

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYASAL TANKERLER İÇİN MALİYET ve KÂR OPTİMİZASYONU



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

DANIŞMAN
Prof. Dr. MUHSİN AYDIN

İSTANBUL, 2019

ÖNSÖZ

Lisansüstü öğrenim hayatım ve bu tez çalışması süresince bana desteğini esirgemediğini gösteren değerli Hocam Sayın **Prof. Dr. Muhsin AYDIN'a**, tez çalışmam boyunca elde etmem gereken verileri eksiksiz tarafımla paylaşan şirketim ve tavsiyeleriyle yol gösteren diğer çalışma arkadaşlarıma, tez süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, akrabalarım ve yakın arkadaş çevremeye sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Temmuz, 2019

Sami KUNİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xvi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
TANKERLER	3
2.1 Petrol Tankerleri	3
2.1.1 Ham Petrol Tankerleri.....	5
2.1.2 Ürün Tankerleri	9
2.2 Kimyasal Tankerler	11
2.3 Gaz Tankerleri	14
2.3.1 Sıvılaştırılmış Doğal Gaz Tankerleri.....	16
2.3.2 Sıvılaştırılmış Petrol Gazı Tankerleri	17
BÖLÜM 3	
ULUSLARARASI KURAL VE SÖZLEŞMELER	18

3.1	1978 Protokolü ile Değişik, 1973 Tarihli Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (MARPOL 73/78)18	
3.2	Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi, 1974 (SOLAS 74)	21
3.3	Tehlikeli Kimyasalları Dökme Halde Taşıyan Gemilerin Yapı ve Teçhizatına İlişkin Uluslararası Kod (IBC Kod)	22
3.4	Yağlı Tohumlar ve Yağ Birlikleri Federasyonu (FOSFA) Kuralları.....	24

BÖLÜM 4

KİMYASAL TANKER PİYASASI.....	26
4.1 Kimyasal Tanker Piyasasının İncelenmesi	27
4.2 Uygun Tonaj Seçimi ve Üç Farklı Tonajda Gemi Örneği Belirlenmesi.....	29

BÖLÜM 5

KİMYASAL TANKERLERDE BULUNAN SİSTEMLER.....	31
5.1 Tank Kaplamaları	31
5.2 İnert Gaz Sistemi	39
5.3 Isıtma Sistemi.....	41
5.4 Tank Havalandırma Sistemi	52

BÖLÜM 6

MALİYET ve KÂR OPTİMİZASYONU	54
6.1 Üç Farklı Tonajda Geminin Özelliklerinin Belirlenmesi.....	54
6.1.1 Boyların Belirlenmesi	54
6.1.2 Genişliklerin Belirlenmesi	58
6.1.3 Draftların Belirlenmesi.....	61
6.1.4 Deplasmanların Belirlenmesi	64
6.1.5 Hızların Belirlenmesi	67
6.1.6 Ana Makine Güçlerinin Belirlenmesi	70
6.1.7 Kaimeler Arası Boyların Belirlenmesi.....	73
6.1.8 Derinliklerin Belirlenmesi	76
6.1.9 Blok Katsayılarının Belirlenmesi.....	79
6.1.10 Orta Kesit Narinlik Katsayılarının Belirlenmesi.....	80
6.1.11 Prizmatik Katsayılarının Belirlenmesi	80
6.1.12 Su Hattı Narinlik Katsayılarının Belirlenmesi	80
6.1.13 Düşey Prizmatik Katsayılarının Belirlenmesi	81
6.1.14 Çelik Ağırlıklarının Belirlenmesi	81
6.1.15 Donanım Ağırlıklarının Belirlenmesi	81
6.1.16 Makine Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	82
6.2 Üç Farklı Tonajda Geminin İnşaat Maliyetlerinin Belirlenmesi.....	82
6.2.1 İşçilik Maliyetlerinin Belirlenmesi	82
6.2.2 Çelik Maliyetlerinin Belirlenmesi	83
6.2.3 Donanım Maliyetlerinin Belirlenmesi	83
6.2.4 Makine Maliyetlerinin Belirlenmesi.....	83

6.3	Üç Farklı Tonajda Geminin İşletme Maliyetlerinin Belirlenmesi	84
6.4	Üç Farklı Tonajda Geminin Operasyonel Maliyetlerinin Belirlenmesi.....	86
6.5	Üç Farklı Tonajda Geminin Navlun Gelirlerinin Belirlenmesi.....	88
6.6	Üç Farklı Tonajda Geminin On Beş Yıllık Dönem Sonundaki İkinci El Değerlerinin Belirlenmesi	89
6.7	Üç Farklı Tonajda Geminin On Beş Yıllık Dönem Sonundaki Kar Analizi ve Yatırıma En Uygun Geminin Tayini	91
6.8	Maliyet ve Kâr Optimizasyonunda Diğer Konular.....	95

BÖLÜM 7

SONUÇ ve ÖNERİLER.....	98
KAYNAKLAR.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	102

SİMGE LİSTESİ

B	Genişlik
C	Güç Sabiti
C_B	Blok Katsayısı
C_M	Orta Kesit Narinlik Katsayısı
C_P	Prizmatik Katsayı
C_{VP}	Düşey Prizmatik Katsayı
C_{WP}	Su Hattı Narinlik Katsayısı
D	Derinlik
DWT	Dedveyt Ton
L_{BP}	Kaimeler Arası Boy
L_{OA}	Tam Boy
L_{WL}	Su Hattı Boyu
$M_{\text{çelik}}$	Çelik Maliyeti
$M_{\text{donanım}}$	Donanım Maliyeti
$M_{\text{işçilik}}$	İşçilik Maliyeti
M_{makine}	Makine Maliyeti
M_{toplam}	Toplam İnşaat Maliyeti
P_B	Ana Makine Gücü
T	Draft
V_s	Servis Hızı
W_m	Makine Ağırlığı
W_o	Donanım Ağırlığı
W_s	Çelik Ağırlığı
γ	Özgül Ağırlık
Δ	Deplasman
∇	Deplasman Hacmi

KISALTMA LİSTESİ

Aframax	Average Freight Rate Assessment Maximum
BM	Birleşmiş Milletler
CBT	Clean Ballast Tank
CDI	Chemical Distribution Institute
COW	Crude Oil Washing
CPP	Clean Petroleum Product
DPP	Dirty Petroleum Product
DWCC	Deadweight Carrying Capacity
DWT	Deadweight Tonnage
FOSFA	Federation of Oils, Seeds and Fats Associations
GRT	Gross Tonnage
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System
IACS	International Association of Classification Societies
IAPP	International Air Pollution Prevention
IBC	International Bulk Chemical
IFO	Intermediate Fuel Oil
IGC	International Gas Carriers
IGS	Inert Gas System
IMO	International Maritime Organization
IOPP	International Oil Pollution Prevention
IMDG	International Maritime Dangerous Goods
ISM	International Safety Management
ISPS	International Ship and Port Facility Security
LNG	Liquid Natural Gas
LPG	Liquid Petroleum Gas
LSA	Life Saving Appliances
MARPOL	Maritime Pollution
MDI	Metilen Difenil Diizosiyanat
MEPC	Marine Environment Protection Committee
MGC	Medium Gas Carrier
MGO	Marine Gasoil
MR	Medium Range
MSC	Maritime Safety Committee

LGC	Large Gas Carrier
LR	Large Range
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
OILPOL	Oil Pollution
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
OS	Other Substances
P/V	Pressure/Vacuum
Panamax	Panama Maximum
PVC	Polivinil Klorür
SBT	Segregated Ballast Tank
SOLAS	Safety of Life at Sea
SR	Short Range
Suezmax	Suez Maximum
TC Rate	Time Charter Rate
TDI	Toluen Diizosiyanat
ULCC	Ultra Large Crude Carrier
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
VLCC	Very Large Crude Carrier
VRL	Vapour Return Line

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Günümüze kadar inşa edilmiş en büyük tanker gemisi Knock Nevis..... 7
Şekil 2.2	Knock Nevis gemisi ve diğer bazı önemli gemiler ile karşılaştırması 8
Şekil 2.3	Handysize ürün tankeri, Puli gemisi 10
Şekil 2.4	Mrc Semiramis Kimyasal Tankeri 11
Şekil 2.5	Tanker çift cidar yapısını gösteren kesit 12
Şekil 2.6	Terminale yanaşık vaziyette bir Sıvılaştırılmış Doğal Gaz tankeri..... 16
Şekil 2.7	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı tankeri..... 17
Şekil 3.1	Geçmişten günümüze denizlerde meydana gelen petrol kirliliği sayıları 19
Şekil 3.2	Son yıllarda meydana gelen kirlilik sayısı ve yük cinsine göre oranı..... 20
Şekil 3.3	Kara ve Deniz bazlı kükürtdioksit ve azotoksit emisyonları ve gelecek beklentileri 21
Şekil 3.4	Parafin Vaks yüküne ilişkin IBC ve Marpol Ek II gereksinimlerini belirten taşıma dokümanı..... 23
Şekil 4.1	Kimyasal Piyasasının bölgelere göre 2014-2017 trendi 29
Şekil 5.1	Paslanmaz çelik tank 32
Şekil 5.2	Marine Line Tank Kaplaması 33
Şekil 5.3	Çinko Silikat Tank Kaplaması 34
Şekil 5.4	Tank içinde bulunan ısıtma borularının yapısı 42
Şekil 5.5	Su Buharının Oluşumu 46
Şekil 5.6	Isıtma Santrifüj Pompa Üniteleri..... 48
Şekil 5.7	Basınç/Vakum valfleri 52
Şekil 6.1	3500 DWT kimyasal tanker için LO_A -DWT grafiği 55
Şekil 6.2	6000 DWT kimyasal tanker için LO_A -DWT grafiği 56
Şekil 6.3	8000 DWT kimyasal tanker için LO_A -DWT grafiği 57
Şekil 6.4	3500 DWT kimyasal tanker için LO_A - LO_A/B grafiği..... 58
Şekil 6.5	6000 DWT kimyasal tanker için LO_A - LO_A/B grafiği..... 59
Şekil 6.6	8000 DWT kimyasal tanker için LO_A - LO_A/B grafiği..... 60
Şekil 6.7	3500 DWT kimyasal tanker için B-B/T grafiği..... 61
Şekil 6.8	6000 DWT kimyasal tanker için B-B/T grafiği..... 62
Şekil 6.9	8000 DWT kimyasal tanker için B-B/T grafiği..... 63
Şekil 6.10	3500 DWT kimyasal tanker için DWT-DWT/ Δ grafiği..... 64
Şekil 6.11	6000 DWT kimyasal tanker için DWT-DWT/ Δ grafiği..... 65
Şekil 6.12	8000 DWT kimyasal tanker için DWT-DWT/ Δ grafiği..... 66
Şekil 6.13	3500 DWT kimyasal tanker için LO_A - $V_s/\sqrt{LO_A}$ grafiği..... 67
Şekil 6.14	6000 DWT kimyasal tanker için LO_A - $V_s/\sqrt{LO_A}$ grafiği..... 68

Şekil 6.15	8000 DWT kimyasal tanker için $L_{OA}-V_s/v_{LOA}$ grafiği.....	69
Şekil 6.16	3500 DWT kimyasal tanker için $V_s/v_{LOA}-C$ grafiği	70
Şekil 6.17	6000 DWT kimyasal tanker için $V_s/v_{LOA}-C$ grafiği	71
Şekil 6.18	8000 DWT kimyasal tanker için $V_s/v_{LOA}-C$ grafiği	72
Şekil 6.19	3500 DWT kimyasal tanker için $L_{OA}-L_{BP}$ grafiği.....	73
Şekil 6.20	6000 DWT kimyasal tanker için $L_{OA}-L_{BP}$ grafiği.....	74
Şekil 6.21	8000 DWT kimyasal tanker için $L_{OA}-L_{BP}$ grafiği.....	75
Şekil 6.22	3500 DWT kimyasal tanker için T-D grafiği.....	76
Şekil 6.23	6000 DWT kimyasal tanker için T-D grafiği.....	77
Şekil 6.24	8000 DWT kimyasal tanker için T-D grafiği.....	78
Şekil 6.25	3500 DWT kimyasal tanker için DWT-Fiyat grafiği.....	90
Şekil 6.26	6000 DWT kimyasal tanker için DWT-Fiyat grafiği.....	90
Şekil 6.27	8000 DWT kimyasal tanker için DWT-Fiyat grafiği.....	91
Şekil 6.28	2004-2018 yılları arası Amerikan Doları faiz oranı grafiği.....	92



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1	Fosfa kuralları dahilinde taşınan bazı yükler için gereken sıcaklıklar.....	24
Çizelge 3.2	Son Üç Yük Formu	25
Çizelge 4.1	Dünya Taşımacılığı ve Denizyolunun Payı	26
Çizelge 4.2	Yük Cinsleri İtibariyle Dünya Deniz Taşımacılığı 2008-2017.....	27
Çizelge 6.1	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin DWT-LOA ilişkisi.....	55
Çizelge 6.2	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin DWT-LOA ilişkisi.....	56
Çizelge 6.3	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin DWT-LOA ilişkisi.....	57
Çizelge 6.4	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin LOA-LOA/B ilişkisi	58
Çizelge 6.5	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin LOA-LOA/B ilişkisi	59
Çizelge 6.6	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin LOA-LOA/B ilişkisi	60
Çizelge 6.7	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin B-B/T ilişkisi	61
Çizelge 6.8	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin B-B/T ilişkisi	62
Çizelge 6.9	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin B-B/T ilişkisi	63
Çizelge 6.10	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin DWT -DWT/ Δ ilişkisi	64
Çizelge 6.11	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin DWT -DWT/ Δ ilişkisi	65
Çizelge 6.12	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin DWT -DWT/ Δ ilişkisi	66
Çizelge 6.13	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin LOA-V _s /V _{LOA} ilişkisi.....	67
Çizelge 6.14	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin LOA-V _s /V _{LOA} ilişkisi.....	68
Çizelge 6.15	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin LOA-V _s /V _{LOA} ilişkisi.....	69
Çizelge 6.16	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin V _s /V _{LOA} -C ilişkisi.....	70
Çizelge 6.17	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin V _s /V _{LOA} -C ilişkisi.....	71
Çizelge 6.18	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin V _s /V _{LOA} -C ilişkisi.....	72
Çizelge 6.19	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin LOA-LBP ilişkisi	73
Çizelge 6.20	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin LOA-LBP ilişkisi	74
Çizelge 6.21	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin LOA-LBP ilişkisi	75
Çizelge 6.22	On beş adet 3500 DWT civarı tankerin T-D ilişkisi	76
Çizelge 6.23	On beş adet 6000 DWT civarı tankerin T-D ilişkisi	77
Çizelge 6.24	On beş adet 8000 DWT civarı tankerin T-D ilişkisi	78
Çizelge 6.25	Üç adet tankerin L _{WL} /LOA oranları.....	79
Çizelge 6.26	Bir adet 3500 DWT tankere ait işletme gideri tablosu.....	85
Çizelge 6.27	Üç adet 6000 DWT tankere ait işletme gideri tablosu	85
Çizelge 6.28	Bir adet 8000 DWT tankere ait işletme gideri tablosu.....	86
Çizelge 6.29	Bir adet 3500 DWT tankere ait operasyon gideri tablosu.....	87
Çizelge 6.30	Üç adet 6000 DWT tankere ait operasyon gideri tablosu.....	87
Çizelge 6.31	Bir adet 8000 DWT tankere ait operasyon gideri tablosu.....	88

Çizelge 6.32	Kimyasal Tankerler TC Rate Analizi	88
Çizelge 6.33	Beş adet 3500 DWT civarı on beş yaşındaki kimyasal tankerin ikinci el değeri.....	89
Çizelge 6.34	Beş adet 6000 DWT civarı on beş yaşındaki kimyasal tankerin ikinci el değeri.....	90
Çizelge 6.35	Beş adet 3500 DWT civarı on beş yaşındaki kimyasal tankerin ikinci el değeri.....	91
Çizelge 6.36	On beş yıllık değer artış yüzdesi tablosu	93
Çizelge 6.37	3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT Kimyasal Tankerlerin on beş yıllık dönem sonundaki kâr tabloları	95



KİMYASAL TANKERLER İÇİN MALİYET ve KÂR OPTİMİZASYONU

Sami KUNİ

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Muhsin AYDIN

Taşımacılık alt sistemlerinden biri olan denizyolu taşımacılığı, diğer taşımacılık sistemlerine nazaran halen bilinen en verimli taşımacılık sistemidir. Ulaştırma zamanının yüksekliği nedeniyle yolcu taşınmasından ziyade yük taşınması üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak maliyetlerin oldukça düşük olması nedeniyle ülkemizde ve tüm dünyada özellikle büyük parsel yüklerin taşınmasında birinci tercih konumundadır.

Denizyolu taşımacılığı gemiler vasıtasıyla yapılmakta olup, yeryüzünde çeşitli yükleri çeşitli şekillerde taşıyabilmek için dizayn edilmiş birçok gemi tipi vardır. Yükler genel olarak katı, sıvı ve gaz olarak gruplandırılabilirdiği gibi; bu yükler dökme, konteyner veya paketli biçimde taşınabilmektedir. Katı yükleri taşıyan gemilere genel olarak kuru yük gemisi, sıvı ve gaz yükleri taşıyan gemilere ise genel olarak tanker adı verilmektedir. Ayrıca bu yükler özel dizayn edilmiş konteynerler ile de taşınabilmektedir.

Tankerler, kendi arasında taşıdıkları yüke göre sınıflandırılırlar. Taşınan yükler meyve suyu, şarap, bitkisel yağ gibi ekolojik ürünler olabileceği gibi alifatik – aromatik hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar, eterler, inorganik kimyasallar ve sıvılaştırılmış gazlar gibi patlayıcı, parlayıcı, korozyon ve çevreye zararlı olabilecek yüklerden de oluşabilir. Dolayısıyla tankerlerde güvenlik önlemleri en üst düzeyde tutulmaktadır. Güvenlik önlemlerini yeterince sağlayamayan tankerler öncelikle klas kuruluşları ve limanlar tarafından yetersiz bulunabilmekte, ayrıca OCIMF, CDI benzeri kuruluşlar tarafından da kabul görmeyebilmektedir. Bu kuruluşlar tarafından kabul edilmeyen tankerlerin

taşıyacak yük bulması oldukça zor olabilmekte, dolayısıyla söz konusu tankerler ticari olarak kar elde edememektedir.

Kimyasal tankerler de diğer tankerler gibi gerekli güvenlik şartlarını karşılamak durumundadır. Ayrıca yüklerin çeşitliliği ve her yükün kendine has gereksinimi olabileceği göz önüne alındığında, kimyasal tankerler basit bir gemi olmaktan çıkıp üzerinde çok çeşitli dizayn ve donanım unsurları bulunan gemiler haline dönüşmüşlerdir. Bu donanımlar geminin tonajına, çalışacağı bölgeye ve birçok başka parametreye göre fayda – maliyet analizine tabi tutulmakta ve buna göre gemiye donatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Tanker, Maliyet Optimizasyonu, Kâr Optimizasyonu, Navlun, İkinci El Değeri.



COST AND PROFIT OPTIMIZATION FOR CHEMICAL TANKERS

Sami KUNI

Department of Naval Architecture and Marine Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Muhsin AYDIN

The Maritime transport is the most efficient transportation method rather than others so far. Due to high transport time, Maritime industry mainly focuses on goods transport rather than passengers. Since costs are lower than others, Maritime transportation is the first selection for big parcel shipments in our country and all over the World.

Maritime transportation is being carried out by vessels, there are many kind of vessels designed to lift various cargoes. Cargoes are usually categorized as solid, liquid and gas; these cargoes can be carried as bulk, in containers or as packed cargoes. Vessels carry solid cargoes are generally called as dry bulk vessels but the vessels carry liquid org as cargoes are called as tankers. Moreover, these goods can also be carried in Special designed containers.

Tankers are grouped among themselves basis on the goods they transport. The carried goods can be ecological cargoes like fruit juice, wine, Vegoil but also can be explosive, flammable, corrosive and toxic cargoes such as aliphatic – aromatic hydrocarbons, alcohols, ketones, ethers, inorganic Chemicals and liquid gases. Therefore, safety measures are on the top level in tankers. Tankers which does not meet the safety requirements can be found insufficient by classification societies, port authorities as well as can be rejected by OCIMF, CDI etc. Tankers which are rejected or found insufficient

by mentioned parties can hardly found good cargoes to transport so they can be not able to make good profits in market.

Chemical tankers should also meet with the above mentioned safety requirements. Also, considering the variety of cargoes and the special requirements of each Cargo grades, Chemical tankers become much more different than a regular vessel because of Special design of vessels as well as Special outfits. Mentioned outfits are fitted onto vessel basis its tonnage, Trade area and benefit – cost analysis.

Keywords: Chemical Tanker, Cost Optimization, Profit Optimization, Freight, Second Hand Value.



1.1 Literatür Özeti

Üç tarafı denizlerle çevrili ve iki adet kritik boğaza sahip olan ülkemizde denizcilik faaliyetleri uzun süredir gerçekleştirilmektedir. Türkiye, gemi inşa sanayisinin yanı sıra deniz taşımacılığında da önemli role sahiptir. Kimyasal tanker sektöründe Türk yapımı gemiler oldukça kolay alıcı bulabilmekte ve tercih edilen gemiler arasında yer almaktadırlar. Ayrıca Türk armatör ve işletenler de kimyasal tanker pazarında hatırı sayılır bir paya sahiptirler.

Kimyasal tankerlerin inşa optimizasyonu konusunda [1] ve yatırım analizi konusunda [2-4] bugüne kadar yapılmış bazı çalışmalar mevcuttur.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada, tümden gelim metodu ile tankerler genel olarak tanıtılmış ve kimyasal tankerler detaylı olarak incelenmiştir. İnceleme sonrası bir kimyasal tankerin en optimum olarak hangi tonajda inşa edileceği ve hangi donanımlar ile donatılması gerektiği amaçlanmıştır. Çalışma sırasında izlenecek adımlar şu şekildedir;

- Öncelikle, tankerler tanıtılacak ve her tanker tipi hakkında genel bilgiler verilecektir. Kimyasal tankerler hakkında gerekli belli başlı bilgiler de bu bölüm dahilinde incelenecektir.
- Daha sonra kimyasal tankerlerin tabi olduğu uluslararası kural ve sözleşmeler hakkında bilgiler verilecektir.
- Sonraki bölümde kimyasal tanker piyasası incelenecektir. Bu inceleme sonucunda uygun kimyasal tanker tonajlarına ulaşılması amaçlanmaktadır.

- Son olarak kimyasal tankerlerde bulunan özel sistemler irdelenecektir. Bu sistemlerin maliyetleri ve daha sonrasında yaratacakları fayda ve getiriler incelenecektir. Tüm bu incelemelerin sonucunda optimum bir kimyasal tanker modelinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

1.3 Hipotez

Kimyasal tanker üzerinde yapılması gereken dizayn ve kurulması gereken donanımların optimizasyonu; mevcut piyasa koşulları, kurallar ve yük gereksinimleri göz önüne alınarak, ayrıca teorik ve pratik bilgilerden yararlanılarak mümkündür.

Şayet tanker piyasası yeterince incelenebilir, donanımların maliyetleri ve getirecekleri faydalar iyi analiz edilebilir ise, optimum tonajda ve donanımda bir kimyasal tanker modeli ortaya çıkarılabilir.

BÖLÜM 2

TANKERLER

Deniz taşımacılığında en büyük filoyu, büyük miktarlarda dökme sıvı yükleri taşıyan tankerler oluşturur. Tankerler; ham petrol ve işlenmiş petrol ürünleri, kimyasal maddeler, sıvılaştırılmış gazlar ve özel sıvıları taşımak için inşa edilirler.

Tankerler; Lloyd's Register'a göre, yapısal özellikleri göz önüne alınarak kimyasal tanker (tip I, II veya III), çift cidarlı petrol tankeri, çift cidarlı petrol ve kimyasal tankeri (tip I, II ve III), petrol/dökme tankeri, tek cidarlı petrol tankeri ve cevher/petrol tankeri olarak gruplandırılmıştır. Clarksons'a göre ise SR (Short Range), MR (Medium Range), LR1 (Large Range 1), LR2 (Large Range 2), Aframax, Suezmax ve VLCC (Very Large Crude Carrier) olarak büyüklük ve/veya çalışma mesafelerine göre gruplandırılmıştır. Lloyd's Register'ın bakış açısı daha teknik olmaktadır, Clarksons'un bakış açısı daha ticaridir [5], [6].

Taşıdıkları sıvı dökme yüklerin cinsine göre farklılıklar gösteren bu tekneler; petrol tankerleri (ham petrol ve işlenmiş petrol ürünleri taşıyan), kimyasal tankerler, sıvılaştırılmış gaz tankerleri (LNG, LPG) ve özel sıvılar taşıyan tankerler olarak dört grupta incelenebilir [7].

2.1 Petrol Tankerleri

Eskiden her çeşit katı yük, parça yük taşıyan klasik yük gemileriyle taşınabilecek şekilde getirilip gemi ambarlarında taşınırdı. Bu durum sıvı yükler için de geçerliydi. Eskiden ağaç fiçiler içinde petrol ürünleri taşınmasında denizli havalarda karşılaşılan güçlük ve tehlikeler sonucunda, 1860'lı yıllarda armatörler, yük gemilerinin ambarlarını sıvı dökme yük taşıyacak sarnıçlara (tanklara) dönüştürerek fiçiler içinde sıvı yük taşıma

geleneğinden vazgeçtiler. Böylece tankerlerle dökme sıvı yük taşımaları başladı ve gelişerek günümüzdeki modern tankerlere ulaştı. Tankerlerde zamana bağlı olan gelişmeleri Ratcliffe analiz ederek üç farklı döneme ayırdı. Bu çalışmada birinci dönem 1859-1900 yılları arasındaki petrol endüstrisinin doğuşu, ikinci dönem 1900-1938 yıllarındaki hızlı kalkınma dönemi, üçüncü dönem ise 1938-1979 yıllarındaki gelişme dönemi olarak belirtilmiştir. Bu tarihten sonrası ise (1979-2008) yeniden örgütlenme ve yasal düzenlemeler, 2008-2030 arası ise fosil yakıtların tüketimi ve iklim değişiklikleri olarak algılanmaktadır [7].

Birinci dönemde 150 litrelik ağaç fıçılarla Amerika'dan Avrupa'ya yelkenli teknelerle başlayan taşımacılığı, Amerika batı sahillerindeki rafinerilere ülke içinden boru hatlarıyla taşımacılık izledi. Bu dönem için Hazar Denizi'nde buharlı gemilerle başlayan taşıma, Rusya petrolünün Karadeniz-Akdeniz bağlantısıyla taşınması ve Süveyş Kanalıyla taşımalar da belirtilmelidir. 1900'lü yıllarda 500,000 DWT'a ulaşan tanker filosu petrol şirketlerinin kontrolünde tekel şeklinde çalışıyordu [7].

İkinci dönemde Meksika, İran ve Venezuela'da petrol bulundu. Bu dönemde Amerika ve Karayip ülkeleri petrol ve tanker piyasasına hâkim oldu. Amerika'da tekelleşmeyi engelleyici kanun çıkmasıyla Exxon, Chevron ve Mobil gelişen önemli petrol şirketleriydi. Bu dönemde petrol şirketleri dışında bağımsız armatörler de tanker işletmeciliğine başladılar. Bu kapsamda Norveçli armatörler büyük aşama gösterdiler. 1930 krizi sonucunda tanker filosunun bir kısmı işsizlik nedeniyle bağlı filo haline geldi. Araba ve kamyon sayısının artmasıyla ham ve işlenmiş ürün piyasası gelişerek daha gelişmiş tasarımlar öncelik aldı [7].

