4	13.00	1998.0	19.00	8898.8
7.50	359.9	13.50	2285.2	19.50	9751.6
8.00	434.6	14.00	2609.1	20.00	10593.1
8.50	519.5	14.50	2970.6	20.50	11449.3
9.00	615.7	15.00	3370.0	21.00	12358.6
9.50	724.4	15.50	3813.2	21.50	13364.0
10.00	847.2	16.00	4314.8	22.00	14508.9
10.50	985.8	16.50	4893.9	22.50	15836.3
11.00	1142.2	17.00	5564.8	23.00	17388.6

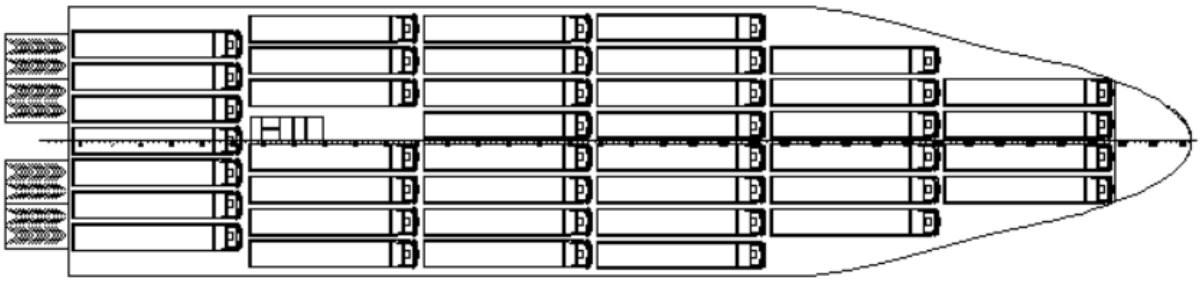


EK-C