Üçüncü dönemde, özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrası tanker filusunda aşırı bir büyüme oldu. Bu dönemde petrol pazarı Chevron, Esso, Gulf, Mobil, Texaco, Royal Dutch Shell ve BP gibi dünyanın yedi önemli şirketinin kontrolündeydi. Petrol ihraç eden ülkelerin OPEC örgütünü kurmaları ve kömürün yerini petrolün alması da bu dönemde olmuştur. İran Körfezi civarındaki ülkeler başlıca petrol kaynağı yerler haline geldi. Süveyş Kanalı'nın 1956-1957 ve 1967-1975 dönemlerinde deniz trafiğine kapalı oluşu büyük tanker yapımını tetikledi. 1970 yılında 350,000 DWT'luk ULCC tipi dev ham petrol tankeri yapımını, aynı dönemde Shell şirketinin Fransa'da 553,000 dwtluk tankerin yapımını izledi. Tankerler Panamax, Aframax, Suezmax, VLCC, ULCC şeklinde değişik kapasitelerde

sınıflandırılırken, 1979 sonrası 300,000 DWT kapasiteli tip etrafında dengeleme oluştu. Bu dönemi izleyen 1979-2008 döneminde ikinci petrol krizinin aniden sona erişiyile petrol pahalılaştı. Enerji kaynağı olarak kömüre yönelme başladı. VLCC tipi yeni tankerlerin çoğu işsizlik nedeniyle çalışamaz hale geldiler. Petrol kirliliği anlaşmasının imzasıyla çift cidarlı tankerlere yıllara bağlı olarak zorunlu hale geldi. Fosil kaynakların tükenişi ve iklim değışiklikleri diye belirlenen 2008-2030 döneminde ise, 2010 yılından itibaren tek cidarlı tanker dönemi sona ermiştir. Ayrıca, fosil kaynakların giderek azalmasıyla sorunlu dönemler başlayacaktır. Fosil yakıtların yanmasından oluşan sera gazları nedeniyle sıcaklık artışı kuzey kutbunda buzların erimesine neden olmaktadır. Bu dönemde petrol araştırmalarının çok ağır koşullu bölgelere kayması ve buzlu bölgelerde çalışma standartları olan tankerlerin (Ice-class) gelişimin hızlandırması beklentisi artmaktadır [7].

Ham petrol ve işlenmiş petrol ürünlerini taşıyan sıvı dökme yük gemilerine petrol tankerleri denir. Klasik tankerler; makina dairesi ve personel yaşam mahalleri gemi kış bölgesinde olan tek güverteli, tek gövdeli ve tek cidarlı gemilerdir. 1990 yılına kadar hemen hemen tüm tankerler tek cidarlı olarak yapıyordu. Tek cidarlı tankerler 1996 yılına kadar tanker filosunun % 86'sını oluşturuyordu. Deniz ve çevre koşulları nedeniyle tankerlerin artık çift cidarlı yapılma zorunluluğu vardır. Yeni inşa edilecek tankerler çift cidarlı yapılmak zorundadır. Çift cidar sayesinde, tankerlerin çatışma ve karaya oturmaları halinde, taşıdıkları petrolün denize dökülme riski azaltılmış olur. Yaşam mahalleri ve makina dairesi yük bölgesinden koferdamlarla ayrılır. Ham petrolü çıkarıldığı yerden yükleyerek rafinerilere taşıyan ham petrol tankerleri daha büyük, rafinerilerden aldıkları işlenmiş petrol ürünlerini yurtiçi ve yurtdışındaki satış yerlerine taşıyan tankerler daha küçük kapasitede taşıma yaparlar. Bazı yapısal farklılıkları da olan bu iki tip tankerler ayrı alt gruplarda incelenebilir [7].

2.1.1 Ham Petrol Tankerleri

Bu gemiler ham petrolün çıktığı yer yakınındaki yükleme limanından veya boru hattı ile taşındığı liman bölgesinden, işleneceği rafineriye taşınmak amacıyla yapılan sıvı dökme yük gemileri olup kısaca tanker diye bilinmektedirler. Kuru yük gemilerinden daha hızlı yükleme-tahliye yapıldığından tankerlerin limanda kalış süreleri daha azdır. Aynı boyuttaki kuru yük gemisinden daha fazla yük taşırlar. Sıvı yükler pompalanarak gemiye

yüklenir ve tahliye edilir. Yükleme liman tesisleriyle yapılırken, tahliyede gemi pompa sistemi kullanılır. Dünya ham petrol gereksiniminin her yıl artışına bağlı olarak, ham petrol tankerlerinin taşıma kapasiteleri de artmaktadır. Birinci Dünya Savaşı'nda 8000 DWT olan tanker taşıma kapasitesi, İkinci Dünya Savaşı sonunda 12,000-16,000 DWT'a çıkmıştır. 1950'li yıllarda 30,000 DWT, 1960'da 100,000 DWT, 1965'te 150,000 DWT, 1967'de 200,000 DWT, 1969'da 350,000 DWT'a ulaşmıştır. 1972 yılında Japonya'da 500,000 DWT, 1982'de 560,000 DWT'luk tanker yapılmıştır (Şekil 2.1). Süveyş Kanalı'nın kapalı olduğu 1967-1975 arasındaki yedi yıl süresince ham petrol taşıyan tankerlerin taşıma kapasitesi artmıştır. Bunun nedeni, İran Körfezi civarındaki ham petrol alanlarından Ümit Burnu'nu dolaşarak Avrupa ve Kuzey Amerika'ya küçük tankerlerle ekonomik taşımamanın yapılamamasıdır. İran Körfezi civarındaki ülkelerden tüketim merkezlerine olan taşıma mesafesi Süveyş Kanalı yoluyla 4000-8000 deniz mili arasındaydı. Aynı bölgeden Ümit Burnu'nu dolaşarak yapılan taşıma ise 12,000 deniz mili civarındaydı. Bu nedenle gerek uzun taşıma mesafesi gerekse büyük hacimli taşımalar ham petrol tankerlerinin boyutlarının artmasına neden oldu. Süveyş Kanalı'nın ilk kapanışında Amerika'da tankerciliğin öncüsü sayılan Daniel Ludwig 1958 yılında, 104,500 DWT'luk Universa Apollo isimli o dönemin süper tankerini Japonya'da inşa ettirdi. Bunu 1960 yılının başlarında 130,000 DWT'luk bir dev tankerle 210,000 DWT'luk VLCC tipi tanker yapımı izledi. Süveyş Kanalı'nın 1967-1975 yılları arasındaki ikinci kapanış döneminde denizyoluyla ham petrol taşımacılığı tamamen değişti. Bu kapsamda 1970 yılında 350,000 DWT'luk ULCC tipi ham petrol tankerleri piyasada görülmeye başlandı. Shell firması 1976 yılında Fransa'da Batilus isimli 553,000 DWT'luk büyük tonajlı tankeri inşa ettirdi. Böylece bu dönemde Süveyş Kanalı'nı geçemeyen büyük boyutlu VLCC tipinde yeni birçok tanker vardı. Süveyş Kanalı'nın açılmasından sonra otoriteler, kanalları tarayarak daha büyük boyutlu gemilerin geçebileceği boyutlara ulaşarak kaybettikleri ticareti kazanma yönünde çaba gösterdiler [7].

Ham petrol taşımaları büyük tonajlı dev tankerlerle yapılmaktadır (Şekil 2.2). Eskiden dev, jumbo ve süper tanker adlarıyla da anılan bu tankerler günümüzde Suezmax, VLCC, ULCC notasyonlarıyla bilinirler. Bunlardan 120,000-200,000 DWT taşıma kapasitesinde olanlar Suezmax, 200,000-300,000 DWT kapasitelileri VLCC, 300,000 DWT'dan daha büyük olanları ise ULCC olarak bilinirler. ULCC tankerlerinin başlıca sakıncaları olarak; su

çekimlerinin büyüklüğü nedeniyle her limana yanaşamaması, kaza anında deniz kirliliğinin fazlalığı ve havuzlama olanağının güçlüğü söylenebilir.

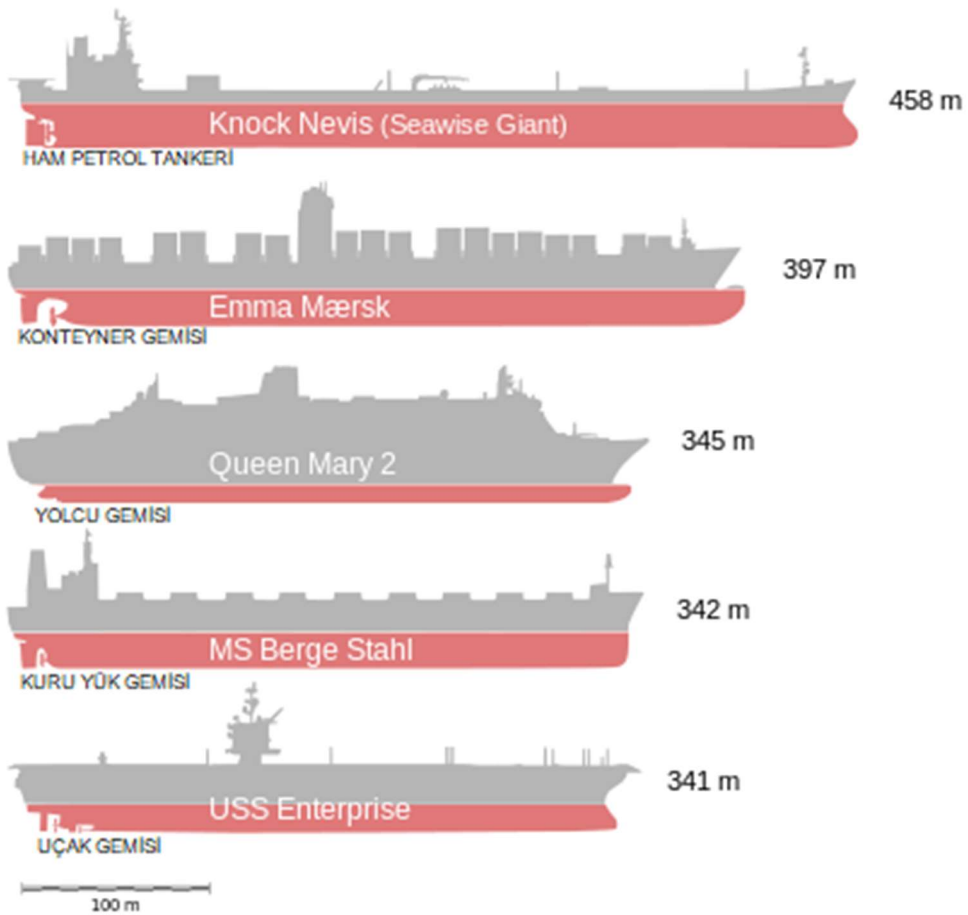


Şekil 2.1 Günümüze kadar inşa edilmiş en büyük tanker gemisi Knock Nevis (Seawise Giant veya Jahre Viking adıyla da bilinmektedir)

Tankerlerin su çekimi ve boyları Amerika'nın batı sahili, körfez limanları ve Süveyş Kanalı için kısıtlanmak zorundadır. Daha düşük taşıma kapasiteli ham petrol ve petrol ürünlerini taşıyan tankerler Handysize, Handymax, Panamax ve Aframax tipi tankerler olarak bilinirler. Küçük tankerler 20,000 DWT'a kadar, Handysize tankerler 20,000-35,000 DWT arası ve Handymax tankerler 35,000-50,000 DWT arası olarak bilinirler. Panama Kanalı'ndan geçebilecek maksimum büyüklükteki Panamax tipi tankerler 50,000-80,000 DWT arası olarak bilinirler. Ortalama navlun tespiti için Shell tarafından ortaya atılan Aframax tonajı 80,000-120,000 DWT arasındadır. Süveyş Kanalı'ndan geçebilecek maksimum büyüklükteki Suezmax tipi tankerler ise 120,000-200,000 DWT arası olarak bilinirler. Küçük boyutlu standart 20,000-30,000 DWT taşıma kapasiteli tankerler rafinerilerden müşteriye işlenmiş petrol ürünleri taşırlar. Ham petrol taşıyan 200,000 DWT kapasiteli bir tanker, 20,000 DWT'luk bir tankerin 10 katı kapasitesinde olmasına karşın, ana boyutları iki katı kadardır. Ham petrol tankerlerinin ortalama hızları 16 deniz mili, pompa kapasiteleri DWT'larının % 10'u kadardır. Bazı yükleri pompalamak güç olduğundan, bazı ham petrol tankerlerinin tanklarında gerektiğinde kullanılmak üzere

içinden buhar geçen ısıtma kangalları vardır. Bu kangallarla yükler ısıtılıp akıcılık kazandırılır ve pompalanması kolaylaşır. Tankerler çok sayıda enine ve iki boyuna perde ile tank dibinden güverteye kadar uzanan yük taşıma tanklarına ayrılmıştır. Kuru yük gemileri gibi ara güvertelere gerek yoktur. Sıvı yükler boru devreleri ile yüklenip boşaltılmaktadır. İşlenmiş petrol ürünleri taşıyan tanker farklı tipte yakıt taşıdığından farklı boru donanım devreleri vardır. Deniz kazaları sonucu oluşan kirliliği azaltmak için çift dipli ve çift cidarlı yapırlar [7].

Tankere özgü çok önemli bir sorun tankların temizlenmesidir. Bu temizlik sadece kirleri gidermek için değildir. Yük tahliyesi sonunda tankta kalan maddeler buharlaşır ve hava ile patlayıcı bir gaz oluşturur. Bu nedenle koruyucu önlem almak gerekir. Kapasitesi 20,000 DWT'dan büyük tankerlere inert gaz sistemi konur. İnert gaz sistemiyle tanklara verilen gazla, tankta birikmiş gazların yanıcı ve patlayıcı özelliği yok edilmiş olur [7].



Şekil 2.2 Knock Nevis gemisi ve diğer bazı önemli gemiler ile karşılaştırması

Tankerler boş seferlerinde tanklarına balast suyu olarak seyrederek. Tank içindeki artık petrol ürünleriyle kirlenen deniz suyu çevre için tehlikelidir. Bu nedenle temizlenmesi gerekir. Bunun için yoğunluğu az petrol su üstünde yüzdüğünden alttaki temiz su denize verilir, üstte kalan kirli su tankta kalıp bir sonraki yüke karıştırılır. Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) yeni tankerler için COW (Crude Oil Washing) denen ham petrol yıkama sistemini zorunlu kılmaktadır. Böylece basınçlı ham petrol püskürtülerek tanklar yıkanmaktadır. IMO 30,000 DWT'dan büyük tankerlerde ayrıştırılmış balast tanklarının (SBT) kullanımını MARPOL 1973/78 konvansiyonuna göre zorunlu hale getirmiştir. Böylece balast olarak anılan deniz suyu taşınan ürünlerle karışıp kirlenmediğinden, deniz kirliliği riskinin önüne geçilir [7].

2.1.2 Ürün Tankerleri

Ürün sözcüğü, rafinerilerde ham petrolün işlenmesiyle elde edilen ürünlerle, petrokimya endüstrisi ürünlerini kapsamaktadır. Ürün tankerlerinin çok sayıda bölmeleri olup, taşıma kapasiteleri 50,000 DWT'a kadar çıkmaktadır. Bu tür tankerler benzin, kerosen, nafta, dizel yakıtı, yağlama yağı, zift, katran, gaz yağı, uçak yakıtı ve benzeri petrol ürünleriyle, bitkisel yağ, şarap ve meyve suyu gibi sıvı maddeleri taşır. Tanker filosu içinde işlenmiş petrol ürünlerini taşıyan ürün tankerlerinin ayrı bir yeri olmasına karşın, ham petrol ve ürün tankerleri arasındaki belirsizlik nedeniyle çoğu kez istatistiki olarak ayrı bir şekilde ifade edilmezler. Temiz ürün tankeri olarak da bilinen bu gemiler ham petrol tankerleriyle benzer yapıda olup daha küçük taşıma kapasitesindedirler. Ürün tankerlerinin çoğu 10,000-50,000 DWT arasında olmasına rağmen bazen daha büyük tiplerine de rastlanır. Bu türden büyük kapasiteli tankerler kolayca ham petrol taşımada kullanılabileceği için çoğu kez ayrı bir grup olarak belirtilme gereği olmaz. Ürün tankerlerinin sıvı yük konan bölmeleri yükten kaynaklanan kirlenmeye karşı özel şekilde boyanırlar. Ham petrolün rafinerilerde işlenmesiyle elde edilen değişik petrol ürünlerini taşıyan tankerlere petrol ürünlerini taşıyan tanker denir. Bu tür tankerler gaz yağı, uçak yakıtı ve kerosen de taşır. Tankerlerin yük taşıyan kısmı enine ve boyuna perdelerle tanklara bölünmüştür. İşlenmiş petrol ürünlerini taşıyan tankerler, ham petrol tankerlerinden daha küçük, daha hızlı ve daha farklıdır. Değişik petrol ürünlerini taşıyan, her tankında kendi pompa sistemi olan tankerlerde farklı ürünlerin karışarak bozulması önlenir. Aynı seferde değişik petrol ürünleri taşıyıp, değişik limanlarda

yükleme, tahliye yapma durumundadır. Bu nedenle bu tankerlerin hem ham petrol taşıyan tankerlerden daha küçük olmalarına karşın sayıları fazla olan yük tankları, hem de yükleme-tahliye sistemleri bu tip çalışmaya uygun olmak zorundadır. Farklı tank gruplarının koferdamlarla birbirinden ayrılması, perdelerinin yağ geçmez olarak yapılması gerekir. Tanklar arasına koferdam denilen küçük bir boş ara tank konulmasıyla, bir bölmede yangın çıkması halinde diğerine geçmesi önlenmiş olur. Ayrıca taşınan her ürün çeşidi için ayrı bir pompalama sistemi gereklidir. Genelde dört farklı ürün için pompa sistemi yeterlidir. Petrol ürünlerini taşıyan tanker, ham petrolün rafinerilerde işlenmesiyle elde edilen asfalttan jet yakıtına kadar, gaz yağı, nafta, kerosen ve benzin, fuel oil ve mazot gibi petrol ürünlerinin her birini ayrı bölmelerinde taşımak için inşa edilen tankerlerdir. Motorin, benzin ve jet yakıtı gibi bir kısım ürünler damıtma yolu ile elde edilirler. Petrol ürünleri genel olarak temiz ürünler (CPP) ve kirli ürünler (DPP) olarak ikiye ayrılabilir. Taşıma kapasitelerine göre ürün tankerleri; Handy 20,000 DWT'a kadar (Şekil 2.3), Medium Range (MR) 20,000-50,000 DWT arası, Large Range 1 (LR1) 50,000-70,000 DWT arası ve Large Range 2 (LR2) 70,000-119,000 DWT arası olarak gruplandırılabilir [7].



Şekil 2.3 Handysize ürün tankeri, Puli gemisi

2.2 Kimyasal Tankerler

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yaygınlaşan kimyasal tankerlerin, yaklaşık 60 yıl gibi oldukça kısa geçmişleri vardır. İlk uygulamaları klasik tankerlerden dönüştürülerek yapılan kimyasal tankerlerdir. Kimyasal tankerler karmaşık ve pahalı gemilerdir. Ayrıca kimyasal maddelerin yükleme, tahliye ve depolamasında özel terminallere gerek duyulur. Son dönemlerde gemi tasarımlarındaki gelişmelerden biri de 2000-6000 DWT kapasiteli kimyasal tanker diye bilinen küçük tankerlerdir (Şekil 2.4). Bunlar bitkisel yağlar, yağlama yağı, melas, kostik soda, benzen, tolüen, ksilen, yapay kauçuk oluşturan sıvı (stiren) ve tüm kimyasal ürünleri taşırlar. Çözücü veya eritici madde diye bilinen solventleri taşıyan tekneler, basit ve en eski kimyasal tankerler olup, bazıları ürün tankeri olarak sınıflandırılır. Solventler genelde nafta, benzol, tolüen, ksilen, alkol ve bunların türevleri gibi rafineri ürünleridir. Kimyasal ürün tankerler daha büyük, kimyasal parsel tankerler daha küçüktür. Denizyoluyla taşınan sıvı kimyasal yükleri genel olarak beş farklı grupta toplanabilir [7].

- Organik maddeler
- İnorganik maddeler
- Bitkisel yağlar
- Hayvan yağları
- Diğer yükler



Şekil 2.4 Mrc Semiramis Kimyasal Tankeri

Son dönemlerde bitkisel yağ taşımalarındaki artışın başlıca nedeni, bio-yakıt olarak kullanılmalarından kaynaklanmaktadır. Kimyasal maddeleri dökme olarak taşımak amacıyla yapılan bu gemiler daha fazla güvenlik derecesi olan özel tankerlerdir. Korozyon etkisi nedeniyle tankerin yük taşıyan bölmeleri koruyucu boya ile boyanmış veya paslanmaz çelikten yapılmıştır. Kimyasal madde konan bölmelerle, dış kaplama sacı ve dip arasındaki mesafe güvenlik nedeniyle ürün tankerlerinden daha fazladır. Gemilerle taşınan yükün tutuşup yanması ve zehirlilik etkisi konusunda bölmelerde çok sıkı kısıtlamalar uygulanmaktadır. Tüm yük bölgeleri, ara bölmelerle diğerlerinden ayrılmıştır (Şekil 2.5). Böylece bir bölmedeki sızıntının personel ve çevreye zararı önlenmektedir [7].



Şekil 2.5 Tanker çift cidar yapısını gösteren kesit

Değişik kimyasal ürünlerin yükleme-tahliye ve taşınması sırasında karışması tehlikelidir. Bu nedenle tanklar ve pompalama sistemlerinin ayrılması önemlidir. Kimyasal madde tankerlerinin güverteleri, labirent şeklinde oldukça karışık boru devreleri ile kaplıdır. Tanklar özel malzemeden yapılmış olup tehlikeli sıvı yakıtları taşır. Zararlı, zehirli, malzemeyi aşındıran, yakıcı veya oldukça tehlikeli kimyasal maddeler bu tip gemilerle taşınır. Gübre, boya, ilaç, sabun deterjan ve patlayıcı yapımında kullanılan kimyasal endüstri maddelerinin taşınmasında da kullanılırlar. Amonyak, kostik soda, propilen, nitrik asit, fosforik asit, alkol, nişadır, şeker melası, bitkisel ve hayvansal yağ, petrokimyasal ürünler ile benzol, fenol ve kömür katranı gibi ağır kimyasallar da bu

gemilerle taşınır. Kimyasal tankerlerin tasarımı 1972 yılında uygulamaya konan tehlikeli kimyasal yüklerin dökme olarak taşınmasıyla ilgili IMO kurallarına göre yapılır[7].

Tehlikeli yükler, "IBC Code" gereğince tip I, II ve III şeklinde üç farklı tip kimyasal tankerle taşınır. Bu tipler IMO tarafından geminin karaya oturma ve çatışma durumlarında yüzer halde kalabilme kabiliyetleri ile kargo tanklarının çatışma ve karaya oturma olaylarında bütünlüğünü koruyabilmesi durumları göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur.

En tehlikeli yükler denizde çok uzun süre çözülmeden kalabilen maddeler olup tip I gemilerin en ortasında bulunan bölmelerle taşınırlar. Tip II tankerlerde ise bölmeler çift cidarlı olduklarından çarpışma anında daha güvenlidirler. Tip III ise, standart tankerlerle yapılan taşımalarıdır, günümüzde kullanım alanları sıkı kurallar ve gereksinimler nedeniyle oldukça daralmıştır [8].

Tip I tankerler, çok tehlikeli yüklerin (aşırı toksik, yüksek aşındırıcılığı olan) taşınmasına en uygun şekilde dizayn edilmiş olan tanker tipidir. Tip II ve tip III kimyasal tankerler ise tip I tankerin taşıdıklarına nazaran daha az tehlikeli olan yükleri taşıyabilecek şekilde dizayn edilmiş tankerlerdir. Belirtilen tehlike terimi, güvenlik tehlikeleri ve kirlilik tehlikelerini içerir. Kimyasal yüklerin, özel olanları haricinde çoğu tip I gemilere gereksinim duymaz [8].

IMO tip I kimyasal tankerler, herhangi bir yerinden hasar alması durumunda yüzer halde kalmaya devam edecek şekilde dizayn edilirler. Tip I tankerlerin kargo tanklarının dibi, geminin dibine en az geminin mastorideki genişliğinin 1/15'i mesafede olacak şekilde inşa edilmelidir. Şayet geminin mastori genişliğinin 1/15'i, 5 metreden fazla ise bu değer en az 5 metre olacak şekilde inşa edilmelidir. Ayrıca, tip I gemilerin yük tankları hiçbir noktada karina sacına 760 mm'den daha yakın olmamalıdır. Öte yandan, tip I gemilerin yük tankları gemi bordasına; en az geminin mastorideki genişliğinin beşte biri ya da 11.5 metre uzaklıkta olmalıdır [8].

Tip II kimyasal tankerlerin yük tankları, borda ve karina hizasından en az 760 mm içerde olacak şekilde inşa edilir. Yük tanklarının, dipten gemi dibine olan mesafe kuralları tip I gemiler ile aynıdır [8].

Tip III kimyasal tankerler için dip, faça ve borda uzaklıkları ile ilgili hiçbir kısıtlama yoktur.

Kimyasal tankerlerin IMO tiplerine göre taşıyabilecekleri yükler, IBC Kod 17. Bölüm “e” sütununda belirtildiği tanker tiplerine göre kısıtlanmıştır. Tip I geminin taşınmasına izin verilen bir kısım yükler tip II ve tip III gemiler tarafından, tip II geminin taşınmasına izin verilen bir kısım yükler de tip 3 gemiler tarafından taşınmaz. Bir kimyasal tankerin hangi tip olarak sınıflandırılacağına klas kuruluşu gereksinimler ışığında karar verir [8].

Kimyasal tankerler tip I, II ve III olmak üzere üçe ayrılırken taşınan yükler ise zehirlilik derecesine göre A, B, C, D şeklinde sınıflara ayrılır. Bu ayırımda A en zehirli, D ise en az zehirli durumu belirtir. Klasik ürün taşıyıcılara benzer tipleri yanında kalın ve ince çift cidarlı tipleri vardır. Ekseriyetle birçok pompa dairesi olan karışık bir boru hattı sistemi vardır. Tankların temizlenmesi klasik tankerlerden daha hassas olarak yapılır. Çok özel bir taşıma şekli olduğundan gemi personeli yanında işletme personeli ve aracı kurum personelinin de kurs şeklinde bir eğitim programından geçmesi gerekir [7].

2.3 Gaz Tankerleri

Gazlar sıvı hale gelince, atmosfer koşullarındaki halinden 1/600 kadar daha az yer kaplar. Bu nedenle gazlar ekonomik olarak sıvı halde taşınırlar. Ayrıca gazların depolanma ve elleçleme sistemleri de diğer yüklerden tamamen farklıdır. Her gazın özelliği onu taşıyacak geminin tasarımını etkilemektedir. Basınç veya düşük sıcaklıkta sıvı hale getirilerek taşınan gazlar, dört grup halinde incelenebilir [7].

Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG): Doğal gaz $-161.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye kadar soğutulularak sıvı hale getirilir. Bu gazın büyük bir kısmını metan, küçük bir yüzdesini ise diğer hidrokarbonlar oluşturur [7].

Sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG): Bu gazlar ekseriyetle propan, bütan veya bunların karışımından oluşur [7].

Amonyak gazı: Formülü NH_3 olan; azot atomu ve hidrojen atomundan oluşan renksiz, keskin ve hoş olmayan kokuya sahip bir gaz bileşiğidir [7].

Petrokimyasal gazlar: Bunlar etilen, propilen ve butadien gibi gazlardır [7].

Yukarıda belirtilen gazları taşıyan; tam basınçlı, tam soğutmalı ve yarı basınçlı-yarı soğutmalı gemiler şu şekillerde tanımlanabilir [7].

Tam basınçlı gemiler, genelde sıvılaştırılmış petrol gazı taşımalarında kullanılan LPG gemileridir [7].

Tam soğutmalı gemiler, atmosfer basıncında ve düşük sıcaklıkta taşıma yapan gemilerdir. LPG gemileri -42 °C'da, LNG gemileri -161.5 °C'da taşıma yapar [7].

Yarı basınçlı-yarı soğutmalı gemiler, tam basınçlı ve tam soğutmalı gemi tipleri arasındaki melez bir grubu oluşturmaktadır. Bu gemiler yüklerini -48 °C'da taşırlar. Daha sonraları yarı basınçlı-tam soğutmalı tipleri de inşa edilen bu gemiler etilen gazını -140 °C'da taşımaya başlamışlardır. Sıvılaştırılmış gazların taşındığı tanklar genelde beş farklı çeşitte olup bazılarında tekne ana gövdesini, düşük sıcaklıktaki yükün olumsuz etkisinden korumak için ikinci bir koruyucu yapı vardır. Tekne ana gövdesi içinde onunla yapısal bir bütünlük oluşturan integral tipi tanklar bütan tipi gazları atmosfer basıncında taşır. Bunların tekne gövdesi ikinci bir koruyucu yapı görevi yapar. İçinde bulunduğu tekne gövdesine yalıtım maddesi ve ince bir tabaka ile bağlanan tiplere membran tipi tanklar denir. Yarı membran tipi tankların membran tipinden farkı tekne içindeki sıvılaştırılmış gaz taşıyan bölmenin köşelerinin yuvarlatılmış olmasıdır. Bunlar LNG taşımaları için geliştirilmiş olmakla beraber, LPG taşımalarında da kullanılırlar. Sıvılaştırılmış gaz taşıyan bu üç çeşit tank da tekne ana gövdesi içinde olup prizmatik biçimdedir. Tekne ana gövdesinin bir parçası, şeklindeki yapıda olmayan bağımsız tanklar ayrı yapıda olup A, B ve C diye bilinen üç türü vardır. A tipi ikinci bir koruyucu yapıya gerek duyarken, B tipinde koruyucu yapı biraz daha azaltılmıştır. C tipinde ise ikinci bir koruyucu yapıya gerek yoktur. Bağımsız tankların çoğu küre ve silindir şeklindedir. İkili, üçlü ve çok sayıda yuvarlak parçaların bir araya getirildiği değişik uygulamaları vardır. C tipleri tam basınçlı, yarı basınçlı-yarı soğutmalı ve yarı basınçlı-tam soğutmalı tipi gemilerde kullanılırken A tipi tanklar tam soğutmalı gemiler için uygundur. İçten yanmalı tanklarda yalıtım tankların içine yapılmaktadır. LNG tankerlerinde kullanılan küresel, prizmatik membran tipi tankların gemi içindeki yerleşim şekilleri boyuna kesit üzerinde kolayca görünebilir. Sıvılaştırılmış gaz taşıyan tankerler taşıma kapasitelerine; Handygas 8000-20,000 m³ arası, Medium Gas Carrier (MGC) 20,000-50,000 m³ arası, Large Gas Carrier (LGC) 50,000-70,000 m³ arası ve Very Large Gas Carrier 70,000 m³ ve üzeri olarak sınıflandırılabilir [7].

2.3.1 Sıvılaştırılmış Doğal Gaz Tankerleri

Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) gemilerinin tasarımı oldukça zordur. Düşük sıcaklıkta sıvılaştırılmış yükleri taşıdığından maliyetleri LPG gemilerinden daha fazladır. Doğal gazlar havanın yoğunluğundan hafif olduğundan taşıma kapasitesi tondan çok m³ olarak belirlenir. Tipik bir LNG gemisinin kapasitesi 125,000 m³ tür. Bu yaklaşık 100,000 DWT'luk klasik tanker boyutunda bir gemi demektir. Doğal gazların sıvılaştırılarak dökme sıvı yük olarak taşınması 1959 yılında başlayıp, güvenli olarak LNG gemileriyle ticari olarak taşınması 1964'de gerçekleşmiştir. Doğal gaz % 75-% 95'i metan olan bir karışım olup, atmosfer basıncında kaynama noktası -162 °C'dur. Metan için -82 °C kritik bir sıcaklıktır. Bunun anlamı; bu sıcaklığın üzerinde sıvı hale getirilememesidir. Metanı -82°C da sıvılaştırmak için 47 bar bir basınç gereklidir. Gaz normal sıcaklıkta sıvılaştırılmaz. Sıvılaştırılmış doğal gaz tankeri, doğal gazları atmosferik basınçta -164 °C'da özel metalden yapılmış ve izole edilmiş tanklarda taşır. Tanklar silindir, küre ve dikdörtgen prizması şeklinde alüminyum veya nikel-çelik alaşımından yapılmıştır. Bu nedenle çelik tankları düşük sıcaklıktan korumak, gaz kaybını azaltmak ve gazın teknenin diğer bölümlerine sızmasından sakınmak gerekir. Taşıma kapasitesi 125,000 m³ olan bir LNG gemisinin (Şekil 2.6) silindir şeklindeki tankı 36.5 m çapındadır. Yaşam mahali ve makina dairesi kıçta bulunur ve tank bölgesinden koferdamla ayrılır. Doğal gaz tankerleri 130,000 m³ e kadar değişik tonajlarda yapılırlar. Servis hızları 16-19 knot arasındadır [7].



Şekil 2.6 Terminale yanaşık vaziyette bir Sıvılaştırılmış Doğal Gaz tankeri

2.3.2 Sıvılaştırılmış Petrol Gazı Tankerleri

LPG gemileriyle taşınan petrol gazları; propan, bütan, propilen veya bunların karışımıdır. Her üç gazın normal çevre sıcaklığının üzerinde kritik sıcaklığı vardır. Petrol gazları, ya atmosfer basıncında düşük sıcaklıkta veya normal sıcaklıkta oldukça büyük basınç altında ya da bu iki durum arasındaki bazı koşullarda sıvılaştırılır. Sıvılaştırılmış petrol gazları özel tanklar içinde üç farklı şekilde taşınır. Tanklarla taşıma; çevre sıcaklığında tam basınçlı, kısmen soğutulmuş yarı basınçlı veya atmosferik basınçta tam soğutulmuş olarak yapılır. Tam basınçlı tanklar, 17 bar basınç altında çalışan küre ve silindir biçimli kaplardır. Yarı basınçlı tanklar 8 bar basınçta $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'da çalışırken, tam soğutulmuşlar $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'da çalışmak üzere tasarlanmıştır. Normal çelikler $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'da gevrek bir malzeme haline gelip çatlayıp kırılabilir. Bu nedenle LPG tankları özel çelik alaşımlarından yapılırlar. LPG gemileri çift cidarlı yapısı, pompa tertibi, yaşam mahali ve makina dairesinin yeri yönünden LNG tankerlerine benzerler. LNG tankerlerinden biraz daha küçük olmalarına karşın aynı servis hızında çalışırlar. Petrol gazlarını taşıyan LPG tankerleri $95,000\text{ m}^3$ taşıma kapasitesine kadar değişik boyutlarda inşa edilen, 16-19 knot hızlarında çalışan teknelerdir (Şekil 2.7) [7].



Şekil 2.7 Sıvılaştırılmış Petrol Gazı tankeri

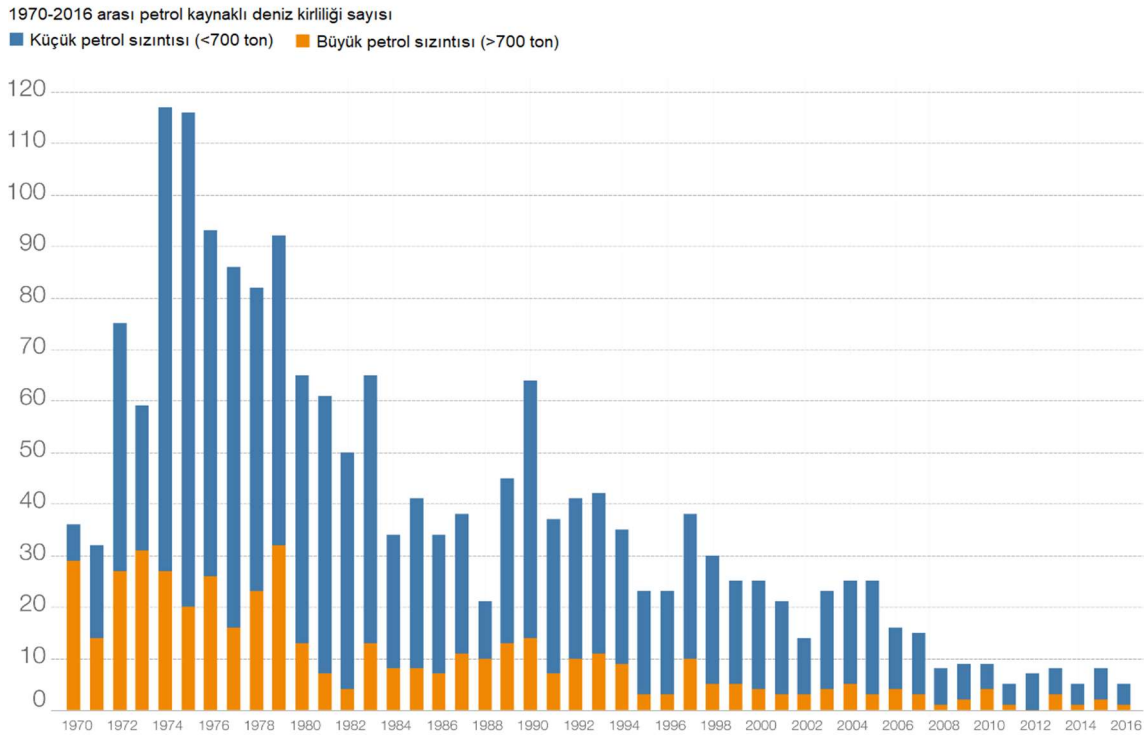
ULUSLARARASI KURAL VE SÖZLEŞMELER

Kimyasal tankerler ticari faaliyetleri boyunca pek çok kurala tabi tutulmaktadır. Bu kurallar başta insan hayatını korumak ve can güvenliğini sağlamayı amaçlamaktadırlar. Daha sonra ise çevreyi koruma ve çevre kirliliğini önleme konularında bağlayıcı ve tavsiye edici hükümler içermektedirler. Söz konusu kurallar ayrıca taşınan yüklerin bozulmaması ve özelliğini koruması amacıyla da oluşturulmuşlardır. İlgili kurallar aşağıdaki başlıklarda ayrı ayrı incelenmiştir.

3.1 1978 Protokolü ile Değişik, 1973 Tarihli Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (MARPOL 73/78)

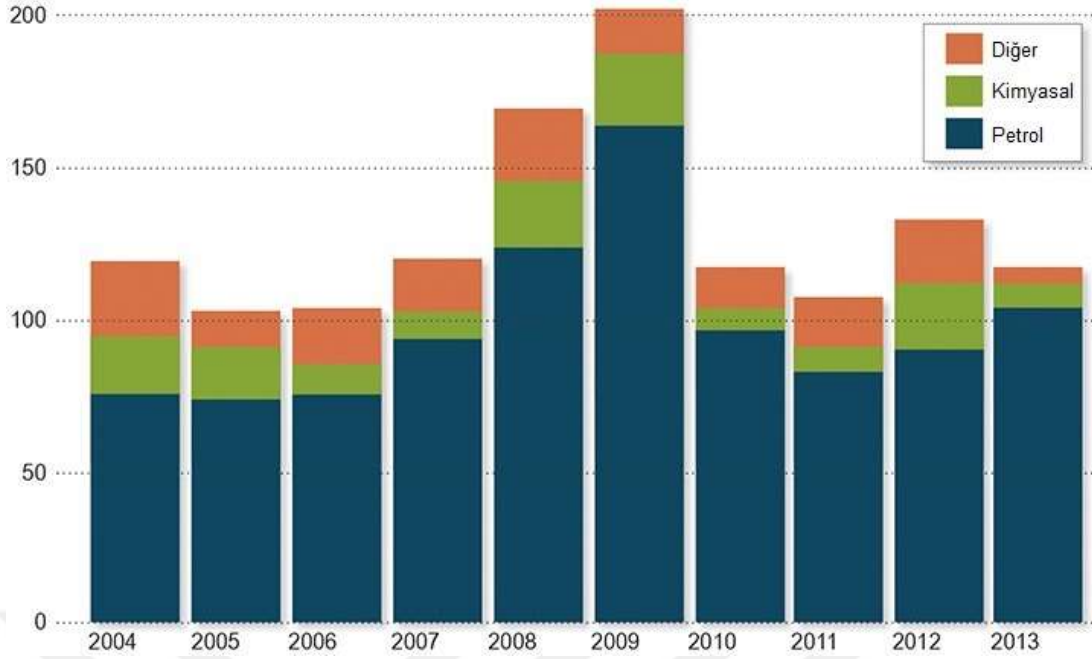
Petrol ve petrol ürünlerinin geniş ölçüde kullanılmaya başlamasından sonra, 1900'lü yıllarda, denizlerde ilk petrol tankerleri görülmeye başlanmıştır. 1920'li yıllarda ise denizlerde gemilerden kaynaklanan kirlilikler görülmeye başlanmıştır. Artan kazalar sonucu 1954 yılında petrol kirliliğinin azaltılması konularını düzenleyen "OILPOL Sözleşmesi" yapılmıştır. Fakat kazalar ve kirlilik olayları artmaya devam etmiş (Şekil 3.1), sonuç olarak da MARPOL Sözleşmesi geliştirilmiştir. MARPOL 73/78 Sözleşmesi, gemi kazaları veya gemi işletmesi kaynaklı deniz kirliliğinin önlenmesi konularını düzenleyen temel uluslararası sözleşmedir. MARPOL 73/78 Sözleşmesi petrol kirliliğinin (Ek I) yanı sıra, dökme ve paketli kimyasal yahut zehirli maddeler (Ek II ve Ek III) (Şekil 3.2), kirli su ve fosseptik suları (Ek IV), çöp (Ek V) ve hava kirliliği (Ek VI) konularını da ele almaktadır. MARPOL 73/78 Sözleşmesi'nin I. ve II. Eklerine katılım zorunlu, III. IV. ve V. Eklerine katılım ise isteğe bağlıdır. MARPOL 73/78 Sözleşmesi'nin zorunlu eklerine 2013 yılı itibarı ile dünya denizcilik filosunun yaklaşık % 98'ini temsil eden 138 ülke taraftır [9].

Ek I: Petrol Kirliliğinin Önlenmesi Kuralları 2 Ekim 1983 tarihinde yürürlüğe girmiş olup, hem gemi kazası hem de gemi işletmesi kaynaklı petrol kirliliğinin önlenmesi kurallarını içerir. Gemilerin kurallara uyumunun bir göstergesi olarak “Uluslararası Petrol Kirliliği Önleme Belgesi (IOPP)” verilme şartını içerir ve bu şart bayrak devletleri tarafından klas kuruluşları aracılığıyla denetlenir. Petrol tankerleri için bazı regülasyonlar zorunlu kılınmıştır. Bunlar; çift cidar zorunluluğu (Double Hull), ham petrol yıkama sistemi (Crude Oil Washing), ayrılmış balast tankları (Segregated Ballast Tanks), inert gaz sistemi (Inert Gas System) gibi gereksinimlerdir. Ek I kapsamındaki petrol ve petrol ürünlerinin atık sularının denize basılması yasaklanmıştır, bu gibi atıklar limanlardaki özel tesisler vasıtasıyla gemiden alınmalıdır[9].



Şekil 3.1 Geçmişten günümüze denizlerde meydana gelen petrol kirliliği sayıları

Ek II: Dökme Halde Taşınan Zehirli Sıvı Maddelerden Kaynaklanan Kirliliğinin Önlenmesi Kuralları 2 Ekim 1983 tarihinde yürürlüğe girmiş olup, hem gemi kazası hem de gemi işletmesi kaynaklı zehirli kimyasal madde kirliliğinin önlenmesi kurallarını içerir. Kimyasal sıvı maddeler, tehlike derecelerine göre 4 kategoride düzenlenmiştir. Bu kategoriler IBC Kod kapsamında gruplandırılmakta ve kuralları buna göre belirlenmektedir [9].



Şekil 3.2 Son yıllarda meydana gelen kirlilik sayısı ve yük cinsine göre oranı

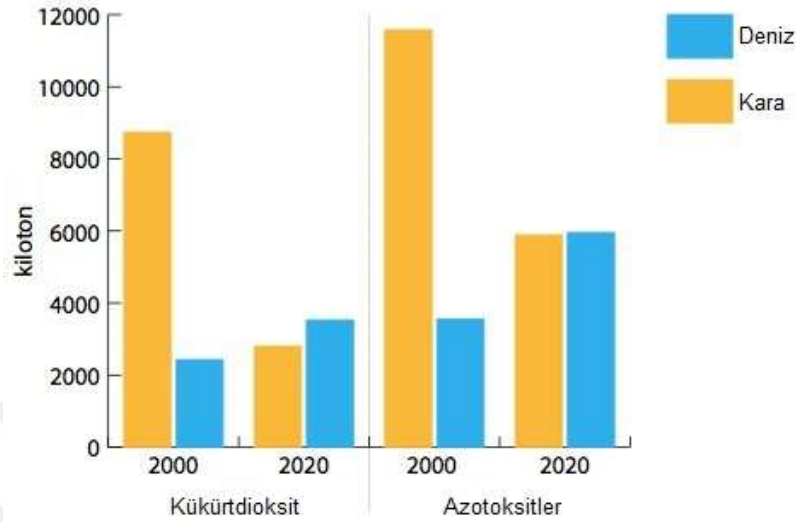
Ek III: Denizde Paketli Halde Taşınan Zararlı Maddelerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Kuralları 1 Temmuz 1992 tarihinde kabul edilerek yürürlüğe girmiştir. Paketlenmiş zararlı maddelerin sınıflandırılması, ambalajlanması, markalanması, etiketlenmesi, dokümanite edilmesi ve istifleri için genel hükümleri içerir. Bu kısımda "Uluslararası Deniz Yolu ile taşınan Tehlikeli Maddeler Kod'u (IMDG Kod)" zorunlu hale getirilmiştir [9].

Ek IV: Gemilerden Kaynaklanan Pis Su Kirliliğinin Önlenmesi Kuralları 27 Eylül 2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bölüm; gemi tuvaletlerinden, hasta bölümlerinden ve hayvan taşınan bölümlerden gelen fosseptik suyu kaynaklı kirliliğinin önlenmesi kurallarını içerir [9].

Ek V: Gemilerden Kaynaklanan Çöp Kirliliğinin Önlenmesi Kuralları 31 Aralık 1988 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bölüm; gemi kaynaklı çöp kirliliğini önlemeyi amaçlar [9].

Ek VI: Gemilerden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Önlenmesi Kuralları 19 Mayıs 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Atmosfere zarar veren emisyonların önlenmesi ile gemilerin baca gazlarından çıkan azot oksit (NO_x) ve kükürt oksit (SO_x) içeren gazların sınırlandırılmasına ilişkin kurallar bütünüdür. Ek VI kapsamındaki gemiler için "Uluslararası Hava Kirliliğini Önleme Sertifikası (IAPP)"nın düzenlenmesi zorunlu hale getirilmiştir ve bu şart yine bayrak devletleri tarafından klas kuruluşları aracılığıyla

denetlenir. SO_x ve NO_x emisyonlarının kısıtlandığı özel emisyon kontrol alanları belirlenmiştir. 2013 yılında yürürlüğe giren yeni kurallarla tüm sera gazı emisyonları miktarlarında ciddi azaltımlara gidilmiştir (Şekil 3.3) [9].



Şekil 3.3 Kara ve Deniz bazlı kükürtdioksit ve azotoksit emisyonları ve gelecek beklentileri

3.2 Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi, 1974 (SOLAS 74)

SOLAS Sözleşmesi, gemilerde ve denizde can güvenliği konularını düzenleyen uluslararası sözleşmedir. SOLAS Sözleşmesi ilk olarak "TITANIC" gemisinin herkesçe bilinen kazasının ardından, 1914 yılında kabul edilmiştir. Daha sonraları 1929, 1948 ve 1960 yıllarında yeni SOLAS Sözleşmeleri yapılmış fakat günümüzde geçerli olan SOLAS Sözleşmesi 1974 yılında düzenlenerek yürürlüğe girmiştir. SOLAS 74 Sözleşmesi denizcilikteki gelişmelere paralel olarak her sene 1 ya da 2 defa güncellenebilmektedir. Denizcilikteki gelişmelere paralel olarak 1978 ve 1988 yıllarında SOLAS 74 Sözleşmesi'ne iki ek protokol yapılmıştır. Günümüzde 1978 Protokolü büyük ölçüde işlevini yitirmiş olup 1988 Protokolü (Harmonize Sörvey ve Sertifikalandırma Sistemi) geniş olarak uygulanmaktadır. SOLAS Sözleşmesi şartları IMO tarafından sirküle edilmektedir. Tıpkı Marpol gibi, bayrak devletleri tarafından gereksinimleri klas kuruluşları aracılığıyla yapılmaktadır. SOLAS 74 Sözleşmesine 2013 yılı itibarı ile dünya denizcilik filosunun % 99'undan fazlasını temsil eden 162 ülke taraftır [9].

3.3 Tehlikeli Kimyasalları Dökme Halde Taşıyan Gemilerin Yapı ve Teçizatına İlişkin Uluslararası Kod (IBC Kod)

IBC Kod'un amacı; Kod'un 17. Bölümünde (Chapter 17) yer alan listede bulunan tehlikeli sıvı kimyasalların dökme olarak taşınmasında kullanılacak gemilerin, dizayn ve inşa standartlarının belirlenmesi, bu kimyasalların dökme halde deniz yoluyla emniyetli bir şekilde taşınması ve ilgili ürünlerin niteliğini göz önünde bulundurarak gemi, içindeki personel ve çevrenin maruz kalacağı risklerin en aza indirilmesidir. Kimyasal yüklerin; patlayıcılık, parlayıcılık, zehirleyicilik, korozyon ve reaktivite gibi bir veya birden fazla tehlikeli özelliği vardır [9].

Marpol sözleşmesinin Ek II kurallarına göre sıvı yükler X, Y, Z ve OS olmak üzere 4 kategoriye ayrılır. Hangi yükün hangi kategoride olduğunu ve yüke özel kuralları ise IBC Kod denetlemektedir. X kategorideki yükler tahliye edildikten sonra zorunlu olarak "prewash" adı verilen saf suyla yıkama işleminden geçirilmek zorundadır. Yük-su karışımı, yükün tahliye edildiği terminal tarafından alınır. Y kategorideki yüklerin tahliyesi için özel durumlar vardır. Yükün tahliyesi şayet erime noktasının 10 C veya daha az bir sıcaklık üstünde ve/veya viskozitesinin 50 mPa.s üzerinde bir değer ile tahliye edilmesi durumunda tıpkı X kategorideki yükler gibi ön yıkama işine ihtiyaç duyulur. Y kategori yükler için gereken değerler konşimento üzerine işleneceği gibi, taşıma dokümanı ile ayrıca da belirtilebilir (Şekil 3.4). Bu değerleri sağlayarak tahliye edilen yükler, tahliye işleminden sonra en yakın karadan en az 12 deniz mili uzakta olmak koşulu ile en az 7 knot hız ile yıkanarak denize tahliye edilebilir. Z kategori yükler erime noktası ve viskozite değerlerinden bağımsız olarak tahliye edildikten sonra ön yıkamaya ihtiyaç duymazlar, yıkama suları Marpol kuralları kapsamında denize tahliye edilebilir. OS kategorisindeki yükler ise tıpkı Z kategori yükler gibi ön yıkamaya ihtiyaç duymaz ve yıkama suları liman içinde dahi denize tahliye edilebilir [10].

Shipping Document
For the purposes of MARPOL Annex II and the IBC Code

Name of Ship: mt Aleyna Mercan
 Owners : MRC Aleyna Shipping Co. - Marshall Islands
 Managers : MRC Denizcilik – Istanbul
 Port of Registry:

Voyage Number:
 IMO Number:

Cargo name (as per B/I)	Product Name (per IBC Code*)	Loading port(s)	Discharge port(s)	Temperature during voyage	Discharging temperature	Viscosity @ discharge temperature	Melting point (deg.C) *2	Viscosity at 20°C (mPa.s) *3	Temp. at which cargo has viscosity of 50mPa.s (deg.C) *4
Prowax 512	Paraffin Wax	Augusta, Italy	Moerdijk, The Netherlands	62°C – 65°C	68°C – 70°C	Below 50 mPas	51-56°C	N/A	Not measurable as less than 50 mPas at meltingpoint

Shipper Full Style:

Signature (charterers) :



Bobius Nederland B.V.
 Kerkweg 126, 5462 KK Veghel
 Postbus 109, 5480 AC Schijndel
 Nederland
 Tel: +31 (0)73 543 30 00
 Fax: +31 (0)73 543 30 10
 e-mail: sales@nl.bobius.com

bobius

- *1) Cargo name as it appears in the IBC Code or MEPC.2/Circular
 *2) Required by IBC 16.2.9 (Degrees Celsius)
 *3) Required by IBC 16.2.6 (Millipascal Seconds)
 *4) Required by IBC 16.2.6 (Degrees Celsius)

Şekil 3.4 Parafin Vaks yüküne ilişkin IBC ve Marpol Ek II gereksinimlerini belirten taşıma dokümanı

3.4 Yağlı Tohumlar ve Yağ Birlikleri Federasyonu (FOSFA) Kuralları

Fosfa kuralları; gemilerde yenebilir sıvı bitkisel yağlar, hayvansal yağlar ve diğer yağların taşınması hakkında Yağlı Tohumlar ve Yağ Birlikleri Federasyonu tarafından oluşturulan kurallar bütünüdür. Bu kurallar, gemilerin bu tür yükleri taşımamasından önce taşıdığı yükler ile ilgili kısıtlamalar, yükler özelinde yükleme, taşıma ve tahliye sıcaklıkları, gemideki ısıtma sistemlerinin yapısı, gemi tank kaplamalarının yapısı, gemi tank temizleme yöntemleri gibi konuları ele almaktadır (Çizelge 3.1) [11].

Çizelge 3.1 Fosfa kuralları dahilinde taşınan bazı yükler için gereken sıcaklıklar

YÜK TİPİ	SEFER BOYUNCA		TAHLİYEDE	
	Min (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Max (°C)
Hindistancevizi yağı	27	32	40	45
Balık yağı	20	25	25	30
Fıstık yağı	Ortam sıcaklığı		20	25
Mısırözü yağı	Ortam sıcaklığı		15	20
Zeytin yağı	Ortam sıcaklığı		15	20
Palm yağı	32	40	50	55
Ayçiçek yağı	Ortam sıcaklığı		15	20
Hayvan Yağı	44	49	55	65

Fosfa dahilinde yüklerin taşınabilmesi için öncelikle geminin onaylı klas kuruluşu tarafından klaslanması gerekmektedir. Tankların bakır, pirinç, bronz gibi materyalden yapılmamış olması gerekmektedir. Paslanmaz çelik tanklar Fosfa uyumludur. Tank kaplamaları olarak Fosfa uyumlu olan tank kaplamaları tercih edilmelidir. Isıtma sistemleri sadece paslanmaz çelikten yapılmış olmalıdır. Ayrıca ısıtma için sıcak su veya su buharı kullanılmalıdır, termal yağ ısıtma sistemi kontaminasyon ihtimali gözetilerek kabul edilmemektedir. Ayrıca bazı viskoz yüklerde istenen yüksek ısıtma gereksinimlerini karşılayabilmek adına gemilere kurulan ısıtma sistemlerinin ve bu yüklerin yıkanmasını kolaylaştırabilmek için tank yıkama sistemlerinin yeterli düzeyde olabilmesine azami dikkat edilmelidir. Kargo devreleri, valfler, tank yıkama ekipmanları ve kargoyla direkt veya endirekt temas eden tüm ekipmanlar paslanmaz çelikten imal edilmiş olmalıdır. Şayet gemide bu yüklerle temas etmemesi gereken başka yükler de taşınacak ise, bu yüklerin birbirine temasını önleyecek şekilde tanklar ve devreler arası çift valf segregasyonu sağlanmalıdır [11].

Fosfa dahilindeki yüklerin yükleyicisi, sefer bazlı kiracısı veya alıcısı, geminin tanklarındaki son yük veya son 3 yüklerin Fosfa kabul edilebilir yükler listesinde olmasını yahut Fosfa yasaklı yüklerin tanklarda bulunmamasını isteyebilmektedirler. Bu sebepten dolayı, Fosfa yüklerin anlaşması öncesi gemilerden son üç yük formu (Çizelge 3.2) istenir ve ilgili tarafın onayından geçer.

Çizelge 3.2 Son Üç Yük Formu

TANKS	LAST CARGO	2ND LAST CARGO	3RD LAST CARGO
1 CENTER	SOYABEAN OIL	SUNFLOWERSEED OIL	FATTY ACID METHYL ESTER
2 PORT	SOYABEAN OIL	PALM OIL	TALLOW
2 STARBOARD	SOYABEAN OIL	PALM OIL	TALLOW
3 PORT	SOYABEAN OIL	COCONUT OIL	TALLOW
3 STARBOARD	SOYABEAN OIL	COCONUT OIL	TALLOW
4 PORT	SOYABEAN OIL	PALM OIL	TALLOW
4 STARBOARD	SOYABEAN OIL	PALM OIL	TALLOW
5 PORT	SOYABEAN OIL	COCONUT OIL	TALLOW
5 STARBOARD	SOYABEAN OIL	COCONUT OIL	TALLOW
6 PORT	SOYABEAN OIL	COCONUT OIL	TALLOW
6 STARBOARD	SOYABEAN OIL	COCONUT OIL	TALLOW
7 PORT	PALM OIL	TALLOW	SUNFLOWERSEED OIL
7 STARBOARD	PALM OIL	TALLOW	SUNFLOWERSEED OIL

Çizelge 3.2'deki son üç yük formunda yüklerin tamamı Fosfa kabul edilebilir yükler klasmanındadır ve ilgili gereksinimi karşılar.