PROFİL GÖRÜNÜM ve ANA GÜVERTE PLANI

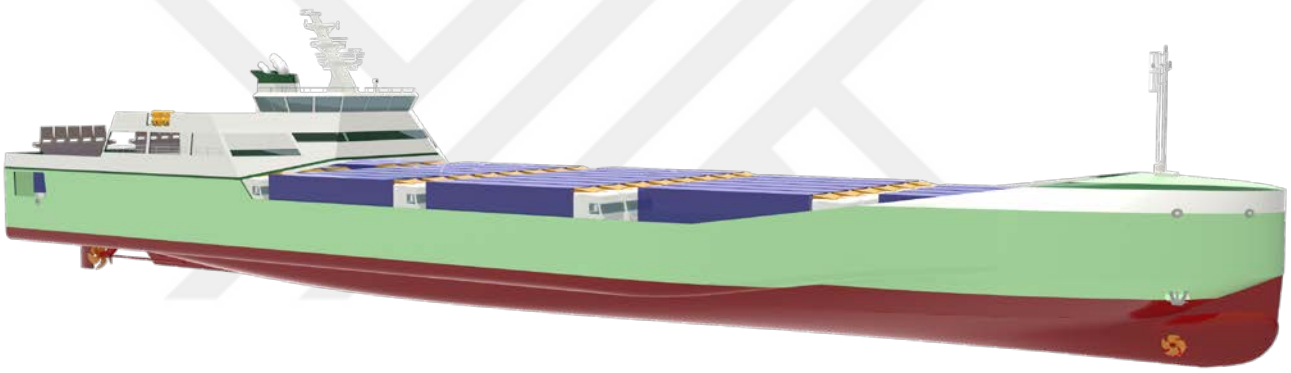


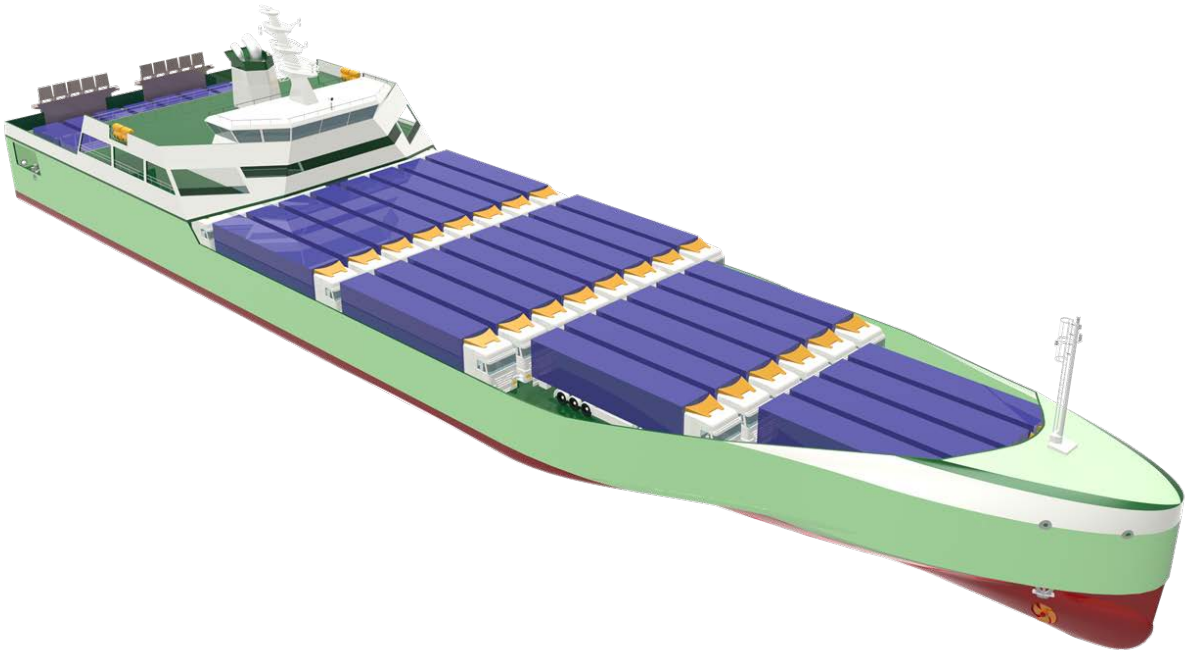


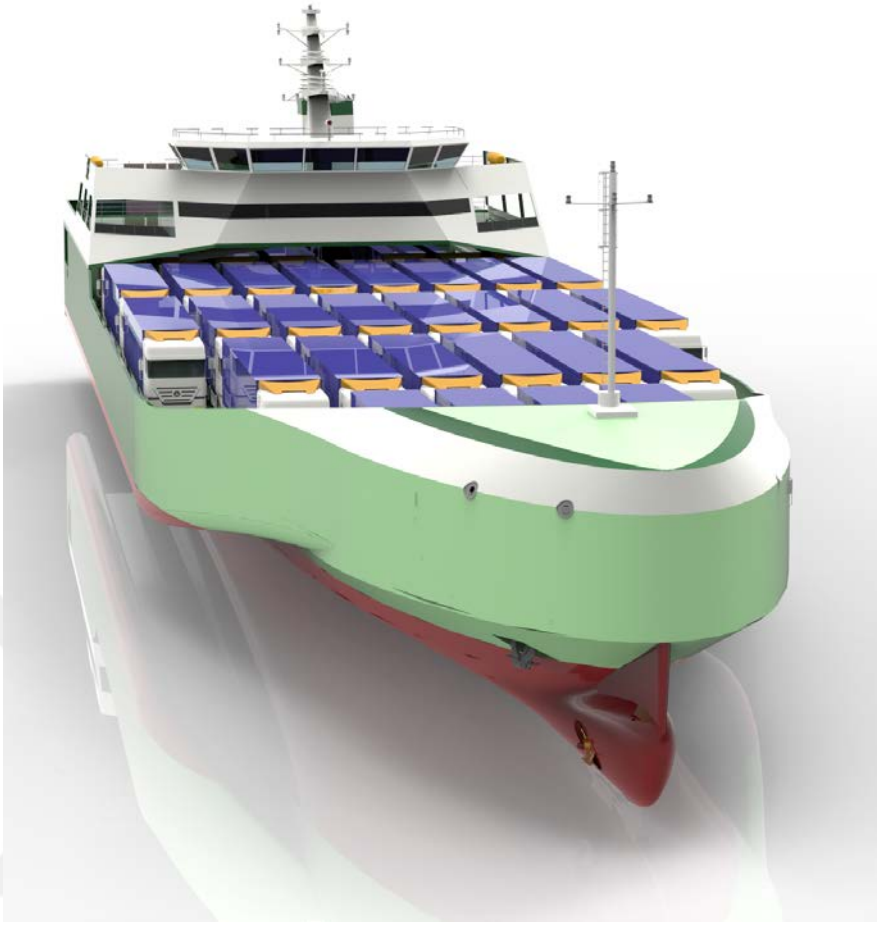


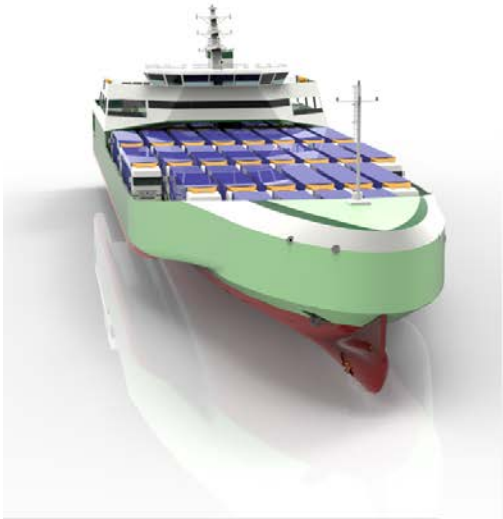
EK-D

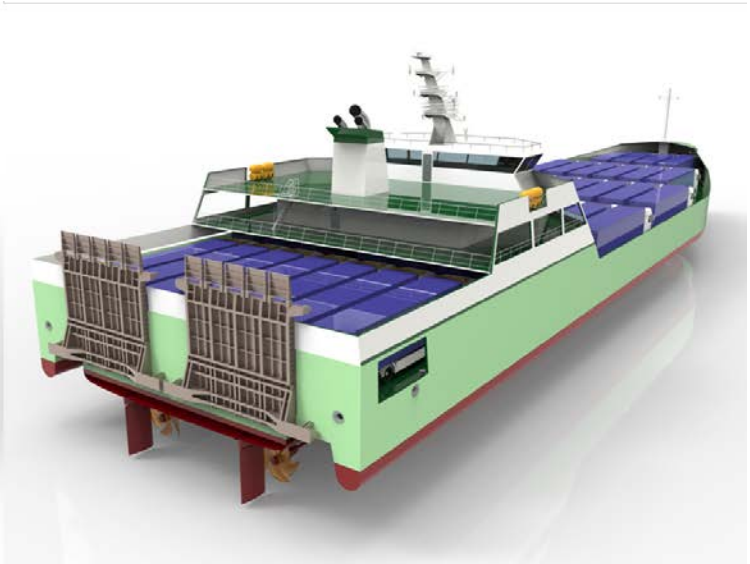
3 BOYUTLU MODEL GÖRÜNÜMLERİ

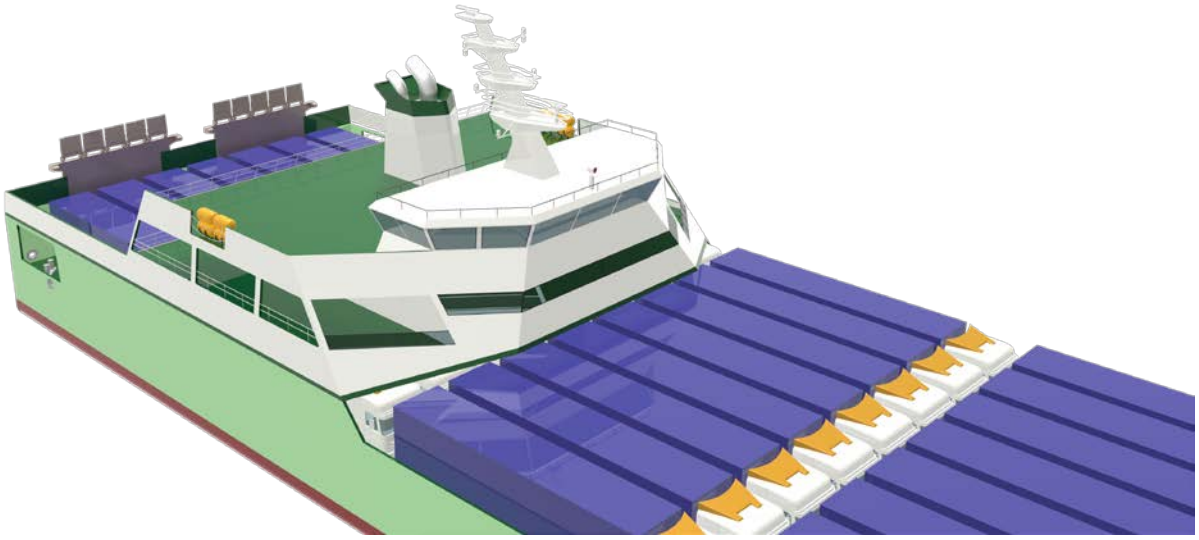


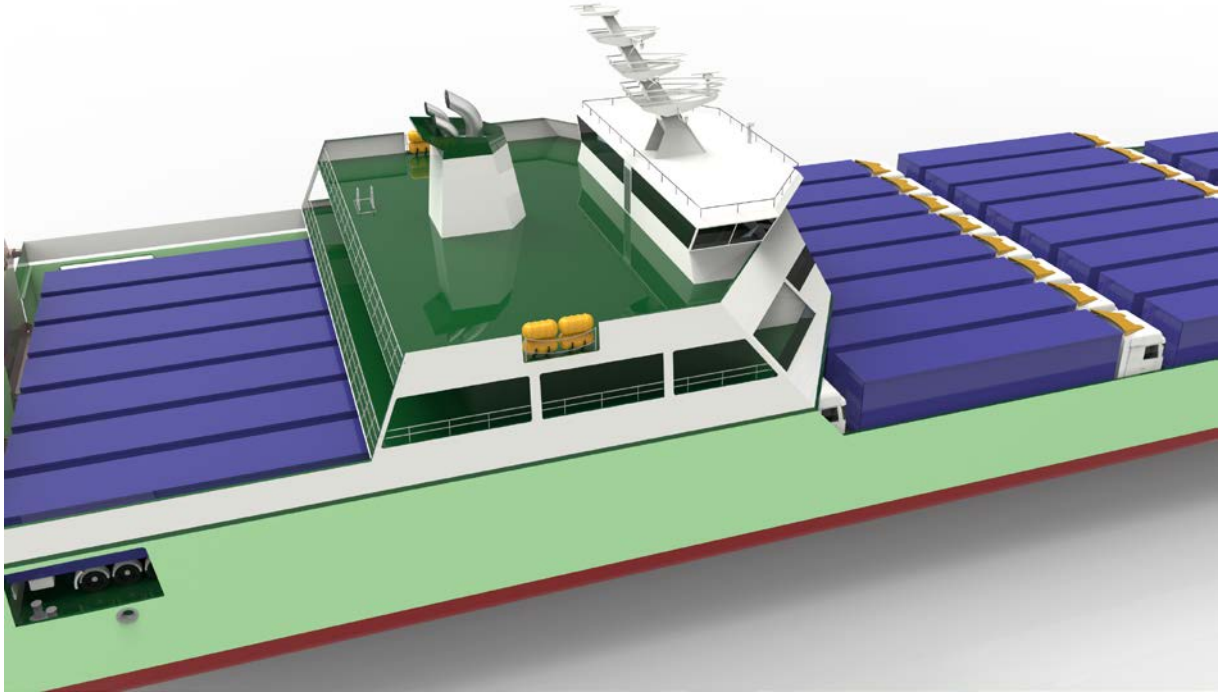












ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Cenker ÇOBAN

Doğum Tarihi ve Yeri : 17.02.1988, İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : cenkercoban@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Y. Lisans	Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2018
Lisans	Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği	İstanbul Teknik Üniversitesi	2011
Lise	Sayısal	Burak Bora Anadolu Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2017 -	Seft Gemi İnşa & Mühendislik	Savunma Sanayii Proje Yöneticisi
2011 - 2017	Seft Gemi İnşa & Mühendislik	Dizayn Mühendisi

YAYINLARI

Makale

1. Coban, C., ve Turan, Ed., (2018). “Marmara Denizinde Ro-Ro Taşımacılığı Birim Maliyetlerinin incelenmesi: Ambarlı – Bandırma Hattı Örneği”, Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, 211: 61-78