BÖLÜM 4

KİMYASAL TANKER PİYASASI

Dünya taşımacılığının 2008-2017 yıllarındaki yüzdeler dağılımı tablosunda 2016 yılında deniz yolunun payı % 84 olarak gerçekleşmiş olup, 2017 yılı için de öngörülen değer % 84'tür. 2009 yılı global krizde tüm ulaşım modları ile yapılan küresel mal taşımaları % 12 azalmış, fakat toplam uluslararası mal taşımaları içindeki deniz taşımacılığının payı 2008 yılındaki % 79'dan 2009'da % 87'ye yükselmiştir (Çizelge 4.1) [12].

Çizelge 4.1 Dünya Taşımacılığı ve Deniz yolunun Payı

Yıllar	Dünya Taşımacılığı (Tüm Yollar) Milyar Ton	Dünya Taşımacılığı Değişim (%)	Dünya Denizyolu Taşımacılığı (Milyar Ton)	Dünya Taşımacılığında Deniz yolunun Payı (%)
2008	10,86	-	8,61	% 79,00
2009	9,56	-%12	8,29	% 87,00
2010	10,82	%13	9,07	% 85,00
2011	11,54	%7	9,47	% 83,00
2012	11,83	%3	9,88	% 84,00
2013	12,19	%3	10,21	% 84,00
2014	12,58	%3	10,54	% 84,00
2015	12,88	%3	10,77	% 84,00
2016	13,18	%4	11,10	% 84,00
2017(*)	13,55	%3	11,34	% 84,00
(*) Öngörülen				

2007 yılında patlak veren küresel krizin etkisiyle 2009 yılında global deniz ticaretinde ilk defa % 4 oranında negatif büyüme kaydedilmiştir. 2008 yılından itibaren tonaj arzına nazaran filonun fazla büyüme performansı göstermesi navlunlar üzerinde olumsuz yönde baskı oluşturmaktadır (Çizelge 4.2) [12].

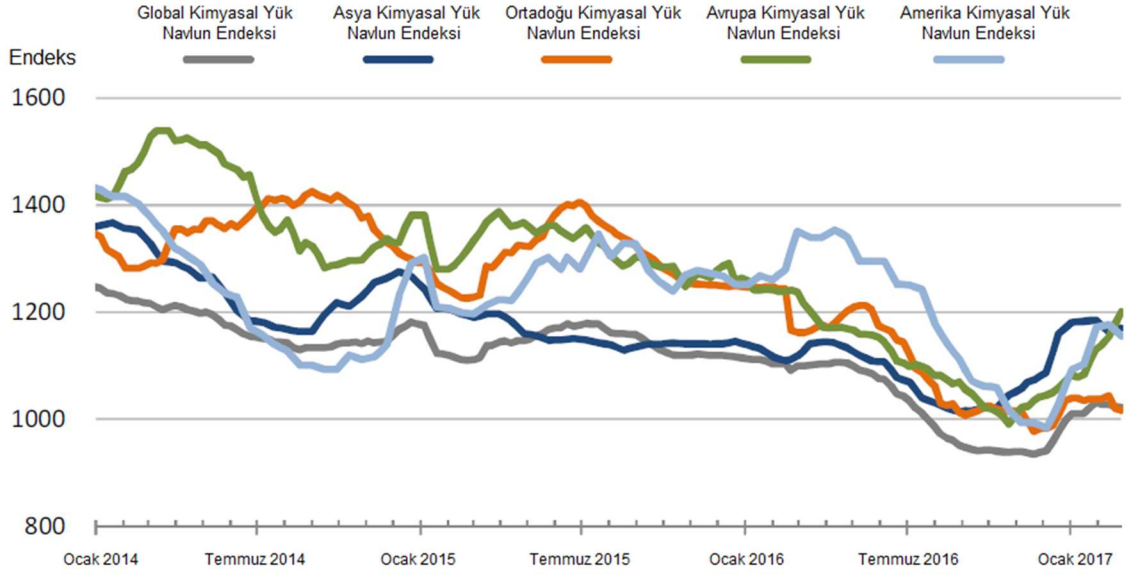
Çizelge 4.2 Yük Cinsleri İtibariyle Dünya Deniz Taşımacılığı 2008-2017 (Milyon Ton)

YILLAR	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017(**)	2016/15 Değişim %	2017/16 Değişim %	10 Yıllık CAGR (Yıllık Bileşik Büyüme)
Demir Cevheri	841	898	991	1.053	1.110	1.189	1.337	1.363	1.426	1.478	4,6%	3,7%	6,6%
Kömür	793	807	930	1.000	1.123	1.179	1.214	1.134	1.123	1.128	-1,0%	0,5%	3,9%
Hububat	319	321	343	345	375	390	432	459	471	486	2,7%	3,3%	4,8%
Minor Dökmeyükler(*)	1.602	1.402	1.589	1.704	1.736	1.824	1.836	1.863	1.865	1.886	0,1%	1,1%	1,4%
Ham Petrol	1.903	1.820	1.872	1.852	1.906	1.837	1.806	1.861	1.934	1.937	3,9%	0,2%	0,1%
Petrol Ürünleri	825	833	882	910	915	957	964	1.024	1.069	1.090	4,4%	2,0%	3,2%
LPG-LNG	228	236	276	306	300	305	317	328	344	362	4,8%	5,3%	4,8%
Kimyasal Madde	210	215	231	244	252	263	266	277	284	293	2,6%	3,4%	3,7%
Konteyner	1.272	1.134	1.291	1.414	1.478	1.539	1.629	1.668	1.726	1.798	4,4%	4,2%	4,0%
Diğer Kuruyükler	710	689	742	729	768	795	824	845	861	879	1,9%	2,2%	3,0%
Toplam	8.703	8.355	9.147	9.557	9.963	10.278	10.625	10.822	11.103	11.337	2,5%	2,1%	2,9%
Toplam	8.706	8.355	9.147	9.557	9.963	10.278	10.625	10.822	11.103	11.337	2,5%	2,9%	

4.1 Kimyasal Tanker Piyasasının İncelenmesi

UNCTAD tarafından yayınlanan 2016 yılı deniz taşımacılığı raporuna göre, 2015 yılında ham petrol tüm yakıt türevlerinde birinci sırada yer alırken küresel enerji tüketiminde ise 3. Sırada yer almıştır. Küresel petrol tüketimi, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği başta olmak üzere, Çin ve Hindistan'ın da % 6.3 ve % 8.1 ile müdahil olduğu Ekonomik İş Birliği ve Gelişim Organizasyonu çerçevesinde Güçlü talep desteğini sürdürmüştür. 2015 yılında genel olarak küresel petrol üretiminin hızlı bir şekilde gelişmeye devam etmesi petrol fiyatları üzerinde düşüşe neden olan bir baskı yaratmıştır. Bu gelişmeler ile küresel ham petrol ticareti 2014 yılının aksine 2015 yılında % 3.8 büyüyerek tahmini toplam taşınan kapasite olarak 1.77 milyar tona ulaşmıştır. Küresel deniz yoluyla taşınan petrol ticareti ise mevcut talepten daha hızlı bir ivme kat ederek son tüketicinin ihtiyacı olan petrol talebinin bu büyük oyunda önemli bir faktör olmadığını göstermiştir. Piyasada fazlaca mevcut olan petrol arzı, düşük petrol fiyatları, rafineri kapasitelerine yapılan yatırımlar, gelişen rafineri marjları ve rafineri inşa aktiviteleri taşınan petrol kapasitesi artışı ile petrol depolama kısmında daha fazla talebe ve buna bağlı olarak gecikmelere neden olmuştur. Düşük petrol fiyatları ve gelişmiş rafineri marjları Batı Afrika ile Batı Asya bölgeleri arasındaki taşımalarda olduğu kadar Avrupa bölgesine yapılan ithalatı da desteklemiştir. Kapasiteler tahmini % 9.3'e kadar yükselirken, Çin'e yapılan ham petrol ithalatı büyümenin yarısı kadar bir değerde kalmıştır. Bununla birlikte, Çin'deki rafinerilerde üretilen petrolün artması, ülkenin stratejik petrol rezervinin doldurulması ve piyasanın liberalizasyona gitmesi, ham petrol

ithal edilmesi veya ithal edilen ham petrolün rafine edilmesi için bağımsız pek çok rafineriye izin verilmesi Çin'in petrole olan talebini ve ham petrol ithalatını artırıcı etki göstermiştir. Amerika ve Çin'den sonra dünyanın en büyük 3. Ham petrol ithalatçısı olan Hindistan, Latin Amerika ve Batı Afrika dahil olmak üzere ham madde kaynağı ağını genişleterek ithalatı artırmıştır. 2015 yılındaki en önemli iki gelişme ham petrol ticaretinin kollarında da önemli potansiyele sahiptir. Amerika 40 yıldır ham petrol ihracatı üzerinde sürdürdüğü engeli büyük ölçüde kaldırmıştır. Kısa dönemde düşük petrol fiyatları devam ederken ihracatını da yeterli seviyede sınırlaması petrol ihracatındaki büyümeyi etkilemiştir. Buna rağmen, Amerika kaya gazı üretimini artırarak dünya enerji haritasının geleceğini yeniden belirlemeyi hedeflemektedir. Buna ek olarak, İran üzerindeki bazı ambargolar da kaldırılmış ve bu da ham petrol piyasasına daha fazla ürün ve ham madde girişine yol açmıştır. Ambargoların hafifletilmesi petrol arzında ve düşük birim fiyatlarda daha fazla baskıya yol açmıştır. Diğer yandan petrol ihracatı ise piyasa içi ve dışındaki finansal, yasal ve teminat gerekçeli durumlar nedeniyle belirsizliğini sürdürmeye devam etmektedir. Petrol ve gaz ürünleri ticareti ise 2015 yılında 1.17 milyar tona ulaşarak % 5.1 oranında artış göstermiştir. Gerçek değerler açısından UNCTAD böyle bir veri tabanı oluşturmasa da Clarksons araştırma ekibinden alınan verilere göre petrol ürünleri 1 milyar ton kapasite ile % 6.2 oranında, gaz sektörü ise 328 milyon ton kapasite ile % 3.5 oranında artmıştır. 2014 ve 2015 yıllarında pek çok rafinerinin kapatılmasıyla Avustralya'daki güçlü talep olduğu kadar Asya bölgesindeki ithalatı da destekleyici etki göstermiştir. İthalattaki büyüme ise Hindistan'daki güçlü ithalat talebi ve 2014 sonlarına doğru dizel yakıt türevlerinin kaldırılmasıyla daha da güçlenmiştir. Avrupa'daki ithalat düşük petrol fiyatları nedeniyle artış gösterirken bu yükselmenin en büyük sebebi ise rafineri üretimleri ve Avrupa ülkeleri arası ticaretin artması olmuştur. Buna paralel olarak son kullanıcı talebine ek olarak düşük petrol fiyatları daha büyük ticari aktiviteleri tetikleyerek kur farklarından kaynaklı yeni fırsatlar ortaya çıkarmıştır. Yük tiplerine bağlı olarak petrol ürünlerine olan talep dizelin depolama faaliyetleri olduğu kadar gaz ve yakıt taşımaları bazından da desteklenmektedir. Arz kısmında ise kapasite olarak Batı Asya'da ve Suudi Arabistan'da kısmi olarak büyüme devam ederken Amerika'da mevcut yurt içinde ham petrol rezervlerinin varlığı da Amerika'daki petrol ürünü ihracatını artırıcı etki gösterdiği saptanmıştır [13-15].



Şekil 4.1 Kimyasal Piyasasının bölgelere göre 2014-2017 trendi

4.2 Uygun Tonaj Seçimi ve Üç Farklı Tonajda Gemi Örneği Belirlenmesi

Kimyasal yük piyasasına bakıldığında tek parsel yükler genel olarak 2000-10,000 ton arasında miktarlarda taşınmaktadır. 10,000 ton ve üzeri yükler genel olarak ürün tankerlerinde taşınmaktadır ve kimyasal tankerlerin bulundurduğu özel sistemleri gerektirmeyecek özelliktedir. 2000 ton altı miktardaki yükler ise genel olarak parsiyel yük olarak taşınmaktadır ve tankerlerin bir veya birkaç tankı kiralananarak taşıma işlemi gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla kimyasal tankerin inşa edilirken kapasitesinin 2000-10,000 ton arasında planlanması doğru bir hamle olarak değerlendirilebilir. Kimyasal yük piyasasında 10,000 ton değerine yaklaşan yükler seyrek görülmektedir. Bu tonajdaki tanker armatörleri genelde 2 veya daha fazla yükü kombine ederek taşıma yapmak durumunda kaldıkları için her zaman bir risk mevcuttur. Kombine edilecek yüklerin birbiriyle etkileşime girme ihtimali, sıcak-soğuk yüklerin yan yana yüklenememesi, 2 ayrı yükün ve yükleme-tahliye limanının kullanılması durumunun yarattığı stabilite problemleri, balastlama gereksinimlerinin artması gibi etkenler göz önüne alındığında bu tonajda bir gemi inşa etmenin, şayet özel bir sözleşme veya layner hat anlaşması olmaması durumunda rantabl olmadığı kanaatine varılabilir. 2000 ton civarı bir tonajda inşa edilecek tanker ise kendi tonajındaki yükler konusunda oldukça rekabetçi olabilecek iken, tonajın artması durumunda yetersiz kapasitede kalacaktır. Geminin yetersiz kapasitede olması, yitik hacim ile olsa dahi yükü yükleyebilmesinden daha az istenecek

bir durumdur. Ayrıca bu gemilere kurulacak ekipmanlar nispeten ucuz olan tekne ve makine maliyetlerini, büyük tonajlı gemilere göre daha yüksek bir katsayı ile artıracaktır. Tıpkı 10,000 ton civarı tonajdaki gemiler gibi, özel ve uzun süreli bir yük taşıma anlaşması olmadığı müddetçe bu tonajdaki gemilerin inşası finansal riskler teşkil edebilir. Kimyasal yük piyasasında en sıklıkla taşınan yükler 3000-7500 ton civarındadır. Kimyasal tanker filolarına baktığımızda en çok bu tonajda gemiler görülmektedir. Bu tonajdaki gemiler çoğunlukla tek parsel yükleri kapasitesinin önemli bir kısmını kullanarak taşımaktadırlar. Yitik hacmin nispeten düşük kalması, finansal verimin yüksek olmasını ve katlanılan maliyetlerin optimizasyonunu sağlamaktadır [14], [15].

Yukarıdaki bilgiler ışığında, çalışmada kullanılacak 3 grup tankerin tonajları, DWCC değerleri göz önüne alınarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT değerleri olarak belirlenmiştir. Sonraki bölümlerde bu tonajlarda gemi örneklerinden yola çıkılarak gerekli değerler elde edilecektir.

KİMYASAL TANKERLERDE BULUNAN SİSTEMLER

Kimyasal tankerler; taşıdıkları yüklerin çeşitliliği, özellikleri, tehlikeli olabilecek durumlarına ayrıca çalıştırılmak istendiği bölgelere göre çok çeşitli şekilde dizayn edilebilirler. Kimyasal tankerlerin kendilerine özgü bir tekne formu olduğu gibi üzerinde bulundurulacak donanımları da oldukça özeldir. Tekne ve ana makinesi kararlaştırılan bir kimyasal tankere optimum gereksinimleri karşılayabilecek yardımcı makineler ve donanımlar ilave edilmesi gereklidir. Kimyasal tankerlerde önem arz eden bazı donanım ve yardımcı makineler detaylı olarak aşağıdaki başlıklarda incelenmiştir.

5.1 Tank Kaplamaları

Yük tank kaplamaları (coating); yükün özelliklerinin korunması, yükün uzun süre bozulmadan saklanması ve tank temizliği konuları açısından oldukça önemli bir donanımdır. Tank kaplamasının özellikleri tam olarak anlaşılmadığında gereğinden uzun süren ve yetersiz bir tank temizliğine ya da en kötüsü yükün kirletildiği konusunda iddialara neden olabilmektedir. Bir diğer nokta ise kaplamanın ana görevinin, tankerin çelik yapısında meydana gelen aşınmayı önlemek olduğudur. Boya üreticileri tankerler için her yönden aşınmayı önleyici ve kimyasal dirence karşı ticari yönden etkili olan en iyi kaplamaları üretmeyi çabalamaktadırlar. Gemiler kaplamaya gereksinim duymamak üzere paslanmaz çelikten de imal edilebilirler (Şekil 5.1) ancak yapım maliyetleri oldukça yüksektir [16].



Şekil 5.1 Paslanmaz çelik tank

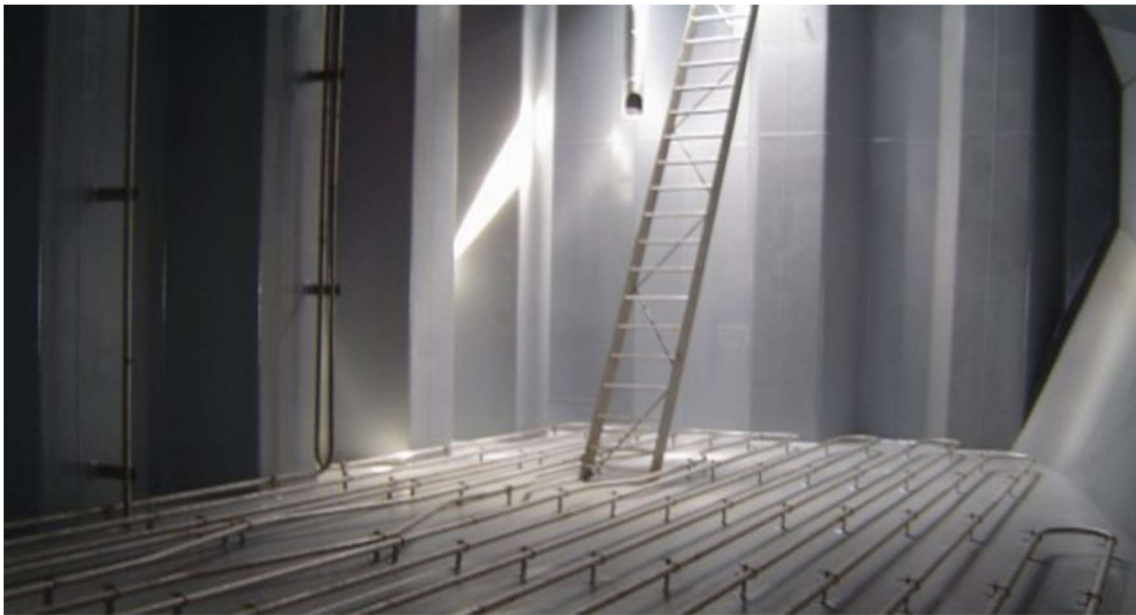
Tankerler ticari kazançlar için yola çıktıklarında tank kaplamalarının işlemeye ve işletmeye yönelik etkileri hissedilir. Bu, yük tankının kaplaması ve tank temizliğinin gereksinimi arasındaki büyük ilişkinin anlaşılmasıdır. Tank kaplamaları bir tankerin göze çarpa en birincil özelliklerindedir. Tüm yük kaplamalarında kısmen de olsa "mükemmel" bir kaplamanın mevcut olmadığını gösteren bir unsur olduğunu söylemek gerekmektedir [16].

Doğal kaplamalarda PVC'nin artışı her yük için olmasa da açıkça görülen kimyasal direnci iyileştirebilir. PVC'yi artırmak genelde kaplamanın giriş ve çıkışlarda yüklere daha kolay bir hareket kabiliyeti de sağlar. Kalan zaman içerisindeki düşüş, uçuculuğu olan yüklerde potansiyel kirlenmede azalma eğilimi gösterir. Ancak, geçişteki artış kaplamayı felakete sebep olacak suya karşı oldukça daha hassas yapabilir. Organik kaplamaların esnekliği ve kimyasal direncin her ikisi üzerinde kayda değer etkiye sahip çapraz bağlantı kapasitesi da göz önünde bulunması gerekir. Genelde, çapraz bağlantı kapasitesi ne kadar yüksek ise daha iyi bir kimyasal direnç ama daha düşük esneklik sağlanır. Tanker işlemeye başlar başlamaz çatlamayacak olan uzun ömürlü kaplamaları üretmek için kimyasal direncin

uyumlu olması gerektiğinin, kaplamayla ilgili kimyasal ve petrol ürünlerindeki özgün (spesifik) direncin son derece önemli olduğunun bilinmesi gerekir. Bu, birçok kaplama üreticilerinin her ticari işe uygun istenen ihtiyaçları karşılamak için yapılabilir olan farklı çeşitteki kaplamaları tedarik etmelerinin ayrıca en makul sebebidir [16].

Organik Kaplamalar;

Bugün yaygın olarak kullanılan iki tür organik kaplama vardır. Bunlar Fenolik Epoksi ve düz Doğrudan Epoksi'lerdir. Bunlar temelde kimyasal direnç yönünden farklıdır. Fenolik epoksiler doğrudan epoksilere nazaran daha yüksek bir kimyasal direnç sağlar. Böyle olduğundan, fenolik epoksiler kimyasal işlerde doğrudan epoksilerin bitkisel yağlarda, basit kimyasallarda ve temiz petrol ürünlerinde kullanılmasına karşın çok daha yaygın kullanım alanı vardır. Marineline olarak adlandırılan ve genelde hafif-normal kimyasal yükler taşıyan tankerlerde kullanılan coating ise farklı bir coatingtir (Şekil 5.2). Görüntüsünden dolayı doğal (organik) kaplama olarak göz önünde bulundurulmasına karşın bu tamamen doğru değildir. Ancak, bu tartışma için bu kez organik olarak düşünülebilir. Marineline ne bir fenolik ne de bir doğrudan epoksidir. Kendi kimyasal direncinin, eşsiz özellikte dengelenmiş olması, uygulamaya konulup iyileştirmesi yapıldıktan sonra mamulün esnekliğine olanak sağlayan çok yüksek bir çapraz bağlantılı kapasiteden oluşmuştur [16].



Şekil 5.2: Marine Line Tank Kaplaması

İnorganik Kaplamalar;

İki kelime ile çinko silikat olarak adlandırılabilirler (Şekil 5.3). Bu kaplama şekli organik kaplamalardan farklıdır. Bunun sebebi kimyasal direncin tamamıyla iyileştirilmiş kaplamanın inorganik ve sevkiyatı yapılan sıvı yüklerin çoğunluğunun organik olmasındandır. Diğer bir deyişle, taşınması yapılan kargo ve kaplama kimyasal olarak birbirine zittir ve bu olgu son derece önemlidir. Tekrardan kaplamanın geçirgenliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu özellik çinko silikat kaplamanın ömrü boyunca değişmez. Yeni çinko silikat gözeneklidir. Kaplamanın içindeki ve dışındaki yüklerin serbest hareketine ve bu kargo atıklarını az tutma veya hiç tutmama özelliğine dayanarak bu şekilde kalırsa dahi iyi bir kaplama olacağı da söylenmektedir. Ancak Çinko silikat, taşınabilen ürünlerin tipini sınırlayan ve suya, yüklere ve atmosfere maruz kaldığı zaman oldukça reaktiftir. Burada aynı zamanda organik yüklerle direnci artıran, kaplamanın geçirgenliğini azaltan çinko tuzlarının devam eden bir artışı vardır. Çinko tuzları diğer sorunlara yol açabilir. Bunları kazıyarak ya da temizlik malzemesi kullanarak kaldırma eğilimi vardır. Bunlar tuzlardan kurtulmaya yetmez, şayet kaplamada yeteri kadar mevcut serbest çinko varsa tuzlar geri döner ve kaplamanın özelliğini değiştirmeye çalışmaktansa tuzla birlikte kaplamayla uğraşmak daha iyi olabilmektedir [16].



Şekil 5.3 Çinko Silikat Tank Kaplaması

Kısacası; Marineline'a tekrar bakıldığında bu kaplamanın aslında Marineline'ı organik kaplama sınıfına koyan silikon kimyasına dayandığına dikkat etmek gerekmektedir. Üreticilerin kendi kaplamalarının sadece çapraz bağlantılı yüksek seviyeye dayanmadığı, ayrıca çinko silikat olarak işaret edildiği gibi taşınan yüklerin ve kaplamanın kimyasal yönden de zitti olduğunun gerçeğine dayandığını iddia eden kimyasal direncin yüksek

seviyesine önem verilmesi gerekir. Farklı kaplama tiplerinin kimyasal direnci ve doğası, hangi kargoların bu kaplamalarda taşınabilir veya taşınamaz olduğuna karar verir. Bahsedildiği gibi koca sıvı yüklerin büyük çoğunluğu oluşum olarak organiktir ve bunun gibi bu kargoların ve organik kaplamaların arasında doğal bir benzerlik olduğunu zannetmek doğrudur. Eğer organik coatinglerin geçirgenliğine bakılırsa girişken ve içe işleyen organik solventlerin (çözücülerin) ideal yönden organik (doğal) kaplamalara uygun olmadığı çabucak anlaşılabilir. Birçok fenolik epoksiler böyle yükleri taşımak için kullanılır. Fakat burada sınırlamalar vardır. Özellikle yükler boşaltıldıktan sonra ve aslında bazı coating üreticileri tarafından fenolik epoksilerde bile böylesi organik solventlerin taşınmasını şimdi yasakladığına dikkat çekilmektedir. Doğrudan epoksiler böylesi solventlerde neredeyse hemen yok edilebilmekte ve bundan dolayı uygunsuz görülebilmektedirler. Agresif (inatçı) organik solventlerin taşınmasından başka, birçok Epoksi kaplamalar oldukça çok yönlüdür ve her çeşit yüklerin, agresif olmayan organik solventler ve türevlerinin, temiz ve kirli petrol ürünlerinin, asit ve alkalın tabanlı (bazdaki) ürünlerin, bitkisel yağlar ve vaksların taşınması için uygundur [16].

Tank temizliğine gelince, birçok epoksi kaplamalar çok düzgündür bunlar genelde bir önceki yüklerin tutturgaç miktarını sınırlar ve bunun gibi yüzey tank temizleme malzemeleri bir önceki kargoların artıklarını kaldırmada çok etkin olabilirler. Epoksi coatinglerin pH'ın aşırılığına karşı oldukça dirençli olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, üzerinde düşünülmesi önemli olan çinko silikatla karşılaştırıldığında kesinlikle alkalın veya asit bazında tank temizleme malzemesini kullanmada daha az riskler vardır. Organik kaplamalara geçen önceki mutlak yük atıklarının emilimi tank temizlik planlarını formüle ettiğinizde en kaygı verici sorunlardan biri, bu atıkların kaldırılmasının kolay olmadığıdır. Doyurulmamış ve hoş kokulu (aromatik) temel yükler özellikle zor bir durumdur, bunlar bir kere coatingin içine doğru emildiğinde, şayet coating aktif bir şekilde bu atıkları emilip yapmadığı koşullara maruz bırakılırsa bu atıklar orada uzun süre kalabilir. Eğer organik kaplamalı tanker absorbe yük taşınmasından sonra orta düzey veya tampon kargolarla yüklüyse emilen yükün atıkları kaldırılır. Özellikle bu tür atıkları hassas olan bir yüke tehdit oluşturmadığı bilinen yanlış bir konsepttir. Bu tamamen doğru değil, orta düzey yükün kimyasal doğasına bağlı olup geçmişteki yük iddialarıyla sonuçlanmıştır. Organik

bir kaplamaya emilen atıkları kaldırmanın aslında sadece iki yolu vardır. İlk olanı, kaplamadan gelerek buharlaşan atıkların olduğu yerdeki tank içindeki bir seviyeye çeliğin sıcaklığını yükseltmek içindir. Bu düşük sıcaklıkta kaynayan atıklar için uygulanabilir, ama bu 75 °C'ü aşan kaynama noktasına sahip atıklar için elverişli değildir. Eğilim, birçok temizlik malzemesinin organik coatinglerin aşırı temizliğine yönelik belirtilen direncinden kaynaklanır. Bu özellikle gemi standart bir duvar yıkamasıyla temizleniyorsa problemin olduğu başka bir alandır. Yıkama sıcaklığı artığında, kaplamalar açılmaya başlar ve absorbe edilen atıklar serbest bırakılır ve ancak atıkların birçok gemi tarafından akümüle edildiğini ve birçok uçucu atıklar ilk olarak bırakılırken daha ağır atıklar olan azot roplar ve/veya evvelki kargoların reaksiyon ürünleri, uzun süre devam sıcak yıkamadan sonra bile kaplamanın arkasında kalabilir. Solventler kaplamayı temizlemek için de kullanılabilir. Çünkü bunlar aktif bir şekilde kaplamanın içine işleyebilir. Suyla veya deterjanla temizlendikten sonra kalan en inatçı atıkları bile ortadan kaldırılabilir. Tüm atıkların bir hamlede ve yüzeysel yıkama numuneleri bir solventle yıkandıktan sonra bile kaldırılabilir şekilde düşünülmemelidir. Bir solventle veya yüksek sıcaklıktaki organik kaplamaların temizliğinden sonra göz ardı edilmemesi gereken kaplamanın temizlik tamamlandıktan sonra belirli bir süreliğine yumuşatılacak olmasıdır. Bu süre içerisinde kaplama soğuyup sertleşecek ve herhangi bir ek temizlik gerektirmeksizin duvar yıkama sonuçlarının bir süreyi aşkın geliştiğini görmek çok yaygındır. Organik bir kaplamayı temizlediğinizde en önemli faktör bir sonraki seçilen yükün kalitesi ve bir önceki yolculuklarda kaplamayla emilebilen atıkların doğasını anlama özelliğidir. Bir sonraki seçilen yük özellikle aromatik atıklara hassas ve bir önceki yük orta derecede kaynama noktasında aromatik solvent ise bir sonraki kargonun kirlenmesini önlemek için herhangi miktarda tank temizliği bir önceki yükü boşaltmada yeterli olamaz. Bu sorun gönderilen yüklerin kalite özelliği hakkında sadece kimyasal olarak değil yakıt bazında da ve ayrıca bu yüklerin kalitesini analiz edip onaylayan laboratuvarların analitik yetenekleriyle devam ederek artan taleplerle daha da zorlaşmıştır. Eskiden, milyonlarca kirlenme düzeyindeki parçaların oldukça sıkı olduğu düşünülürdü ama, şimdi birçok kirleticiler milyarlarca seviye değerinde ölçülüyor ve bunun gibi gemiler geçmişte yaptıklarından daha sıkı ve daha uzun temizlemelerine karşın yüklerin reddedilmesi şimdi çok daha yaygın durumdadır. Aslında, en hassas yüklerin taşınmasından önce, bugün en başarılı tank temizleme işlemlerinden biri hiçbir surette herhangi bir tank temizliğini

kapsamamaktadır. Bu daha çok önleyici yöntemdir ve üst dereceli yüklerle bir tehdit olarak bilinen atıkları kaldırmada orta düzey daha düşük dereceyi ilgilendirmektedir [16].

Çinko silikat bütünüyle farklıdır. İlk olarak, çinko silikat içinde yükleme için uygun görülen yüklerin sayısı epeyce daha küçük, nerdeyse nötr pH'tan başka her şeyi içinde bulduran ürünlerle tepkimeye giren çinkonun doğasından dolayıdır. 5-9 oranındaki bir pH birçok çinko silikat için normaldir. Dolayısıyla bu doğrudan doğruya bütün alkalın ve asit bazındaki ürünlerle ve ayrıca kayda değer yağ asidi içeren sebze yağlarıyla bunu oluşturur. Çoğu yakıtların nötr pH olduğu ortaya çıkmıştır. Böylece temiz ve kirli petrol ürünleri herhangi bir problem teşkil etmez, ama bu çinko silikatın gerçekten kendi içinde inatçı organik solventlerin taşındığı yerdedir. Çünkü, çinko silikat kimyasal olarak oksidir ve bundan dolayı her nötr organik ürüne, solvante veya diğer farklı şeylere tamamen tepkisizdir. Tank temizliğinde çinko silikat ayrıca organik kaplamaların temizliğine göre bütünüyle farklıdır. Bunun sebebi çinko silikat organik solventleri emerken bunları alıkoymamaktadır. Bunda daha önemli olan çinko silikatın yüzeyindeki organik kaplamanın yüzeyinin düzgünlükten bayağı farklı olmasıdır. Haddi zatında çoğu hallerde dokunuş yönünden son derece kaba olabilmektedir. İkinci nokta çok daha çetin tank temizliği ortaya çıkartabilmekte, sebebi ise uçucu yük atıklarının hali hazırda kaplamanın yüzeyine doğru emilip ayrıca kaplamanın metriksinin içine doğru emilmesidir. Petrolden gelenleri temizlemek istenildiğinde bunu potansiyel olarak temizlemek çok güçtür. Bu sorun iki nedenden dolayı daha içinden çıkılmaz hal alır. Aktif yüzey temizleme malzemeleri (deterjanlar) tam anlamıyla; yüzey temizleyicileri önceki yük atıklarının kaplamanın metriksinde sıkışıp kalmaktadır. Petrol bazlı atıkları temizlemede en efektif solüsyonlar genelde 12 veya 13 bölgesinde pH'a sahip ve böylece çinko silikatın kullanımını yasaklayan kostik veya meta silikat içeren malzemeleri buldurur. Bu durumda dikkat edilmesi gereken diğer nokta yüklemekten ve tutuşabilir temiz petrol ürünlerinin boşaltımından önce çinko silikat kaplamalı yük tanklarının süreduran (eylemsiz) gazın ürettiği yakıt etkisidir. Kısacası, eylemsiz gaz asidik olup kaplamayla devam eden irtibatıyla büyük çoğunluğuyla çinko silikat ve asidik eylemsiz gazın bir tepkime ürünü olan yük tanklarının yüzeyinde sarı / kahverengi tozu görmek oldukça yaygındır. Bu toz büyük çapta kaplama bölgesinin yüzeyini artırır ve yüzeyden emilen bir

önceki yüklerin potansiyelini artırır. Manüel kazıma kendi etkinliğini içerisinde sınırlı ve vakit harcama yönünden bu problemi ortadan kaldırmanın tek yoludur [16].

Marineline en son kaplama şeklidir. Teorik olarak, bu kaplama bir sistemde çinko silikat ve organik kaplamaların yararlarından istifade eder. Kaplama gayet düzgündür ve sonuçta yüklerin çoğunluğu herhangi bir tutma problemine sebebiyet vermeden akmaktadır [17].

Marineline'in kimyasal kompozisyonu bir sonraki faktördür. Ürüne organik bir kaplama olarak bakılır. Çünkü, uygulama esnasında ürün uygulamayı hızlandırmak için çeşitli organik solventlerle karıştırılır. Ancak, belirtildiği üzere, bu solventler ileriki iyileşme ve kuru esnasında kaldırılır, Marineline'in belkemiği karbon değil silikondur. Eğer Marineline sonra inorganik bir kaplama olarak düşünülürse bunun özellikle organik solventlere karşı dirençli olması ve bunun ortaya çıkması beklenir. Asit taşımada gerçekten uygun ürün olması gayet pozitif bir özelliktir çünkü, asit nakliyesi birçok yıldır paslanmaz çeliğin özel ilgi alanı olmuştur. Kargoların nasıl hareket ve/veya çeşitli kaplama türleriyle tepkimeye girdini anlamak her zaman unutulmaması gereken şayet yeterli ekonomik bir tank temizliği yöntemi yürütülürse herhangi bir yükün o kaplamanın yüzeyine doğru absorbe veya adsorbe edildiğinde farklı bir kargoyla tepkimeye girdiğinde farklı hareket etmesi esastır. Önceki kargo atıklarının bir yüzey görüntüsünde tutulmuş, adsorbe edilmiş, emilmiş diye sunulmasının beklenmesi kimyasal tank temizliğinde ve her temizlik devriminde doğru seçim yönünden kritiktir. Elbette ki kimyasal temizlemede kargo tank kaplamasının direnci sadece önceki kargo atıklarının kaldırılması değil ayrıca kaplama yüzeyinde oluşacak kısa ve uzun süreli zararı da önleme açısından son derece önemlidir [16].

Gemi tank kaplamaları inorganik veya organik olabilir veya gemi tankları paslanmaz çelik/kromdan olabilir. İnorganik kaplamalar çoğu yüke uygun olmadığı için günümüzde tercih edilmemektedirler. Paslanmaz çelik tanklar ise fosforik asit, sülfürik asit gibi aşındırıcı yükleri dahi taşımaya olanak tanır. Ancak bu tankların imalat maliyeti oldukça yüksektir. Günümüz piyasasında paslanmaz çelik tanklara özel yüklerin getirdiği navlun avantajı, yapım maliyetlerini karşılamaktan oldukça uzak kalmaktadır. Organik tank kaplamaları ise bu tonajlara en uygun kaplamalardır. Bilinen epoksiye nazaran günümüzde "Marineline" olarak bilinen kaplamalar hem yapım maliyetlerinin uygunluğu

hem de taşınabilecek yüklerin çeşitliliği sebebiyle en optimum tank kaplama materyali olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu kaplamaların bakımı kolaydır ve bakım maliyetleri düşüktür [17].

Çalışmada seçilen tanker örnekleri Marineline kaplamalı olarak seçilecek ve oluşacak nihai tanker örneği Marineline tank kaplamalı olacaktır.

5.2 İnerit Gaz Sistemi

Tehlikeli yük taşıyan tankerlerin tanklarında çok fazla miktarda yanıcı, parlayıcı, patlayıcı ve uçucu gaz bulunabilir. Bu gazlar atmosfer ve dolayısıyla tank içerisinde bulunan oksijenle temas halinde olduğunda ve uygun sıcaklık ortamı da sağlandığında yangın meydana getirir. İnerit gaz, gemi tankında meydana gelebilecek bir yangın veya patlamanın önüne geçebilmek için yangın üçgeninin faktörlerinden biri olan oksijenin yüzdesini düşürür. İnerit gaz, bir hidrokarbon gazı ve hava karışımına eklendiğinde sonuç olarak; alt parlama sınırı konsantrasyonunda artma, üst parlama sınırı konsantrasyonunda azalma meydana gelir. İnerit gaz, yanma olayının meydana gelmemesi için tank hacminde bulunan oksijen miktarını IMO düzenlemelerinin gerektirdiği biçimde % 8 veya yük ile ilgili yükleyicinin özel gereksinimi nedeniyle % 5 seviyesinin altında tutarak, yanmayı engelleyen bir gazdır. İnerit gaz sistemlerinin gemilere kurulmasının sebebi yangın ve patlama riskini asgari düzeye indirmektir. Bununla birlikte oksijen seviyesi düştüğü için tank içerisindeki paslanmayı da azaltır. Paslanmayı en aza indirmek ve inerit gaz sisteminin yararlarından maksimum derecede faydalanmak için maksimum olarak % 5 oranında oksijenin hacimde bulunması gereklidir [18], [19].

İnerit gaz, yanmayı engellemesine ek olarak bazı istekleri de yerine getirebilmelidir;

- Yük ile reaksiyon vermemelidir.
- Yükün özelliklerini değiştirici etkide bulunmamalıdır.
- Tank yapısındaki materyaller ile reaksiyona girmemelidir.
- Zehirli gazlar meydana getirmemelidir.
- Kısa sürede üretilebilmelidir.
- Üretimi kabul edilebilir bir maliyetle sağlanabilmelidir.

İnert gaz kullanmanın diğere avantajları;

- Tank içerisinde pozitif basınç oluşturur. Bu sayede tank içerisine yanma meydana getirecek gazların girişini engellemiş olur.
- Oluşturduğu pozitif basınç sayesinde yk tahliyesinin hızını artırır.
- Buharlaşmanın sebep olduğu yük kaybını engeller.

Tankerler, tank atmosferindeki oksijen miktarını azaltmak için, makine dairesinin kazanının baca gazlarından yaralanan inert gaz sistemleri veya özel inert gaz sistemleri ile donatılmış olabilir. Temel olarak normal havanın içeriğinde; Nitrojen (N_2) % 78.03, Oksijen (O_2) % 21, Argon % 0.93, Karbondioksit (CO_2) % 0.03, Hidrojen (H_2) % 0.01 oranında gazlar bulunur. Kazanda yanma sonucu oluşan baca gazının içeriğinde ise; Nitrojen (N_2) %78, Karbondioksit (CO_2) %12.5, Su buharı (H_2O) %6, Oksijen (O_2) %3, Sülfür dioksit & Sülfür trioksit (SO_2 & SO_3) % 0.4, Karbon monoksit (CO) % 0.06 ve Nitroksit (NO_x) % 0.04 bulunur. $1\ m^3$ içerisindeki katı parçacıklar $150\ mg$ oranlarında maddeler bulunur. İnert gaz mevcut olduğunda normal olarak statik elektriğe karşı tedbirlere gerek duyulmaz. Çünkü inert gaz parlayıcı bir gaz karışımının mevcudiyetini önler. Bununla beraber, inert gazda süspansiyon halde küçücük parçacıklar bulunması nedeniyle çok yüksek bir statik elektrik ihtimali vardır ve eğer tankın bu durumda olduğu inanılıyorsa herhangi bir sebep için inertli bir durumda iskandil st boşluk ve numune alma işlemleri kısıtlanmalıdır [18], [19].

İnert gaz sistemi kimyasal tankerlerin günümüzde olmazsa olmazı durumuna gelmiştir. Artık hemen hemen her türlü parlama noktası düşük yüklerde kiracılar veya terminaller gemide inert gaz sistemini zorunlu kılmaktadırlar. Hatta bazı kiracılar baca gazı inert gaz sistemini, yüke zarar verme ihtimaline karşın kabul etmemektedirler. Dolayısıyla kimyasal tankerler için en uygun inert gaz sistemi, nitrojen jeneratörüdür. Nitrojen jeneratörünün ilk kurulum ve bakım masrafları vardır. Ancak piyasa ve yük koşulları göz önüne alındığında, bu sistemin gemiye kurulması kesinlikle en optimum seçim olacaktır. Bu sistem gemiye kurulurken sistemin kapasitesi, geminin kapasitesine göre belirlenmelidir. Yüksek performanslı nitrojen jeneratörü, hem yükleme öncesi tank inertleme süresini azaltarak ticari kayıpları azaltır, hem de inertli tahliyelerde tahliye hızını artırarak tahliye süresinin kısılmasını sağlar.

Çalışmada seçilen tanker örnekleri inert gaz sistemli olarak seçilecek ve oluşacak nihai tanker örneği inert gaz sistemi donatılmış halde olacaktır.

5.3 Isıtma Sistemi

Gemide ısıtma sistemleri; sıcak su, buhar veya termal yağ içeren boru devreleri ve ekipmanlarıdır. Isıtma sistemleri, gemide sıcaklık istenen (kargo, akaryakıt depoları, yağ tankları, seperatör devresi vb.) yerler için kullanılır. Gemi personeli, ısıtma sistemleri sayesinde sıcak su ve ısınma ihtiyaçlarını karşılarlar. Gemilerde ısıtma sistemleri ile, taşınan yükün muhafaza edilmesi, çeşitli devrelerin ısıtılması gibi ihtiyaçlar karşılanır.

Bir ısıtma sisteminin uygun olabilmesi için şu şartların yerine getirilmesi gereklidir:

- Isıtılan ortamın sıcaklık derecesi ± 1 °C'lik bir hassasiyette olmalıdır.
- Hızlı ve etkili bir ayar mekanizmasına sahip olmalıdır.
- Isıtma etkisi ile ısıtılan ortamın atmosferi bozulmamalıdır.
- Tesisat; tesis, işletme ve bakım giderleri yönünden verimli olmalıdır.

Isıtma sistemlerini iki ana grup altında toplamak mümkündür.

Lokal ısıtma sistemlerinde ısı, ısıtılacak mekânın bizzat içinde üretilir. Bu sistemin uygulandığı yerlerde, ısıtılması gereken her mekânda bir ısı üreticisinin bulunması gereklidir. Elektrikli ısıtma cihazları ile yapılan ısıtma bu gruba girer. Bir ısıtma merkezinde üretilen ısının, taşıyıcı bir ortam aracılığıyla, ısıtılması istenen mekâna yerleştirilmiş ısıtıcılara gönderilmesi suretiyle gerçekleştirilen ısıtmaya ise merkezi ısıtma denir. Merkezi ısıtma, ısı taşıyan akışkanın cinsine göre çeşitli isimler alır [20].

Sıcak su ile ısıtma: Burada ısı taşıyıcısı olarak kullanılan su azami 90 °C'ye kadar ısıtılmış sudur. Bu sıcaklık derecesinde buharlaşma tehlikesi olmadığından tesisat atmosfere açıktır. Isıtılmış olan su, ya sıcak su ile soğuyan suyun özgül ağırlıkları arasındaki fark nedeniyle tabii olarak ya da devreye bir pompa ilâvesi ile cebri olarak hava dolaşımı yapar (evlerde kullanılan kombi sistemi). Çıkış suyu 110 °C'ye kadar olan ısıtma sistemleri de sıcak sulu ısıtma sistemleri içinde değerlendirilir. Ancak sistem, kapalı bir sistem olup 110 °C'ye kadar sıcaklığa karşılık gelen basınç altında tutulur. Genleşme tankına takılan bir emniyet valfi ile hem gerekli basınç hem de sistemin güvenliği sağlanır [20].

Kızgın sulu ısıtma: Bu sistemde 110 ilâ 190 °C'ye kadar ısıtılmış su kullanılır. Suyun buharlaşmasını önlemek için kimyasal katkı maddeleriyle suyun buharlaşmasını bu sıcaklıklar arasında önleyerek devamlı bir karşı basınç meydana getirilir. Bundan ötürü tesisatın dış atmosferle bağlantısı yoktur [20].

Alçak basınçlı buharla ısıtma: Kalorifer kazanından çıkış basıncı 0.5 kg/cm ve sıcaklığı da en çok 110 °C olan buharla yapılan ısıtmadır [20].

Yüksek basınçlı buharla ısıtma: Kalorifer kazanından çıkış basıncı 0.5 kg/cm'den ve sıcaklığı da 110 °C'den yüksek buharla yapılan ısıtmadır [20].

Vakumlu buharla ısıtma: Basıncı atmosfer basıncından az olup, 0.25 ile 0.95 kg/cm arasında değişen ve sıcaklığı da en az 65 °C olan buharla yapılan ısıtmadır [20].

Sıcak hava ile ısıtma: Burada ısı taşıyıcısı havadır. Bir merkezde ısıtılan hava, hava kanalları vasıtası ile ısıtılması gereken yerlere sevk edilir. Bu sistem ancak ısıtma ile hava değişiminin de sağlanmasının gerekli olduğu yerlerde uygulanır [20].

Kızgın yağ (termal-oil) ile ısıtma: Burada ısı taşıyıcısı yağdır. Bir merkezde ısıtılan yağ, borular aracılığı ile ısıtılması gereken yerlere sevk edilir (Şekil 5.4)



Şekil 5.4 Tank içinde bulunan ısıtma borularının yapısı

Dizel makineler kullanılmaya başlamadan önce kazanda buharlaştırılan suyun buharlaşma hızından yararlanılarak pervaneye hareket verilirdi ancak dizel makinelerin gelişmesi ile kazanlar gemilerde sadece ısıtma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ancak

yaşam mahalli diye adlandırılan binanın ısıtılması için kullanılmaz. Yaşam mahalli ısıtması için gelişmiş klima sistemleri kullanılmaktadır.

Bir gemideki kazan sayısı ve gücü geminin tipine göre değişir. Sıvı yük taşıyan bir tankerde taşınan yükün ısıtılması için kullanılan kazan hâliyle büyüktür. Ama bir kuru yük gemisinde kazanın işlevi yakıt ve sintine ısıtması ile sınırlı kalacağından tankere nazaran daha küçük çaplıdır. Kazanlar yük, yakıt, sintine, su ve yağ ısıtması amacıyla kullanılmaktadır. Kazana enerji yakıt ile verilir. Yanan yakıt kazan içindeki suyu ya da termal yağı ısıtır. Isınan su kızgın buhar olur. Bu tip kazanlara buhar (stim) kazanı denir. Termal yağı ısıtan kazanlara ise termal oil kazanı denir. Yük, yakıt gibi akışkanların sıcaklığını artıran sıvılar işte bu su buharı ya da termal yağlardır. Kazanlar sınıflandırılması birçok kıstasa göre yapılmaktadır.

Aşağıda bazı ölçütlere göre kazanların sınıflandırılması verilmiştir.

Kazan malzemesinin cinsine göre;

- Dökme dilimli kazanlar
- Çelik kazanlar

Kazan ocağının tipi, tasarım biçimini ve gazın ocaktan dışarıya atılmasına ve malzemesinin cinsine göre;

- Tam yanmalı kazanlar
- Alttan yanmalı kazanlar

Kullandıkları yakıt cinsine göre;

- Gaz yakıtlı kazanlar
- Sıvı yakıtlı kazanlar
- Katı yakıtlı kazanlar

Yakıt odasının basıncına göre;

- Karşı basınçlı kazanlar
- Karşı basınçsız kazanlar

Isıtıcı akışkanın cinsine göre;

- Sıcak sulu kazanlar

- Kaynar sulu kazanlar
- Alçak basınç buharlı kazanlar
- Yüksek basınç buharlı kazanlar

Kazan malzemesinin cinsine göre;

- Sıcak sulu kazanlar
- Kaynar sulu kazanlar
- Alçak basınç buharlı kazanlar
- Yüksek basınç buharlı kazanlar

Kazanın yapısal tasarım açısından;

- Alev borulu kazanlar
- Alev duman borulu kazanlar
- Duman borulu kazanlar
- Su borulu kazanlar
- Radyasyon kazanları

Kazan biçimi açısından;

- Yarı silindirik kazanlar
- Yatık konumlu silindirik kazanlar
- Dik konumlu silindirik kazanlar
- Prizmatik paket kazanlar

Buhar kazanları, istenilen sıcaklık ve miktarda buhar üreten cihazlardır. Buhar çeşitli amaçlarla çok yaygın olarak kullanılan bir akışkandır. Kazan üzerinde statik basıncın çok yüksek olması nedeniyle bu durumlarda sıcak veya kızgın su kullanılamaz veya ekonomik olmaktan çıkar. Buhar tesisatı aşağıdaki sistemlere ayrılabilir:

- Buhar kazanı sistemi
- Yakıt devresi sistemi
- Su besleme sistemi
- Kazan dairesindeki buhar devresi
- Buhar kullanım devresi
- Kondens devresi

- Isı ekonomisiyle ilgili cihaz ve devreler

Buhar kullanımında tercih nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Yüksek akışkan sıcaklıklarına çıkmak mümkündür.
- Isı geçiş yüzeylerinde sıcaklık sabittir. Buhardan ısı çekişi genellikle doymuş buharın yoğuşmasıyla gerçekleşir. Bu işlem sabit sıcaklıkta gerçekleştiğinden bütün ısıtma yüzeyi boyunca buhar tarafının sıcaklığı sabittir.
- Sıcaklık kontrolünü çok hassas biçimde gerçekleştirmek mümkündür. Söz konusu sabit yoğuşma sıcaklığı buharın basıncına bağlıdır. Basınç kontrolü yoluyla proses sıcaklığını çok hassas olarak kontrol etmek mümkündür.
- Büyük miktarda ısı enerjisini küçük bir kütle ile taşımak mümkündür.
- Buhar sağlığa uygun, tamamen saf bir maddedir.

Buharın dezavantajları ise;

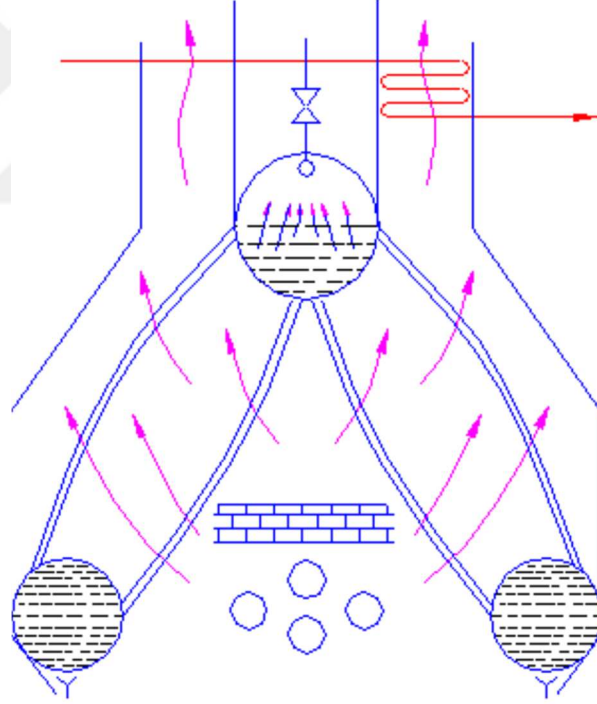
- Buhar tesisatında korozyon riski fazladır.
- Kondens hattının oluşturulması ve işletmesi zor ve pahalıdır.
- Buhar dağıtım hatları belirli bir eğime sahip olmalı ve içinde kondens birikmemelidir.

Bir buhar kazanı genel olarak şu elemanlardan meydana gelir:

- Ocak: Yakacakların yakılarak ısı enerjisinin elde edildiği kısımdır.
- Asıl ısıtma yüzeyleri: Sıcak duman gazları ile buharlaşmakta olan suyun temasta olduğu yüzeyler
- Kızdırıcı: Doymuş ıslak buharın, sabit basınçta ısıtılarak sıcaklığının artırıldığı yüzeyler
- Su ısıtıcıları: Besleme suyunun asıl ısıtma yüzeyine girmeden önce bir miktar ısıtıldığı yüzeyler
- Hava ısıtıcıları: Yakma havasının duman gazları ile ısıtıldığı yüzeyler
- Baca: Duman gazlarını kazandan uzaklaştıran ve çekmeyi sağlayan elemandır.

Atmosfere açık bir kaptaki bulunan su bir ısı kaynağı tarafından ısıtıldığında sıcaklığı giderek artar ve belirli bir noktada buharlaşma başlar. Bu noktaya "kaynama noktası" veya "buharlaşma noktası" adı verilir. Atmosfere açık bir kaptaki ve deniz seviyesinde

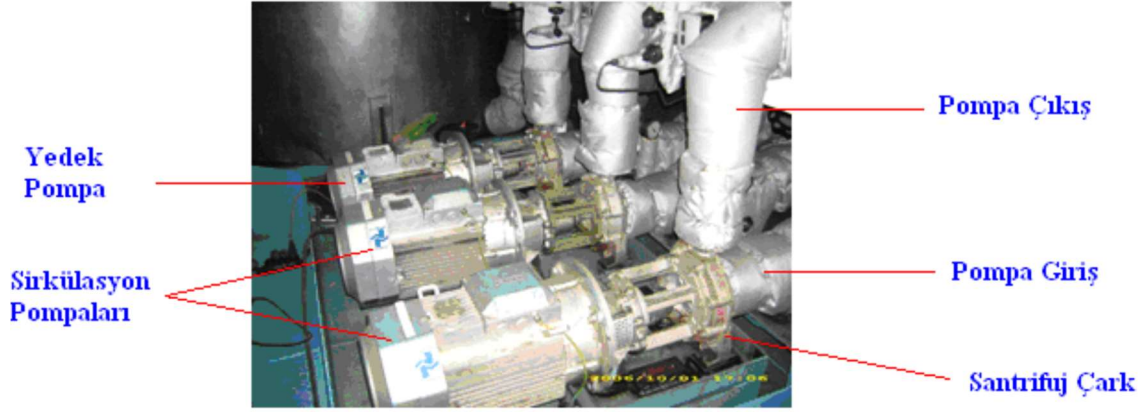
suyun kaynama ve buharlaşma noktası $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ya da $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ 'tır. Oluşturulan buharın sıcaklığı suyun kaynama ya da buharlaşma sıcaklığına eşittir. Kaptaki suyun tümü buharı aşınca su ve buharın sıcaklığı değişmez. Bunun anlamı buharlaşmanın sabit basınç ve sıcaklıkta olduğudur. Gemi buhar kazanları ya da genel olarak buhar kazanları atmosfere kapalı kaplar olup basınç altında çalışmaktadır. Bu kaplara düzenli bir şekilde su verilir. Bir başka deyişle verilen su miktarı buhar olarak kazanı terk eden suyun ağırlığına eşit olduğundan kazan içindeki suyun seviyesi sabit kalır. Kazan ocağında yine sürekli ve düzenli bir şekilde yakıt yakılmaktadır. Böylece istenilen atmosfer üstü basınçta buhar elde edilir (Şekil 5.5). Kazan iç basıncına bağlı olarak suyun kaynama sıcaklığı da $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'un üzerine çıkar, örneğin 20 bar basınçta suyun kaynama sıcaklığı ve buharın sıcaklığı, buhar tabloları ve Molier'in "entalpi entropi" diyagramlarından da görüleceği gibi $212\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dur. Diğer taraftan basınç atmosfer alt değerlerde olduğu zaman suyun kaynama ve buharlaşma sıcaklığı $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'un altına düşecektir [20].



Şekil 5.5 Su Buharının Oluşumu

Şekil 5.5'te su buharının elde edilmesinde yararlanılan atmosfere kapalı bir buhar kazanı görülmektedir. Basit olarak çizilen bu kazanın su ve buhar dramı adı da verilen silindirik bölümü yaklaşık olarak yarısına kadar su ile doldurulmuştur. Bu kabın altındaki ocakta yakılan yakıtın oluşturduğu kızgın gazlar nedeniyle dram içindeki su giderek ısınır ve bir an gelir ki küçük kürecikler şeklinde buhar üremeye başlar. Buhar kürecikleri stime

ayrılmış bulunan ve "buhar bölgesi" adı verilen hacimde toplanmaya başlar. Oluşan bu buharın yapısında su zerrecikleri bulunmaktadır. Böyle buhara "yaş buhar" veya "yaş doymuş buhar" adları verilir. Pistonlu buhar makinelerinin büyük bir bölümünde yaş buhardan yararlanılmaktadır. Buhar devresi ekipmanlarını pompalar, eşanjörler, valfler, fittingler, genişleme depoları, olmak üzere beş grupta incelemek mümkündür. Pompa basit anlamıyla mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çeviren makine olarak tanımlanır. Akışkanın enerji seviyesinde bir artış sağlayarak bir bölmeden diğer bir bölmeye akışkanın basılması işleminde kullanılır. Gemilerde ısıtma sistemlerinde kullanılan pompalar seçilirken akışkan basma kapasitesi, pompanın toplam basma yüksekliği, net pozitif emme yükü, basılacak akışkanın yoğunluk ve akıcılık özellikleri, pompa iç verimi ve pompanın çekeceği güce dikkat edilmelidir. Pompanın kapasitesi denilince pompanın birim zamanda basabileceği akışkan miktarı anlaşılır. Gemide kullanılan pompalar kullanım yerleri ve amaçlarına göre çeşitli tiplerde kullanılırlar. Isıtma sistemlerinde genelde santrifüj (merkezkaç) ve pistonlu tip pompalar kullanılır. Genelde verimi yüksek olan santrifüj pompalar kullanılmaktadır. Pompalar 1-200 bar arasında çalışır. İlgili standartlarda pompa seçimi ölçütleri ve gemi kullanım alanlarına göre ısı tüketimi değerleri tablolar hâlinde gösterilmektedir. Pistonlu pompa, bir silindir içinde hareket eden bir piston ve uygun supaplardan oluşur. Bir silindir şeklindeki gövde içindeki piston sayesinde su emilir ve basınçlandırılarak sisteme gönderilir. Pistonlu pompa, silindir, piston, krank mili, emme-basma valfleri, gövde ve salmastra kısımlarından oluşur. Santrifüj pompa gövdesi içinde, akışkana momentum kazandıran bir fan (pervane) bulunur. Bir salyangoz gövde içinde yer alan kanatlı bir pervaneden oluşan bu pompalarda sıvı, bir girişten çarkın ortasına iletilir. Basınç, sıvının çarkla döndürülmesiyle elde edilir. Santrifüj pompalar çark, salyangoz, gövde, emme – basma borusu, gövde, mil ve salmastra kısımlarından oluşur. Pervaneler 1000 – 400 dev/dk hızla döner. Her kazan tesisatı için en az iki besleme suyu pompası bulunur. Besleme suyu pompaları, pompalar çalışmazken suyun geri akamayacağı bir şekilde düzenlenir veya donatılır. Besleme suyu pompaları yalnız buhar kazanlarını beslemek için kullanılır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Isıtma Santrifüj Pompa Üniteleri

Eşanjörler, herhangi bir fiziksel temas olmaksızın aralarında sıcaklık farkı olan- sıvı veya gaz - iki akışkanın (birbirine karışmaksızın) birinden diğerine ısı transferini sağlayan devre elemanıdır.

Borulu eşanjörler;

- Eski teknoloji ürünüdür.
- Verimsiz ve pahalıdır.
- Çabuk kirlenirler, zor temizlenirler.

Plakalı eşanjörler ise;

- Yeni teknoloji ürünüdür.
- Az yer kaplar.
- Verimli ve ekonomiktir.
- Zor kirlenir, kolay temizlenir.

Valfler, boru içindeki bir akışkanın akışını durdurmaya veya serbest bırakmaya yarayan alettir. Boru çaplarına, sistemin şekline ve sistem basıncına göre şekli ve ismi değişiklik gösterir. Gemilerde kullanılan valfler, boru çaplarına, sistemin şekline ve sistem basıncına göre şekli ve ismi değişiklik gösterir. Gemilerde ısıtma yardımcı bağlantılarında, kolonlarda ve branşman hatlarında 3/8" ile 3" kadar kullanılır [21].

Kullanılan başlıca valfler şunlardır:

Çekvalf: Akışkanın tek yönde geçişine izin veren valftir. Örnek olarak pompa emme tarafından suyun geri akışını önleyerek susuz çalışmayı önler [21].

Filtre: Tesisattaki her türlü yabancı maddeyi (kum, çakıl, pislik vb.) temizler. Sıcak su ve soğuk su sistemleri, kızgın su sistemleri, buhar, kızgın buhar sistemleri, asit ve alkali özelliği bulunmayan akışkan devrelerinde kullanılır [21].

Kondens pompası: Buhar sistemlerinde buhar ve suyu ayırıştırmaya yarayan parçadır. Buharı tutar kondensi (suyu) otomatik olarak tahliye eder ve sistemde tekrar kullanılabilir hale getirir [21].

Basınç değıştirci: Giriş basıncı ve/veya debisinden etkilenmeden, yüksek giriş basıncını daha düşük, sabit bir basınç değerine düşürür. Pilotlar tarafından kumanda edilebilen bu tip valfler, çok hassas bir şekilde istenen çıkış basıncını belirtilen değerde tutabilir [21].

Körüklü valf (Globe valf): Ayarlanabilir valftir. Makine dairesinde, ısıtma tesisatı yardımcı sistemlerinde ve kolonlarda kullanılır. 1/2"-3" çapları arasında seçilir [21].

Küresel valf: Paslanmaz çelikten yapılan küresel valfler tam açma ve kapama istenilen yerlerde kullanılır. Makine dairesinde, ısıtma tesisatı yardımcı sistemlerinde ve kolonlarda kullanılırlar. 1/4"- 3" çapları arasında seçilir [21].

Kelebek valf: Makine dairesinde ve ısıtma tesisatı yardımcı sistemlerinde kullanılır. % 100 sıkı kapama ve tam sızdırmazlık sağlar. 3/8"- 4" çapları arasında seçilir [21].

Sürgülü valf: Makine dairesinde ve ısıtma tesisatı yardımcı sistemlerinde kullanılır. Yüksek debi geçişlerinde kullanılır. 3/8"- 4" çapları arasında seçilir [21].

Emniyet valfi: Isıtma tesisatı ve yardımcı sistemlerinde aşırı basıncın tahliye işlemi için 1-32 bar arasındaki basınçlarda kullanılır [21].

Fittingler, boruların birbirleriyle birleştirilmesinde veya boru hatlarının kurulmasında yardımcı olan tesisat yardımcı parçalarıdır. Gemilerde ısıtma tesisatında kullanılan fittingler, boru çaplarına, sistemin şekline ve sistem dağıtımına göre şekli ve ismi değışiklik gösterir. Gemilerde ısıtma yardımcı bağlantılarında, kolonlarda ve branşman hatlarında 3/8"-5" kadar kullanılır. Sıcak sulu ısıtma sistemlerde, su 10 °C'den 90 °C'ye ısıtıldığında, hacmi, ilk hacminin %3.55 oranında artar. Sudaki sıcaklığa bağlı bu genleşmeyi aza indirebilmek üzere "genleşme depoları" kullanılır. Genleşme depoları aynı zamanda sistemin güvenliğini yani basıncın yükselmemesini ve sisteme gerekli su desteği görevlerini de yerine getirir [21].

Genleşme depoları ikiye ayrılır:

Açık genleşme depoları, atmosfere açık kaplardır ve sıcak sulu ısıtma sistemlerinde boru tesisatının en üst noktasına veya üst noktadaki radyatör seviyesinin daha üstünde bir seviyeye yerleştirilir. Böylece tesisatın en yüksek noktasını oluştururlar ve sistemi atmosfere açarlar [21].

Kapalı genleşme depoları, kapalı devre çalışan kalorifer tesisatlarında, sistem ilk olarak 10 °C sıcaklığında su ile tamamen doldurulmuştur. Kalorifer kazanı ısıtma esnasında suyun sıcaklığı 90 °C'ye kadar çıkmaktadır. 10 °C'de iken tüm tesisatta tamamen dolu olan su, sıcaklık 90 °C'ye çıktığında daha fazla hacme ihtiyaç duyar. Esas olarak genleşme deposunu kullanma amacı bu ihtiyacı karşılamaktır. Kapalı genleşme depoları azot gazı ile basınçlandırılmıştır. İçerisinde oksijen ve su buharı ihtiva etmeyip yoğuşma ve korozyona sebebiyet vermediğinden dolayı hava yerine azot gazı kullanılmaktadır. Şantiye şartlarında ve kullanım esnasında gaz basıncını yükseltmek gerektiğinde, genleşme deposuna hava da basılabilir. Emniyet valfi ile kullanılır. Sistemdeki statik basınca ek olarak yaklaşık 2 kg/cm basınç getirir [21].

Değiştirilebilir membranlı kapalı genleşme tanklarının özellikleri:

- Kireçlenmeyi önler, yakıt tasarrufu sağlar.
- Korozyonu önler, tesisatın ömrünü uzatır.
- Buharlaşmayı önler, ısı tasarrufu gerçekleştirir.
- 1000 litre kapasiteye kadar
- Kauçuk membranlı
- Membranı kolayca değiştirilebilen

Büyük kapasiteli değiştirilebilir membranlı genleşme tanklarının özellikleri:

- 5000 litreye kadar
- Kauçuk membranlı
- Membranı değiştirilebilen
- Montajı kolay ve problemsiz

Termal Oil Devre Elemanları şunlardır;

- Dren tank: Sıvı toplama tankı

- Circulation pumps: Sirkülasyon (devir daim) pompaları
- Economizer: Buhar kazanlarına verilecek suyun sıcaklığını, baca gazları yardımıyla yükselten ve yakıt ekonomisi sağlayan borulu eşanjörlere denir. U şeklindeki borulardan oluşur. İçinden besi suyu ve dışından kızgın baca gazları geçirilir. Yakıt tasarrufu sağlanmış olur.
- Expansion tank: Gemi buhar devrelerinde herhangi bir nedenle azalan suyu takviye eden genleşme tankı
- Minimum flow: En düşük akışkan miktarı

Termal oil devresinin çalışma prensibi:

- Dren tankındaki yağ, sirkülasyon pompası ile bacanın içine yerleştirilmiş olan economizere gönderilir.
- Burada economizerin görevi egzoz gazlarının oluşturduğu sıcaklık yardımıyla yağı ön ısıtmaya tabi tutarak, boilerdeki yakıt sarfiyatını azaltmaktır.
- Economizerden ön ısıtmaya tabi tutulmuş yağ, 150 – 260 °C arasında ısıtılmak üzere termal ısıtıcı kazanına gönderilir.
- İstenilen sıcaklığa ulaştırılan yağ, pompalar vasıtasıyla kullanılacak olduğu (kargo, yakıt vb.) devrelere gönderilir.
- Devrede soğuyan yağ pompalar yardımıyla ısıtılmak amaçlı tekrar economizere gönderilir. Sistemdeki basıncı ve eksilen yağı tamamlamak için genleşme tankından yararlanır [21].

Gemilerde ısıtma sistemi olarak birçok opsiyon mevcuttur. Isıtma işlemi için ya yük ısıtıcının içinden geçirilebilir (deck heater) ya da ısıtıcı materyal yükün içinden geçirilebilir (heating coil). Yükün ısıtıcıdan geçirilmesi sistemi; yükün ani ısınma nedeniyle bozulma ihtimali, yükün yoğunluğunun yüksek olma ihtimalinden dolayı yüksek enerji gereksinimi, yer değiştiren miktarın yüksek olması gibi etkenlerden dolayı verimsiz bir sistem olarak göze çarpmaktadır. Diğer sistem olan ısıtıcı materyalin yükün içinden geçirilmesi ise daha verimli bir sistemdir. Burada önemli olabilecek bir diğer konu ise ısıtıcı materyalidir. Bu materyal termal yağ, sıcak su veya su buharı olabilir. Termal yağ iyi bir ısıtıcı olmasına karşın nebati yağlar ve gıda ürünleri taşımasında yasaklandığı için geminin taşıyabileceği yük çeşitliliğini kısıtlamaktadır [11]. Şayet sadece termal yağ ile taşıyabilen az sayıdaki yükler (MDI, TDI gibi) için özel bir kontrat düşünülüyorsa, bu

sistemin kurulması geminin kiralabilirliğini azaltacaktır. Sıcak su ve buhar sistemi, termal yağ sistemine göre çok daha çeşitli yüklerle olanak sağlamaktadır. Buhar sisteminin ısı veriminin yüksekliği ve aynı zamanda temizlenmesi zor olan yüklerin temizliğine yardımcı olabileme özelliği bu sistemi tercih edilebilir kılmaktadır. Dolayısıyla, kimyasal tanker için en optimum ısıtma sistemi buhardır.

Çalışmada sonunda oluşacak nihai tanker örneği buharlı kazanları içeren ve yüksek basınçlı buharın ısıtma boruları vasıtasıyla tank içinde dolaştırılacağı ısıtma sistemi donatılmış halde olacaktır.

5.4. Tank Havalandırma Sistemi

Kimyasal tankerlerde, kargo tanklarının basıncını dengelemek için tank havalandırma sistemleri kurulu durumdadır. Bu sistemler kısaca açık havalandırma sistemi ve kontrollü havalandırma sistemi olarak ikiye ayrılmaktadır. Açık tank havalandırma sistemleri, sınırlı sayıdaki ve hiçbir şekilde zehirli, patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı olmayan kargolar için kullanılabilir. Kontrollü tank havalandırma sistemleri, insan sağlığına zararlı olabilecek zehirli ve yanıcı gazlar çıkaran yükler için kullanılmaktadır. Kimyasal tankerler amaçları gereği oldukça tehlikeli yükler taşımak için dizayn edildiğinden bu tip sistemler tercih edilmektedir. Bu sistemde her tankta basınç/vakum valfleri (Pressure/Vacuum (P/V) Valfler) bulunur (Şekil 5.7). Bu valfler tank içi basınç ile tank dışı basıncı dengelemekte görevlidirler [22].



Şekil 5.7 Basınç/Vakum valfleri (Pressure/Vacuum (P/V) Valfler)

Yük operasyonları esnasında hava giriş çıkış operasyonu uluslararası, ulusal kuralların yanı sıra liman ve terminal kuralları da gözetilerek yapılmaktadır. Kimyasal tankerlerde genel olarak istenenler P/V valflerinin yanı sıra kargo tanklarındaki basınçları gösteren sistemdir. Havalandırma sistemleri gemiz üzerinde personelin genel çalışma bölgelerinden uzak bir bölgeye konumlandırılmalıdır. Bunun sebebi yük operasyonları esnasında yayılabilecek olan zehirli gazların personele zarar vermesini önlemektir. Tank havalandırması yapılacak operasyona ve gereksinimlere göre organize edilmelidir. Genel olarak tank havalandırması atmosfere doğru yapılır. Ancak bazı terminaller (genel terminal kuralı olarak veya elleçlenen yüke özel olarak) yük gazlarını atmosfer yerine sahile doğru almak isterler. Bunu yapabilmek için gemide duman geri dönüş hattı (Vapour return line (VRL)) bulunması gerekmektedir. Aksi takdirde gemi ilgili terminalde operasyon yapamaz. Bu şekilde yapılan operasyonlar, sistemin kapasitesi gözetilerek gerçekleştirilir. Tank havalandırma sistemlerinin bakım tutumu çok önemlidir. Zira P/V valfler, VRL ve diğer valflerde oluşabilecek kirlenme, mal donması, pislik gibi tıkanma durumları tank içi basınç ile tank dışı basınç arasında fark yaratacağından dolayı tankların yapısına zarar verebilmekte ve tank şeklinin değişmesi gibi çok ciddi sonuçlara sebep olabilmektedir. P/V valfleri, tank içi basınç ile atmosfer basıncını dengede tutmaya yaramaktadır. Tank içindeki gaz sıcaklığının artması, inertleme, gaz reaksiyonları gibi durumların sonucunda tank içinde yüksek basınç oluşması durumunda basınç valfleri devreye girerek tank içindeki gazın bir kısmının dışarı atılmasını sağlarlar. Aksi olarak, tank içindeki gazın soğuması veya reaksiyonlar sonucunda tank içi basıncın düşmesi durumlarında ise vakum valfleri devreye girerek tank içine belli miktar hava girişini sağlar ve basınç dengesini yeniden meydana getirirler [22].

IBC kod gereğince gemide VRL bulunmak zorundadır [10].

VRL sahil hattına bağlandığında, gemi ile sahil arasında basıncın emniyetli değerlerde tutulması önem arz etmektedir. Gemi-sahil arasında yapılan operasyon öncesi toplantıda, VRL kapasitesi göz önüne alınarak yükleme veya tahliye hızı ayarlanmalıdır [22].

Çalışmada sonunda oluşacak nihai tanker örneği P/V valfleri ve VRL ile donatılmış olacaktır.

MALİYET ve KÂR OPTİMİZASYONU

Bir kimyasal tanker inşa edilirken öncelikle doğru tonaj belirlenmelidir. Tonaj belirlendikten sonra, geminin tekne formu ve ölçüleri dizayn edilmelidir. Bu dizayna istinaden geminin sevki için gereken optimum ana makinenin belirlenmesi, geminin ticari hayatı boyunca iyi bir performans/yakıt oranı sağlaması açısından oldukça önem teşkil etmektedir. Şüphesizdir ki bir kimyasal tankerin uygun maliyetle inşa edilmesi, o tankerin işletme hayatı boyunca da bu avantajını koruyacağı anlamına gelmeyebilir.

Çalışmanın bu kısmında, farklı tonajlarda kimyasal tankerlerin inşa maliyetleri ve on beş yıllık işletme dönemine ait katlanmaları gereken giderler ile söz konusu dönemde elde edecekleri gelirler ile dönem sonu değerleri analiz edilerek, en optimum kimyasal tanker sonucuna ulaşılması amaçlanacaktır.

6.1 Üç Farklı Tonajda Geminin Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu bölümde üç farklı tonajda kimyasal tankerlerin özellikleri belirlenecektir. Hesaplamalarda 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajları esas alınarak üç grupta çalışma yapılacaktır. Çalışmada, üç tonajda on beşer adet kimyasal tanker örneği kullanılacaktır. Bu bilgilerden yola çıkılarak yapılacak olan hesaplamalarda tankerlerin tam boy, genişlik, draft, derinlik, deplasman, makine gücü, servis hızı, tekne narinlik katsayıları, tekne ağırlığı, makine ve donanım ağırlığı gibi parametreleri elde edilecektir.

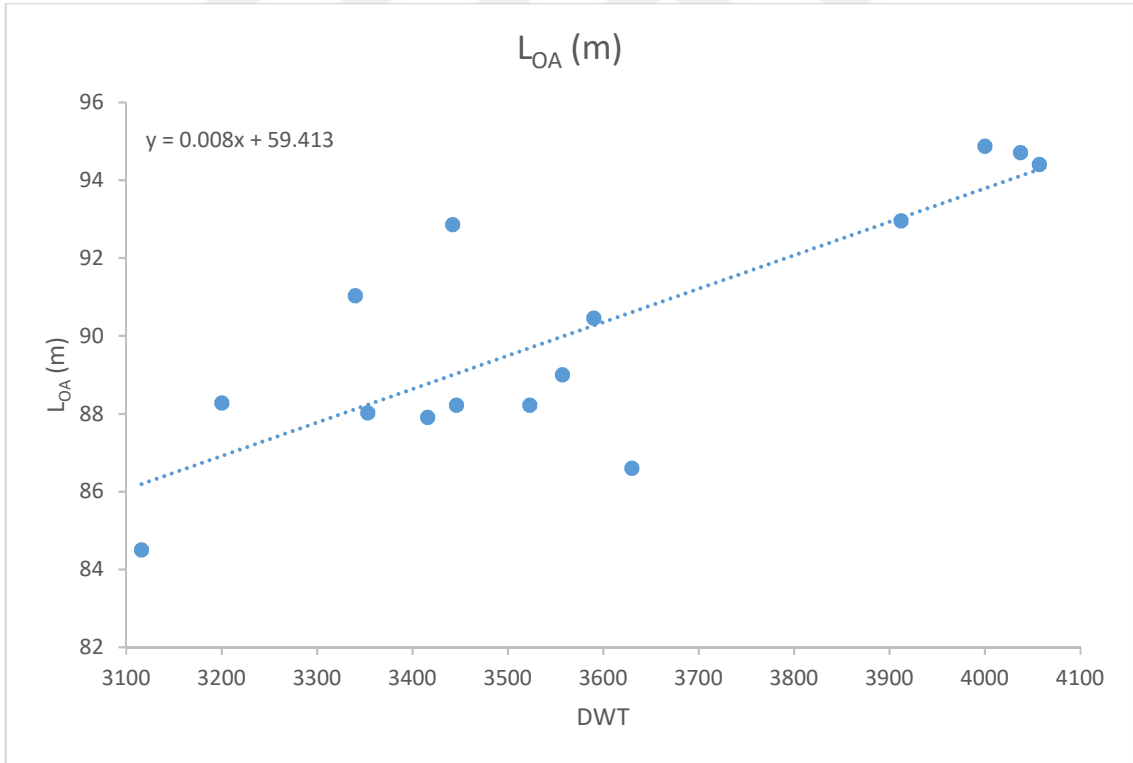
6.1.1 Boyların Belirlenmesi

Bulunan on beşer adet tankerin DWT ve L_{OA} değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin boyları hesaplanacaktır.

Çizelge 6.1 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin DWT-LoA ilişkisi

Gemi No	DWT	LoA (m)
1	3116	84.50
2	3200	88.28
3	3340	91.03
4	3353	88.02
5	3416	87.91
6	3442	92.86
7	3446	88.22
8	3523	88.22
9	3557	89.00
10	3590	90.46
11	3630	86.60
12	3912	92.96
13	4000	94.87
14	4037	94.71
15	4057	94.40

Çizelge 6.1'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



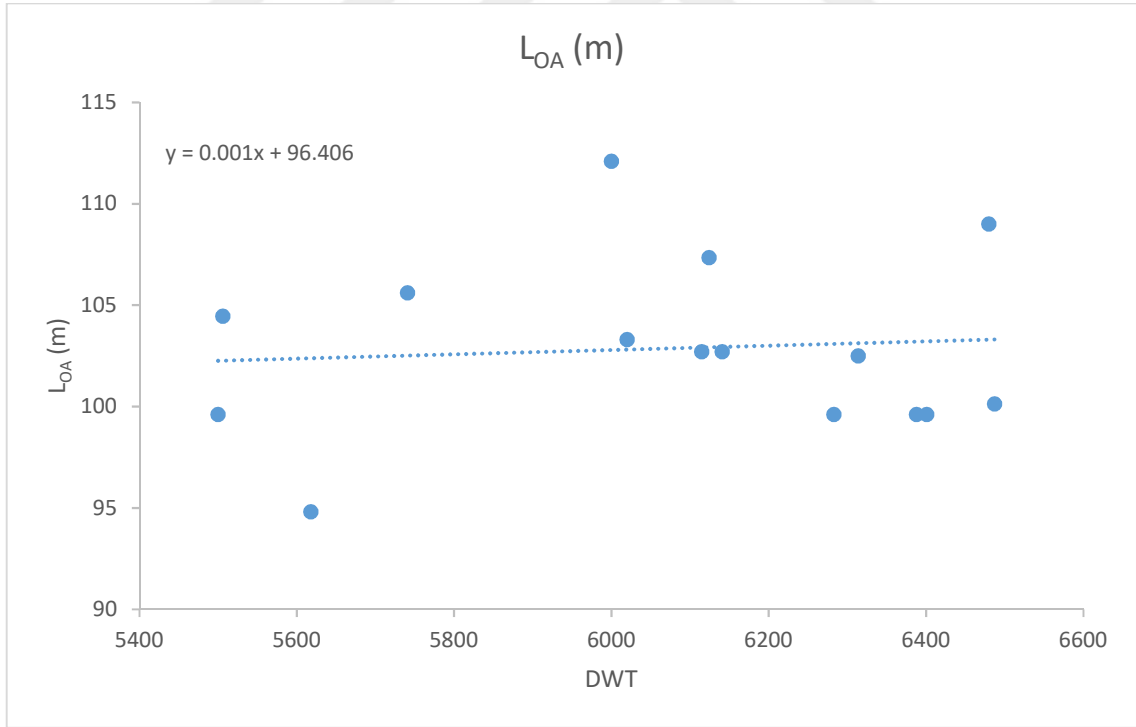
Şekil 6.1 3500 DWT kimyasal tanker için LoA-DWT grafiği

Şekil 6.1'e göre; $LoA = 0.008 * DWT + 59.413$ bağıntısı elde edilmektedir. DWT = 3500 olarak alındığında, bu tonajda $LoA = 89.51$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.2 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin DWT- L_{OA} ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)
1	5500	99.60
2	5506	104.45
3	5618	94.80
4	5741	105.60
5	6000	112.10
6	6020	103.30
7	6115	102.70
8	6124	107.34
9	6141	102.70
10	6283	99.60
11	6314	102.50
12	6388	99.60
13	6401	99.60
14	6480	109.00
15	6487	100.12

Çizelge 6.2'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



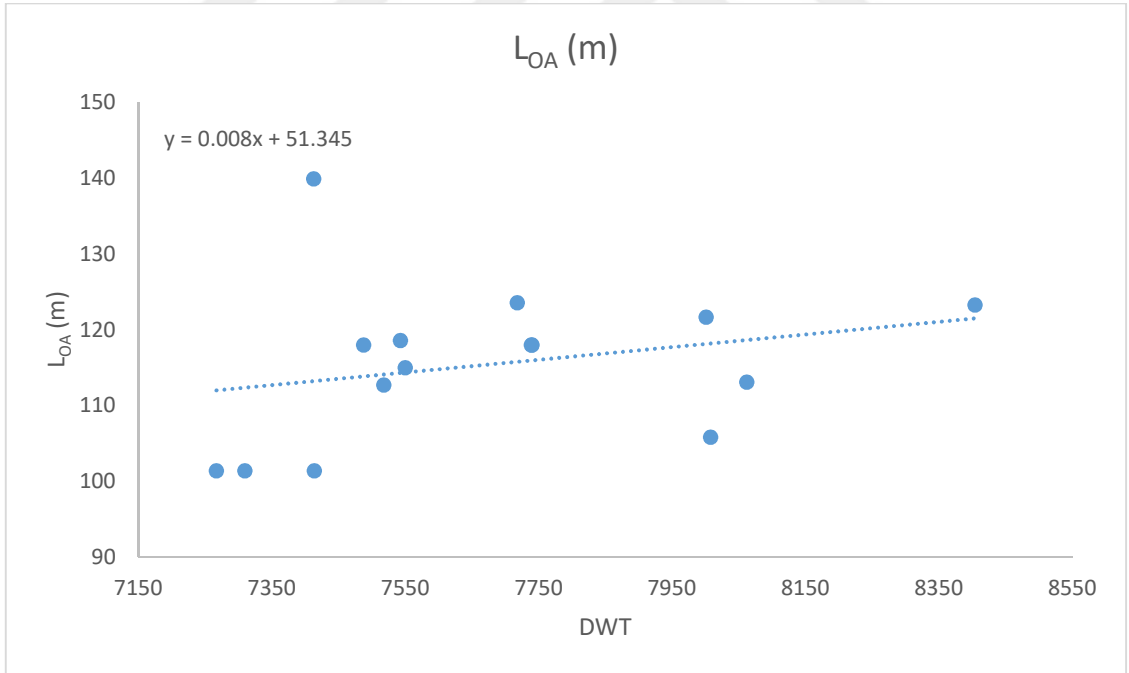
Şekil 6.2 6000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} -DWT grafiği

Şekil 6.2'ye göre; $L_{OA} = 0.001 * DWT + 96.406$ bağıntısı elde edilmektedir. DWT = 6000 olarak alındığında, bu tonajda $L_{OA} = 103.01$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.3 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin DWT- L_{OA} ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)
1	7267	101.39
2	7310	101.39
3	7413	139.90
4	7414	101.39
5	7488	118.00
6	7518	112.70
7	7543	118.60
8	7550	115.00
9	7718	123.56
10	7739	118.00
11	7740	118.00
12	8001	121.68
13	8008	105.83
14	8062	113.08
15	8404	123.25

Çizelge 6.3'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.3 8000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} -DWT grafiği

Şekil 6.3'e göre; $L_{OA} = 0.008 * DWT + 51.345$ bağıntısı elde edilmektedir. $DWT = 8000$ olarak alındığında, bu tonajda $L_{OA} = 117.75$ m bulunacaktır.

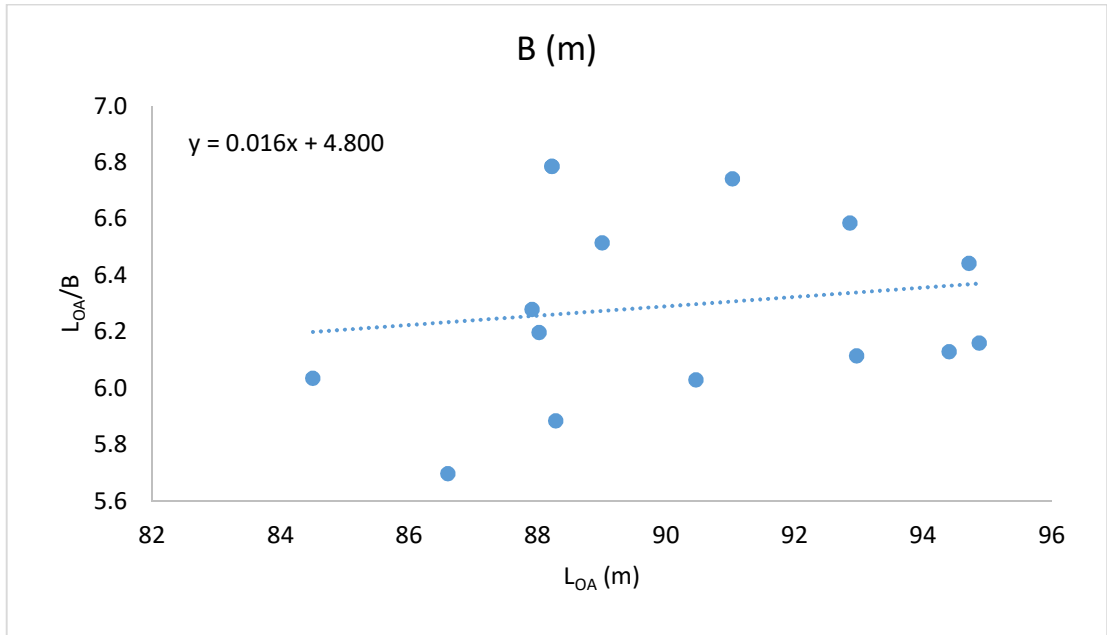
6.1.2 Genişliklerin Belirlenmesi

Bulunan on beşer adet tankerin L_{OA} ve L_{OA}/B değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin genişlikleri hesaplanacaktır.

Çizelge 6.4 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin L_{OA} - L_{OA}/B ilişkisi

Gemi No	L_{OA} (m)	B (m)	L_{OA}/B
1	84.50	14.00	6.035
2	88.28	15.00	5.885
3	91.03	13.50	6.742
4	88.02	14.20	6.198
5	87.91	14.00	6.279
6	92.86	14.10	6.585
7	88.22	13.00	6.786
8	88.22	13.00	6.786
9	89.00	13.66	6.515
10	90.46	15.00	6.030
11	86.60	15.20	5.697
12	92.96	15.20	6.115
13	94.87	15.40	6.160
14	94.71	14.70	6.442
15	94.40	15.40	6.129

Çizelge 6.4'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



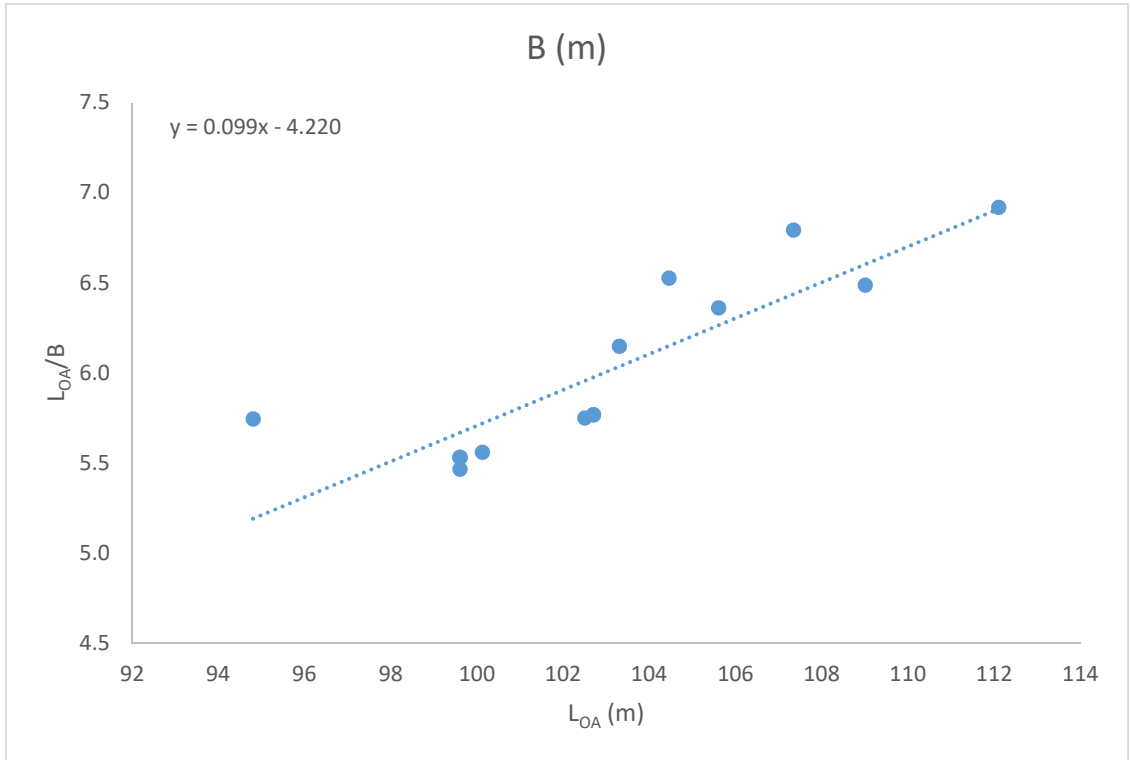
Şekil 6.4 3500 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - L_{OA}/B grafiği

Şekil 6.4'e göre; $L_{OA}/B = 0.016 * L_{OA} + 4.800$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 89.51$ m olarak alındığında, bu tonajda $B = 14.24$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.5 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin L_{OA} - L_{OA}/B ilişkisi

Gemi No	L_{OA} (m)	B (m)	L_{OA}/B
1	99.60	18.00	5.533
2	104.45	16.00	6.528
3	94.80	16.50	5.745
4	105.60	16.60	6.361
5	112.10	16.20	6.919
6	103.30	16.80	6.148
7	102.70	17.80	5.769
8	107.34	15.80	6.793
9	102.70	17.80	5.769
10	99.60	18.00	5.533
11	102.50	17.82	5.751
12	99.60	18.00	5.533
13	99.60	18.22	5.466
14	109.00	16.80	6.488
15	100.12	18.00	5.562

Çizelge 6.5'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



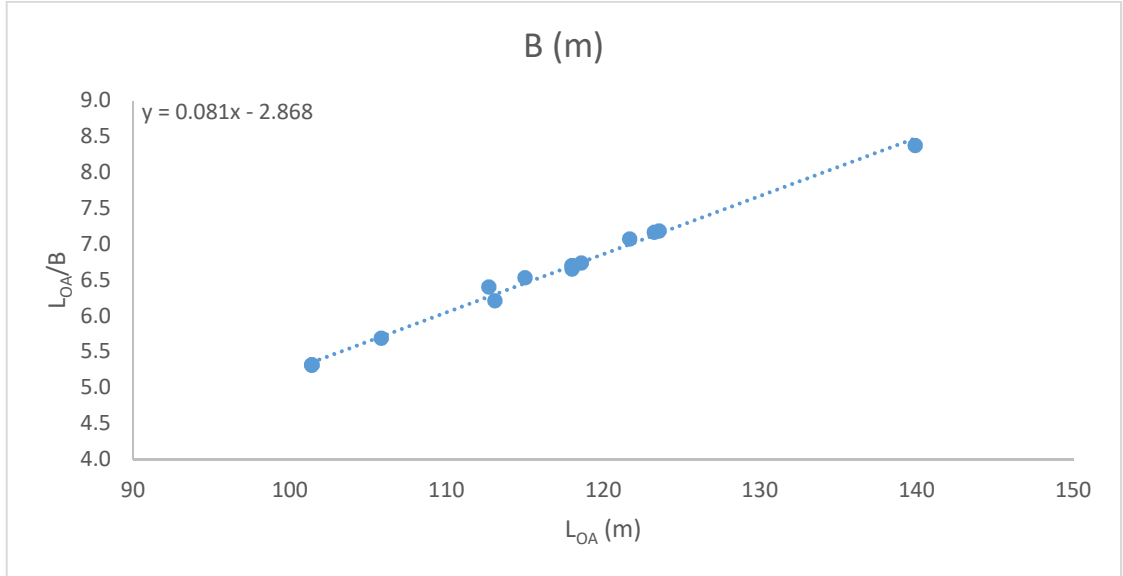
Şekil 6.5 6000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - L_{OA}/B grafiği

Şekil 6.5'e göre; $L_{OA}/B = 0.099 * L_{OA} - 4.220$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 103.01$ m olarak alındığında, bu tonajda $B = 17.15$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.6 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin L_{OA} - L_{OA}/B ilişkisi

Gemi No	L_{OA} (m)	B (m)	L_{OA}/B
1	101.39	19.05	5.322
2	101.39	19.07	5.316
3	139.90	16.70	8.377
4	101.39	19.07	5.316
5	118.00	17.60	6.704
6	112.70	17.60	6.403
7	118.60	17.60	6.738
8	115.00	17.60	6.534
9	123.56	17.20	7.183
10	118.00	17.62	6.696
11	118.00	17.73	6.655
12	121.68	17.20	7.074
13	105.83	18.60	5.689
14	113.08	18.20	6.213
15	123.25	17.20	7.165

Çizelge 6.6'daki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.6 8000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - L_{OA}/B grafiği

Şekil 6.6'ya göre; $L_{OA}/B = 0.081 * L_{OA} - 2.868$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 117.75$ m olarak alındığında, bu tonajda $B = 17.62$ m bulunacaktır.

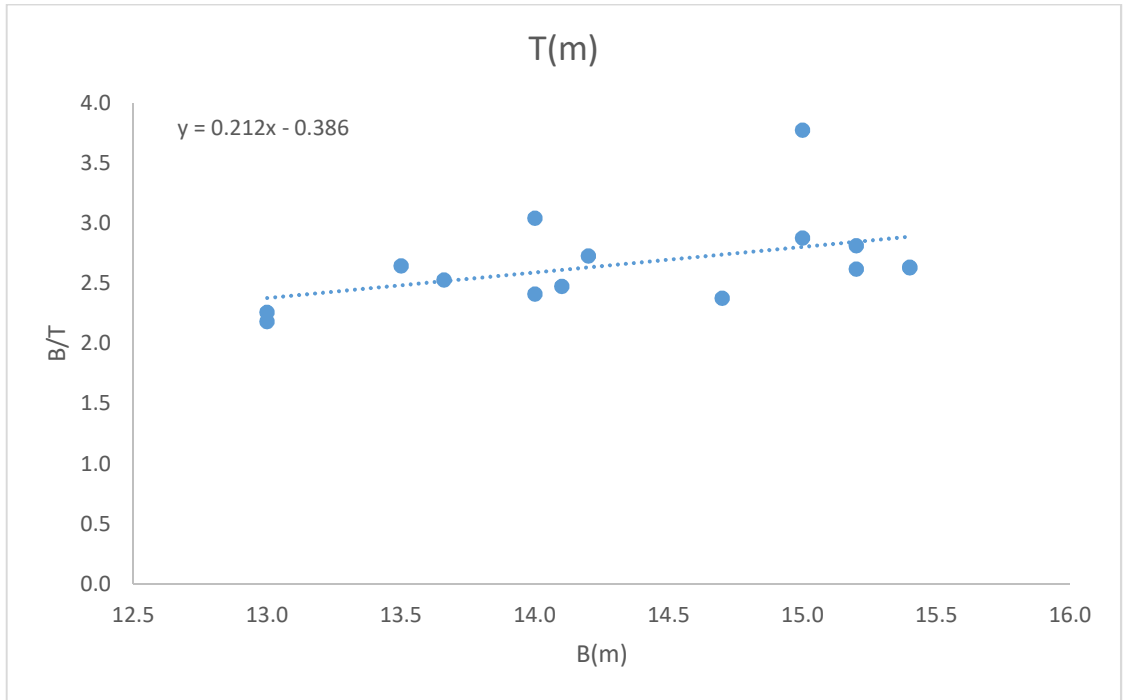
6.1.3 Draftların Belirlenmesi

Bulunan on beşer adet tankerin B/T ve B değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin draftları hesaplanacaktır.

Çizelge 6.7 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin B-B/T ilişkisi

Gemi No	B (m)	T (m)	B/T
1	14.00	4.60	3.043
2	15.00	3.97	3.778
3	13.50	5.10	2.647
4	14.20	5.20	2.730
5	14.00	5.80	2.413
6	14.10	5.69	2.478
7	13.00	5.75	2.260
8	13.00	5.95	2.184
9	13.66	5.40	2.529
10	15.00	5.21	2.879
11	15.20	5.40	2.814
12	15.20	5.80	2.620
13	15.40	5.84	2.636
14	14.70	6.18	2.378
15	15.40	5.85	2.632

Çizelge 6.7'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



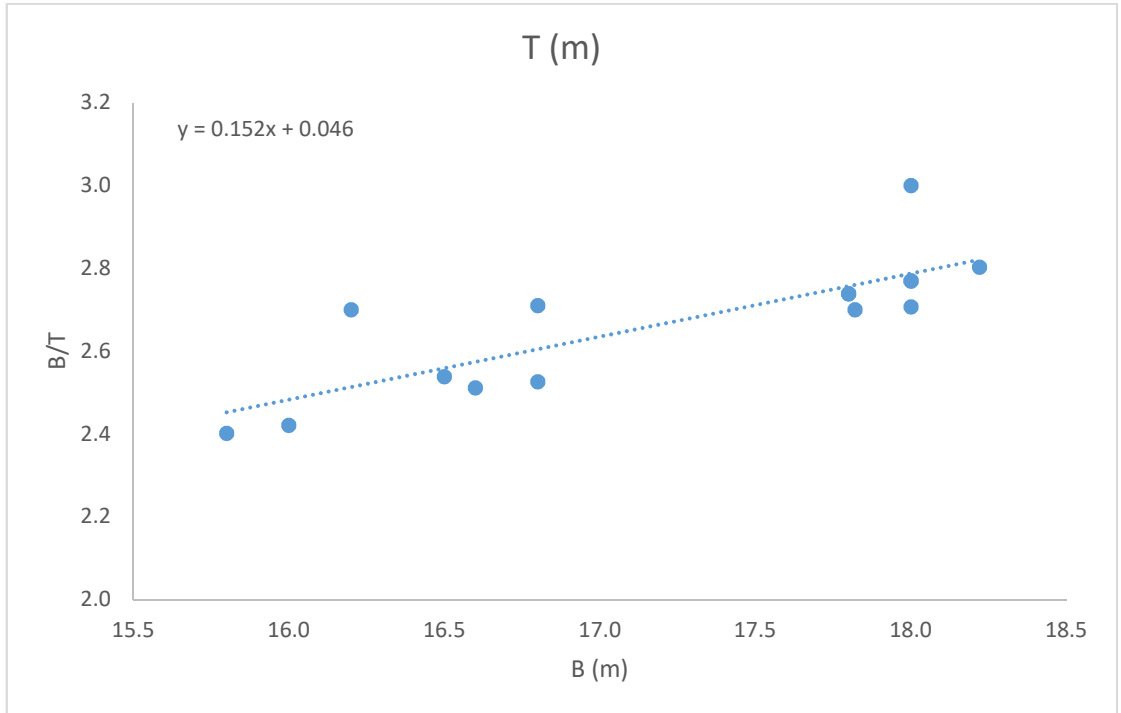
Şekil 6.7 3500 DWT kimyasal tanker için B-B/T grafiği

Şekil 6.7'ye göre; $B/T = 0.212 * B - 0.386$ bağıntısı elde edilmektedir. $B = 14.24$ m olarak alındığında, bu tonajda $T = 5.39$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.8 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin B-B/T ilişkisi

Gemi No	B (m)	T (m)	B/T
1	18.00	6.65	2.706
2	16.00	6.61	2.420
3	16.50	6.50	2.538
4	16.60	6.61	2.511
5	16.20	6.00	2.700
6	16.80	6.20	2.709
7	17.80	6.50	2.738
8	15.80	6.58	2.401
9	17.80	6.50	2.738
10	18.00	6.50	2.769
11	17.82	6.60	2.700
12	18.00	6.00	3.000
13	18.22	6.50	2.803
14	16.80	6.65	2.526
15	18.00	6.50	2.769

Çizelge 6.8'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



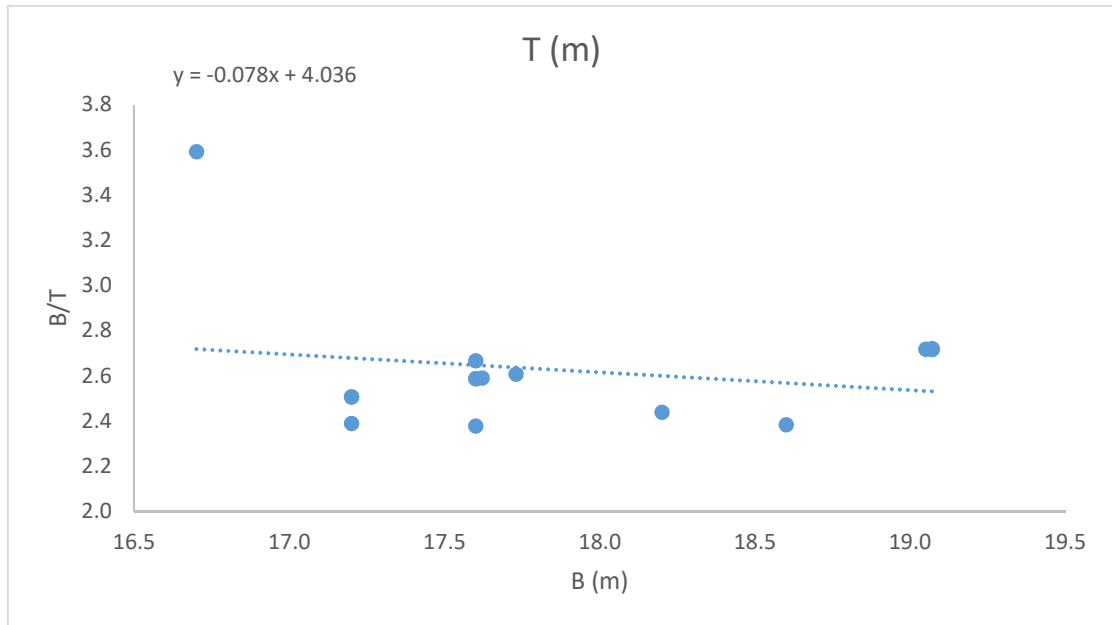
Şekil 6.8 6000 DWT kimyasal tanker için B-B/T grafiği

Şekil 6.8'e göre; $B/T = 0.152 * B + 0.046$ bağıntısı elde edilmektedir. $B = 17.15$ m olarak alındığında, bu tonajda $T = 6.45$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.9 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin B-B/T ilişkisi

Gemi No	B (m)	T (m)	B/T
1	19.05	7.01	2.717
2	19.07	7.02	2.716
3	16.70	4.65	3.591
4	19.07	7.01	2.720
5	17.60	6.80	2.588
6	17.60	7.40	2.378
7	17.60	6.60	2.666
8	17.60	6.80	2.588
9	17.20	6.86	2.507
10	17.62	6.80	2.591
11	17.73	6.80	2.607
12	17.20	6.86	2.507
13	18.60	7.80	2.384
14	18.20	7.46	2.439
15	17.20	7.20	2.388

Çizelge 6.9'daki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.9 8000 DWT kimyasal tanker için B-B/T grafiği

Şekil 6.9'a göre; $B/T = -0.078 * B + 4.036$ bağıntısı elde edilmektedir. $B = 17.62$ m olarak alındığında, bu tonajda $T = 6.66$ m bulunacaktır.

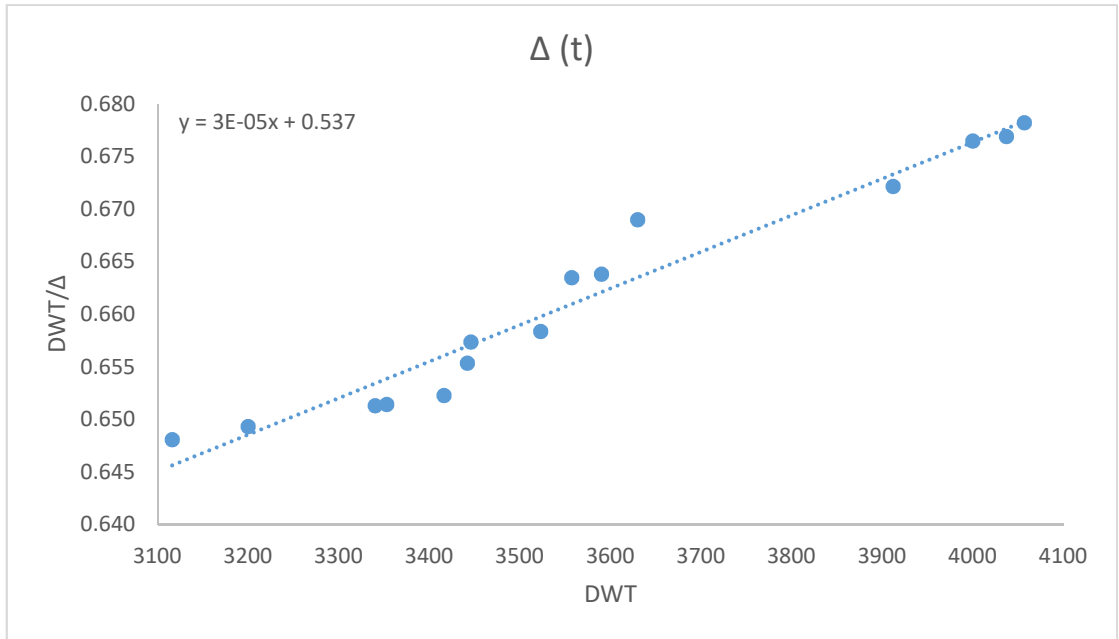
6.1.4 Deplasmanların Belirlenmesi

Bulunan on beş adet tankerin DWT/ Δ ve DWT değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin deplasmanları hesaplanacaktır.

Çizelge 6.10 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin DWT-DWT/ Δ ilişkisi

Gemi No	DWT	Δ (t)	DWT/ Δ
1	3116	4808	0.648
2	3200	4928	0.649
3	3340	5128	0.651
4	3353	5147	0.651
5	3416	5237	0.652
6	3442	5252	0.655
7	3446	5242	0.657
8	3523	5351	0.658
9	3557	5361	0.663
10	3590	5408	0.663
11	3630	5426	0.669
12	3912	5820	0.672
13	4000	5913	0.676
14	4037	5964	0.676
15	4057	5982	0.678

Çizelge 6.10'daki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



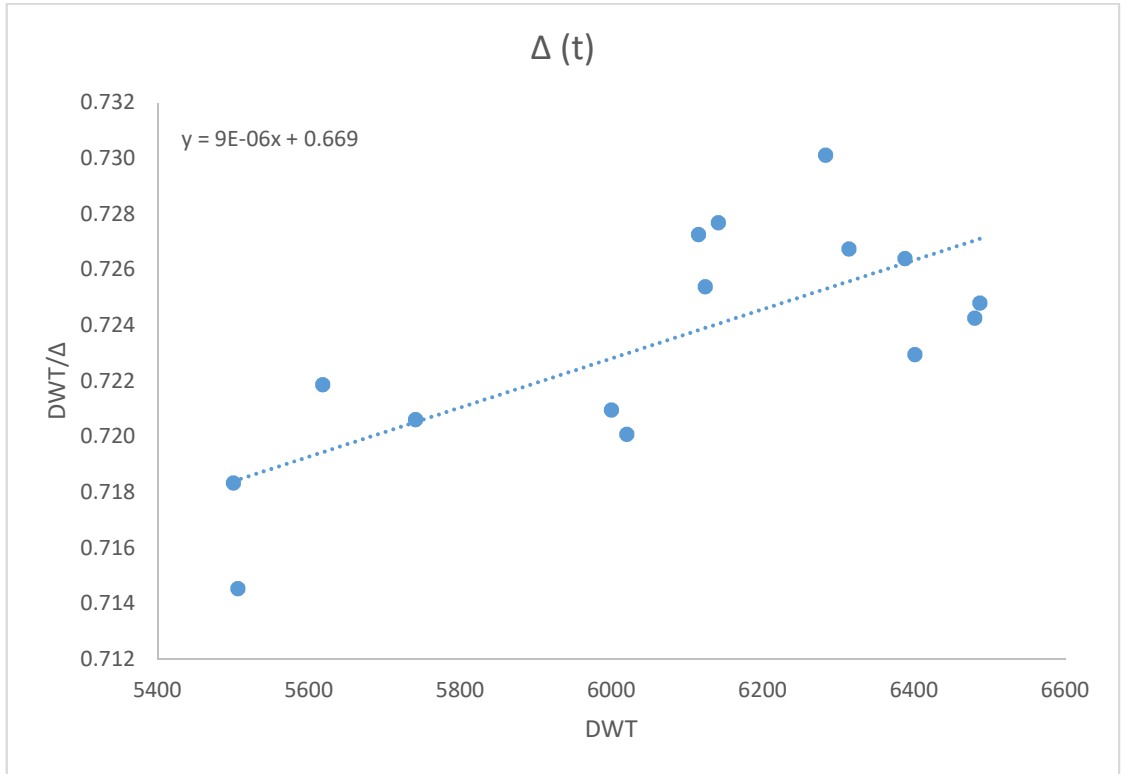
Şekil 6.10 3500 DWT kimyasal tanker için DWT-DWT/ Δ grafiği

Şekil 6.10'a göre; $DWT/\Delta = 3E-05 * DWT + 0.537$ bağıntısı elde edilmektedir. $DWT = 3500$ olarak alındığında, bu tonajda $\Delta = 5448$ ton bulunacaktır.

Çizelge 6.11 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin DWT -DWT/ Δ ilişkisi

Gemi No	DWT	Δ (t)	DWT/ Δ
1	5500	7656	0.718
2	5506	7705	0.714
3	5618	7782	0.721
4	5741	7967	0.720
5	6000	8322	0.720
6	6020	8360	0.720
7	6115	8408	0.727
8	6124	8442	0.725
9	6141	8439	0.727
10	6283	8606	0.730
11	6314	8688	0.726
12	6388	8794	0.726
13	6401	8854	0.722
14	6480	8947	0.724
15	6487	8950	0.724

Çizelge 6.11'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



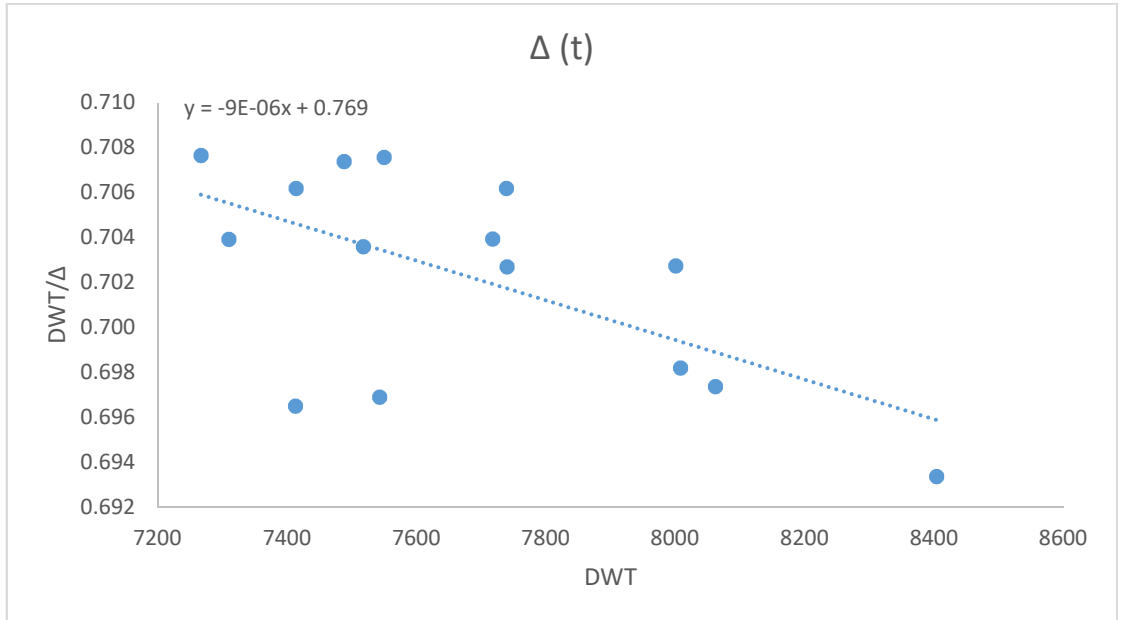
Şekil 6.11 6000 DWT kimyasal tanker için DWT-DWT/ Δ grafiği

Şekil 6.11'e göre; $DWT/\Delta = 9E-06 * DWT + 0.669$ bağıntısı elde edilmektedir. $DWT = 6000$ olarak alındığında, bu tonajda $\Delta = 8288$ ton bulunacaktır.

Çizelge 6.12 On beş adet 8000 DWT civarı tanker için DWT-DWT/ Δ ilişkisi

Gemi No	DWT	Δ (t)	DWT/ Δ
1	7267	10,269	0.707
2	7310	10,385	0.703
3	7413	10,643	0.696
4	7414	10,499	0.706
5	7488	10,585	0.707
6	7518	10,685	0.703
7	7543	10,824	0.696
8	7550	10,670	0.707
9	7718	10,964	0.703
10	7739	10,959	0.706
11	7740	11,015	0.702
12	8001	11,385	0.702
13	8008	11,469	0.698
14	8062	11,561	0.697
15	8404	12,120	0.693

Çizelge 6.12'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.12 8000 DWT kimyasal tanker için DWT-DWT/ Δ grafiği

Şekil 6.12'ye göre; $DWT/\Delta = -9E-06 * DWT + 0.769$ bağıntısı elde edilmektedir. $DWT = 8000$ olarak alındığında, bu tonajda $\Delta = 11,463$ ton bulunacaktır.

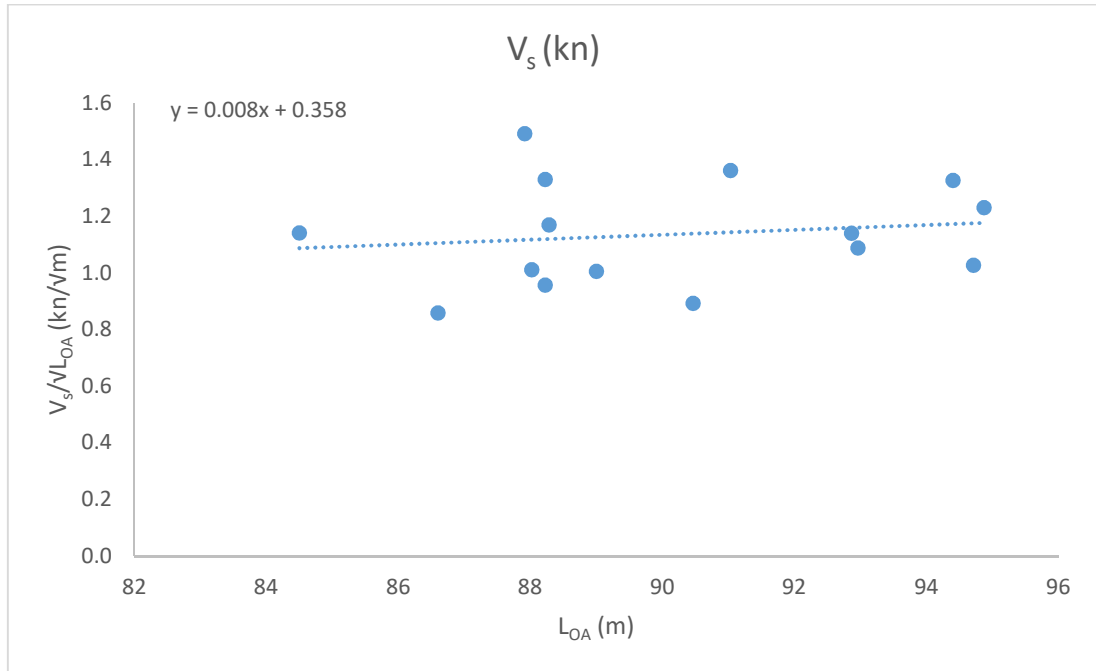
6.1.5 Hızların Belirlenmesi

Bulunan on beşer adet tankerin $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ ve L_{OA} değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin hızları hesaplanacaktır.

Çizelge 6.13 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin L_{OA} - $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	V_s (kn)	$V_s/\sqrt{L_{OA}}$ (kn/ \sqrt{m})
1	3116	84.50	10.5	1.142
2	3200	88.28	11.0	1.170
3	3340	91.03	13.0	1.362
4	3353	88.02	9.5	1.012
5	3416	87.91	14.0	1.493
6	3442	92.86	11.0	1.141
7	3446	88.22	12.5	1.330
8	3523	88.22	9.0	0.958
9	3557	89.00	9.5	1.006
10	3590	90.46	8.5	0.893
11	3630	86.60	8.0	0.859
12	3912	92.96	10.5	1.089
13	4000	94.87	12.0	1.232
14	4037	94.71	10.0	1.027
15	4057	94.40	12.9	1.327

Çizelge 6.13'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



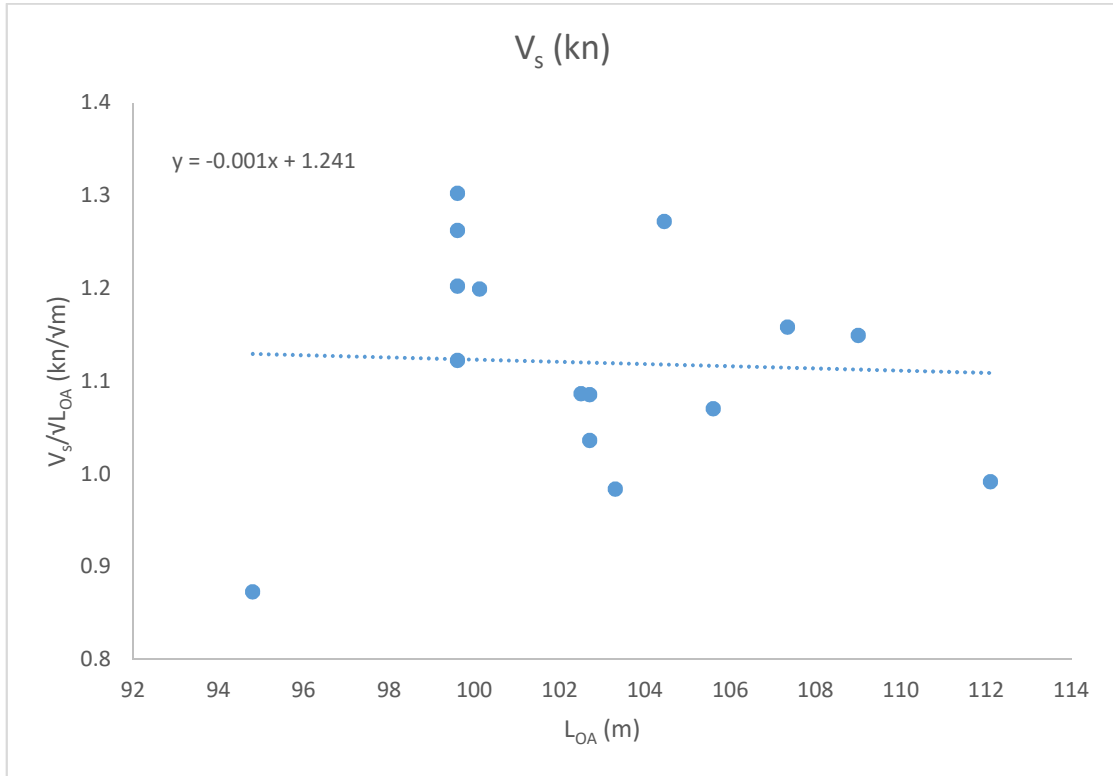
Şekil 6.13 3500 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ grafiği

Şekil 6.13'e göre; $V_s/\sqrt{L_{OA}} = 0.008 * L_{OA} + 0.358$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 89.51$ m olarak alındığında, bu tonajda $V_s = 10.7$ knot bulunacaktır.

Çizelge 6.14 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin L_{OA} - $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	V_s (kn)	$V_s/\sqrt{L_{OA}}$ (kn/ \sqrt{m})
1	5500	99.60	11.2	1.122
2	5506	104.45	13.0	1.272
3	5618	94.80	8.5	0.873
4	5741	105.60	11.0	1.070
5	6000	112.10	10.5	0.991
6	6020	103.30	10.0	0.983
7	6115	102.70	10.5	1.036
8	6124	107.34	12.0	1.158
9	6141	102.70	11.0	1.085
10	6283	99.60	12.0	1.202
11	6314	102.50	11.0	1.086
12	6388	99.60	13.0	1.302
13	6401	99.60	12.6	1.262
14	6480	109.00	12.0	1.149
15	6487	100.12	12.0	1.199

Çizelge 6.14'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



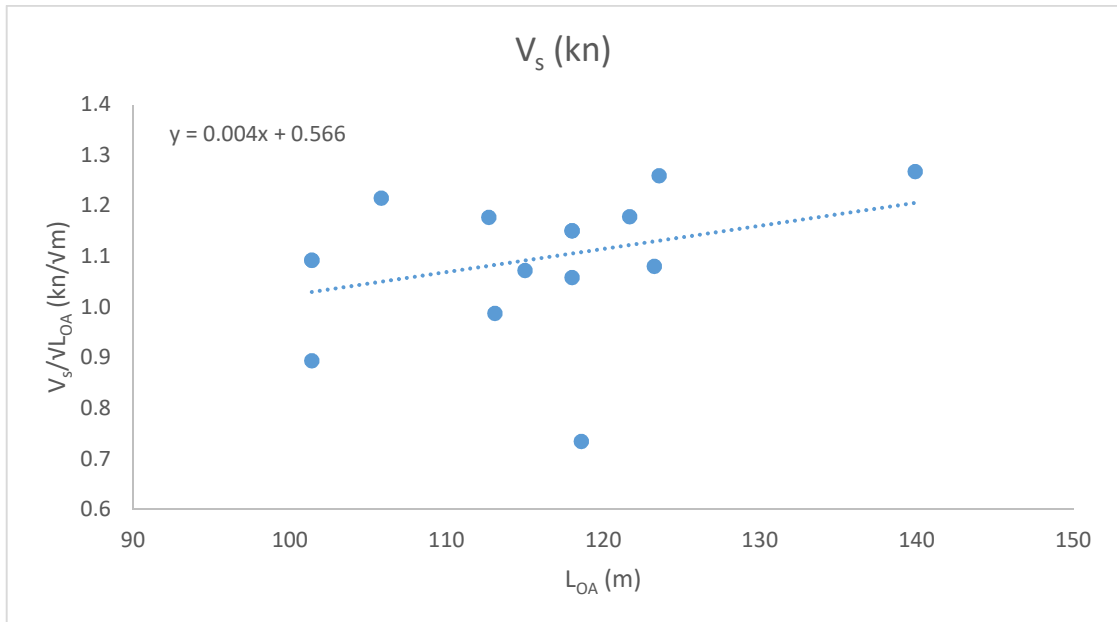
Şekil 6.14 6000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ grafiği

Şekil 6.14'e göre; $V_s/V_{LOA} = -0.001 * L_{OA} + 1.241$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 103.1$ m olarak alındığında, bu tonajda $V_s = 11.3$ knot bulunacaktır.

Çizelge 6.15 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin L_{OA} - V_s/V_{LOA} ilişkisi

Gemi	DWT	L_{OA} (m)	V_s (kn)	$V_s/\sqrt{L_{OA}}$ (kn/vm)
1	7267	101.39	9.0	0.893
2	7310	101.39	11.0	1.092
3	7413	139.90	15.0	1.268
4	7414	101.39	11.0	1.092
5	7488	118.00	11.5	1.058
6	7518	112.70	12.5	1.177
7	7543	118.60	8.0	0.734
8	7550	115.00	11.5	1.072
9	7718	123.56	14.0	1.259
10	7739	118.00	12.5	1.150
11	7740	118.00	12.5	1.150
12	8001	121.68	13.0	1.178
13	8008	105.83	12.5	1.215
14	8062	113.08	10.5	0.987
15	8404	123.25	12.0	1.080

Çizelge 6.15'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.15 8000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - V_s/V_{LOA} grafiği

Şekil 6.15'e göre; $V_s/V_{LOA} = 0.004 * L_{OA} + 0.566$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 117.75$ m olarak alındığında, bu tonajda $V_s = 12.0$ knot bulunacaktır.

6.1.6 Ana Makine Güçlerinin Belirlenmesi

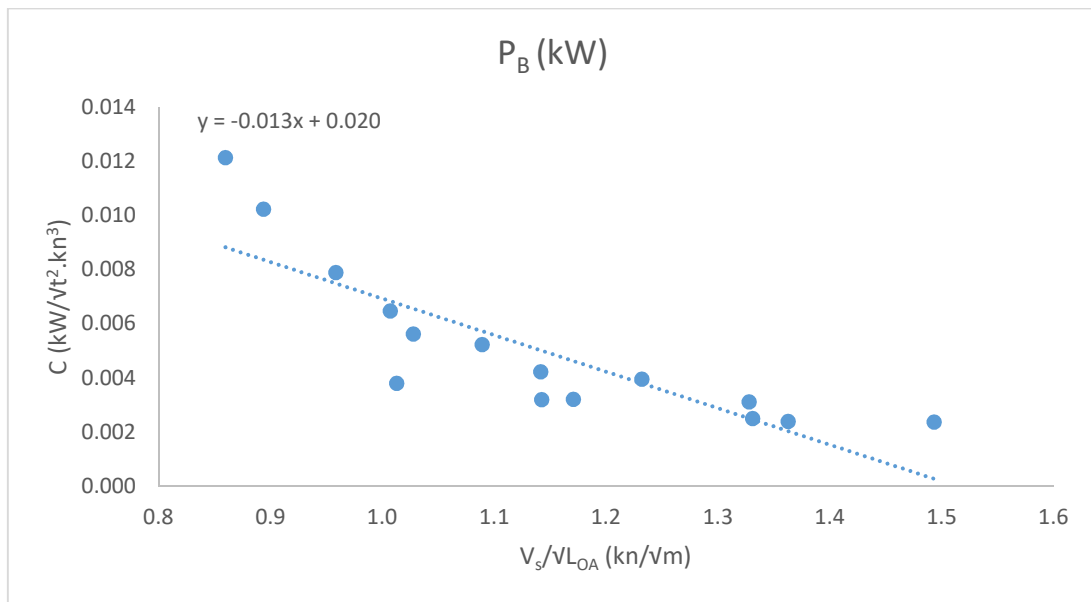
Bulunan on beş adet tankerin C ve $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin ana makine güçleri

hesaplanacaktır. Burada $C = \frac{P_B}{V_s^3 * \sqrt{\Delta^2}}$ 'tür.

Çizelge 6.16 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ -C ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	V_s (kn)	P_B (kW)	Δ (t)	$V_s/\sqrt{L_{OA}}$ (kn/ \sqrt{m})	C (kW/ $\sqrt{t^2} \cdot kn^3$)
1	3116	84.50	10.5	1055	4808	1.142	0.003
2	3200	88.28	11.0	1235	4928	1.170	0.003
3	3340	91.03	13.0	1565	5128	1.362	0.002
4	3353	88.02	9.5	971	5147	1.012	0.003
5	3416	87.91	14.0	1960	5237	1.493	0.002
6	3442	92.86	11.0	1701	5252	1.141	0.004
7	3446	88.22	12.5	1471	5242	1.330	0.002
8	3523	88.22	9.0	1760	5351	0.958	0.007
9	3557	89.00	9.5	1701	5361	1.006	0.006
10	3590	90.46	8.5	1937	5408	0.893	0.010
11	3630	86.60	8.0	1920	5426	0.859	0.012
12	3912	92.96	10.5	1960	5820	1.089	0.005
13	4000	94.87	12.0	2235	5913	1.232	0.003
14	4037	94.71	10.0	1850	5964	1.027	0.005
15	4057	94.40	12.9	2207	5982	1.327	0.003

Çizelge 6.16'daki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



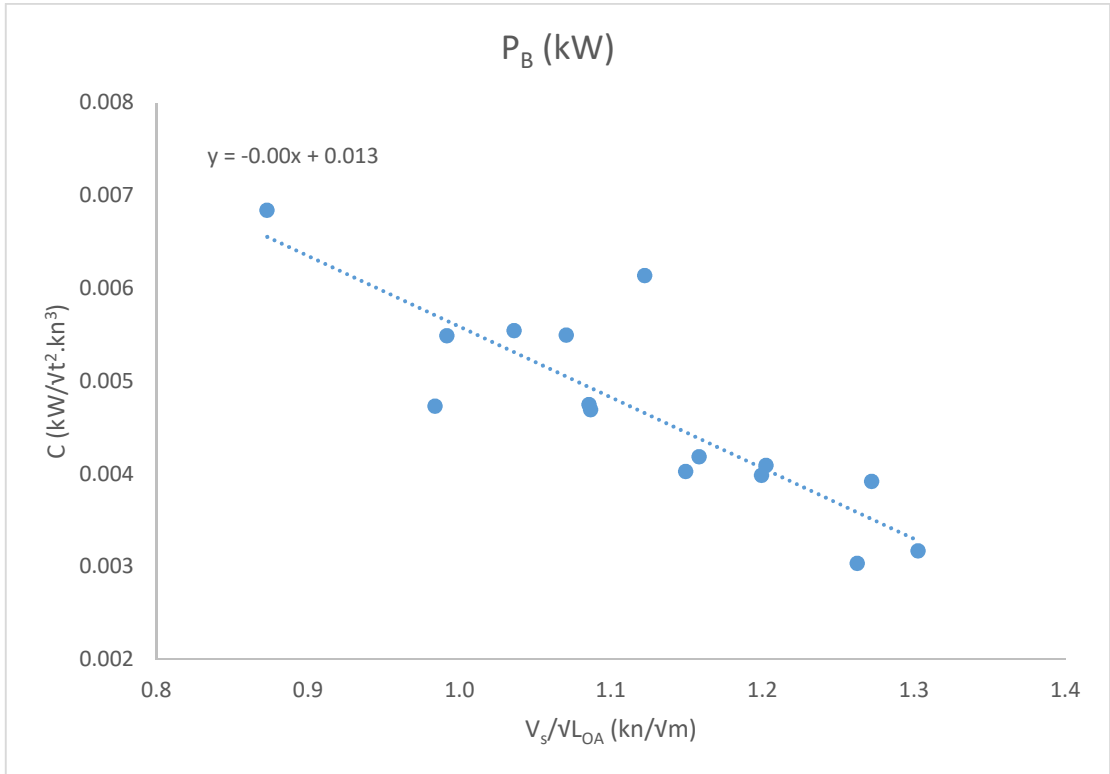
Şekil 6.16 3500 DWT kimyasal tanker için $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ -C grafiği

Şekil 6.16'ya göre; $C = -0.013 * V_s/\sqrt{L_{OA}} + 0.020$ bağıntısı elde edilmektedir. $V_s/\sqrt{L_{OA}} = 1.128 \text{ kn}/\sqrt{\text{m}}$ olarak alındığında, bu tonajda $P_B = 1947 \text{ kW}$ bulunacaktır.

Çizelge 6.17 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ -C ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	V_s (kn)	P_B (kW)	Δ (t)	$V_s/\sqrt{L_{OA}}$ (kn/ $\sqrt{\text{m}}$)	C (kW/ $\sqrt{\text{t}^2 \cdot \text{kn}^3}$)
1	5500	99.60	11.2	3350	7656	1.122	0.006
2	5506	104.45	13.0	3360	7705	1.272	0.003
3	5618	94.80	8.5	1650	7782	0.873	0.006
4	5741	105.60	11.0	2918	7967	1.070	0.005
5	6000	112.10	10.5	2610	8322	0.991	0.005
6	6020	103.30	10.0	1949	8360	0.983	0.004
7	6115	102.70	10.5	2655	8408	1.036	0.005
8	6124	107.34	12.0	2999	8442	1.158	0.004
9	6141	102.70	11.0	2620	8439	1.085	0.004
10	6283	99.60	12.0	2970	8606	1.202	0.004
11	6314	102.50	11.0	2640	8688	1.086	0.004
12	6388	99.60	13.0	2970	8794	1.302	0.003
13	6401	99.60	12.6	2600	8854	1.262	0.003
14	6480	109.00	12.0	2999	8947	1.149	0.004
15	6487	100.12	12.0	2970	8950	1.199	0.003

Çizelge 6.17'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



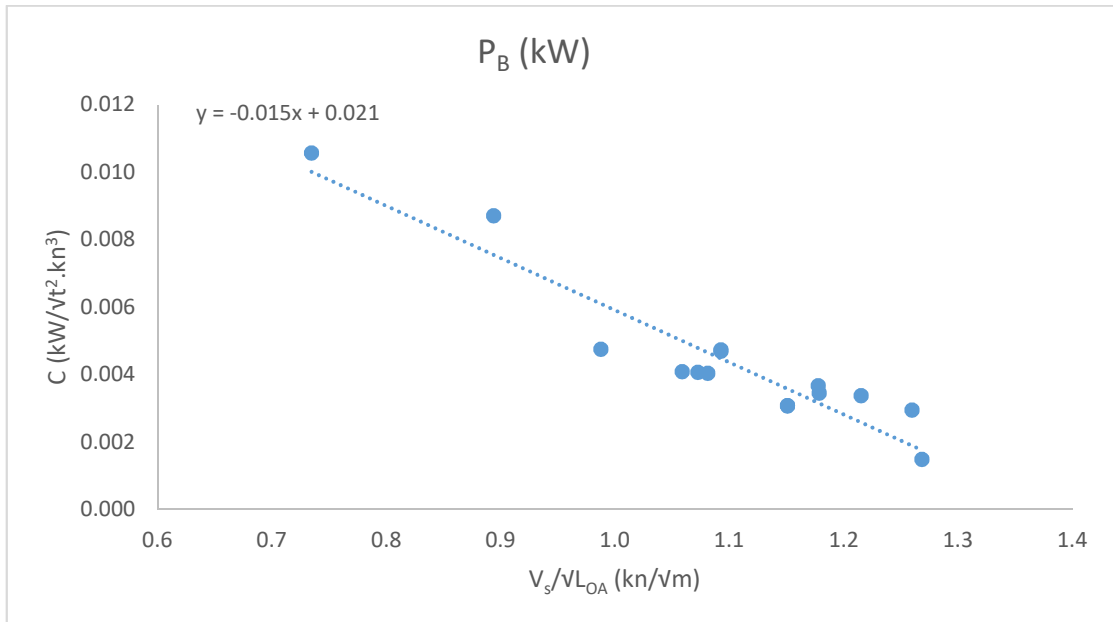
Şekil 6.17 6000 DWT kimyasal tanker için $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ -C grafiği

Şekil 6.17'ye göre; $C = -0.007 * V_s/\sqrt{L_{OA}} + 0.013$ bağıntısı elde edilmektedir. $V_s/\sqrt{L_{OA}} = 1.118$ kn/vm olarak alındığında, bu tonajda $P_B = 2815$ kW bulunacaktır.

Çizelge 6.18 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ -C ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	V_s (kn)	P_B (kW)	Δ (t)	$V_s/\sqrt{L_{OA}}$ (kn/vm)	C (kW/vt ² .kn ³)
1	7267	101.39	9.0	2999	10269	0.893	0.008
2	7310	101.39	11.0	2999	10385	1.092	0.004
3	7413	139.90	15.0	2431	10643	1.268	0.001
4	7414	101.39	11.0	2999	10499	1.092	0.004
5	7488	118.00	11.5	2999	10585	1.058	0.004
6	7518	112.70	12.5	3480	10685	1.177	0.003
7	7543	118.60	8.0	2648	10824	0.734	0.010
8	7550	115.00	11.5	2999	10670	1.072	0.004
9	7718	123.56	14.0	3999	10964	1.259	0.002
10	7739	118.00	12.5	2970	10959	1.150	0.003
11	7740	118.00	12.5	2970	11015	1.150	0.003
12	8001	121.68	13.0	3840	11385	1.178	0.003
13	8008	105.83	12.5	3350	11469	1.215	0.003
14	8062	113.08	10.5	2815	11561	0.987	0.004
15	8404	123.25	12.0	3680	12120	1.080	0.004

Çizelge 6.18'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.18 8000 DWT kimyasal tanker için $V_s/\sqrt{L_{OA}}$ -C grafiği

Şekil 6.18'e göre; $C = -0.015 * V_s/\sqrt{L_{OA}} + 0.021$ bağıntısı elde edilmektedir. $V_s/\sqrt{L_{OA}} = 1.108$ kn/vm olarak alındığında, bu tonajda $P_B = 3734$ kW bulunacaktır.

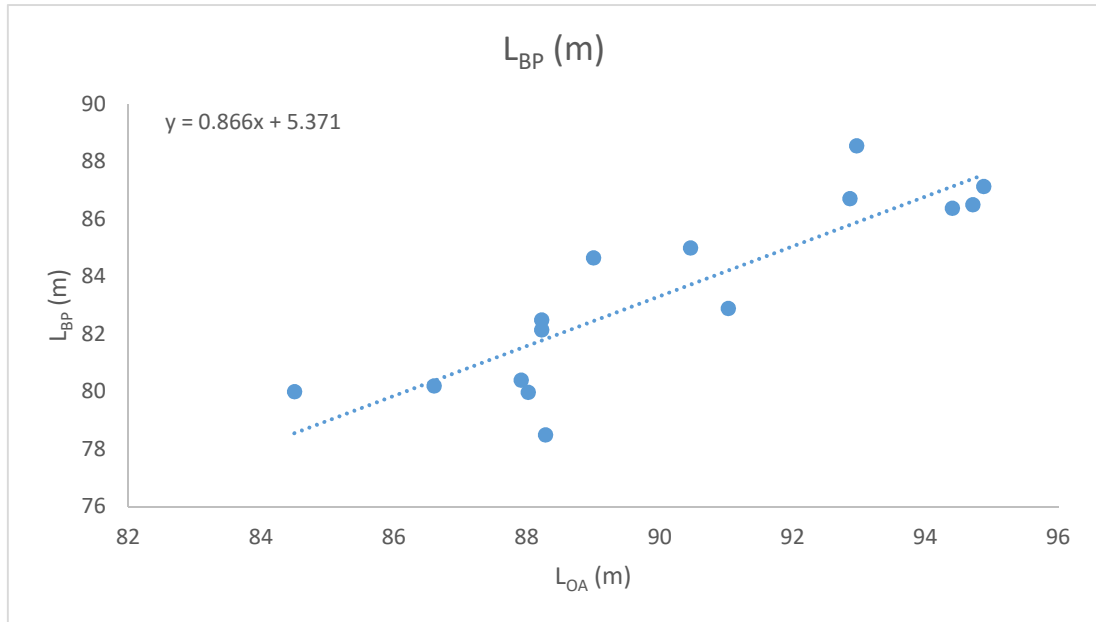
5.5.7 Kaimeler Arası Boyların Belirlenmesi

Bulunan on beş adet tankerin L_{BP} ve L_{OA} değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin kaimeler arası boyları hesaplanacaktır.

Çizelge 6.19 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin L_{OA} - L_{BP} ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	L_{BP} (m)
1	3116	84.50	80.00
2	3200	88.28	78.50
3	3340	91.03	82.90
4	3353	88.02	79.98
5	3416	87.91	80.40
6	3442	92.86	86.71
7	3446	88.22	82.15
8	3523	88.22	82.50
9	3557	89.00	84.65
10	3590	90.46	85.00
11	3630	86.60	80.20
12	3912	92.96	88.55
13	4000	94.87	87.13
14	4037	94.71	86.50
15	4057	94.40	86.38

Çizelge 6.19'daki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



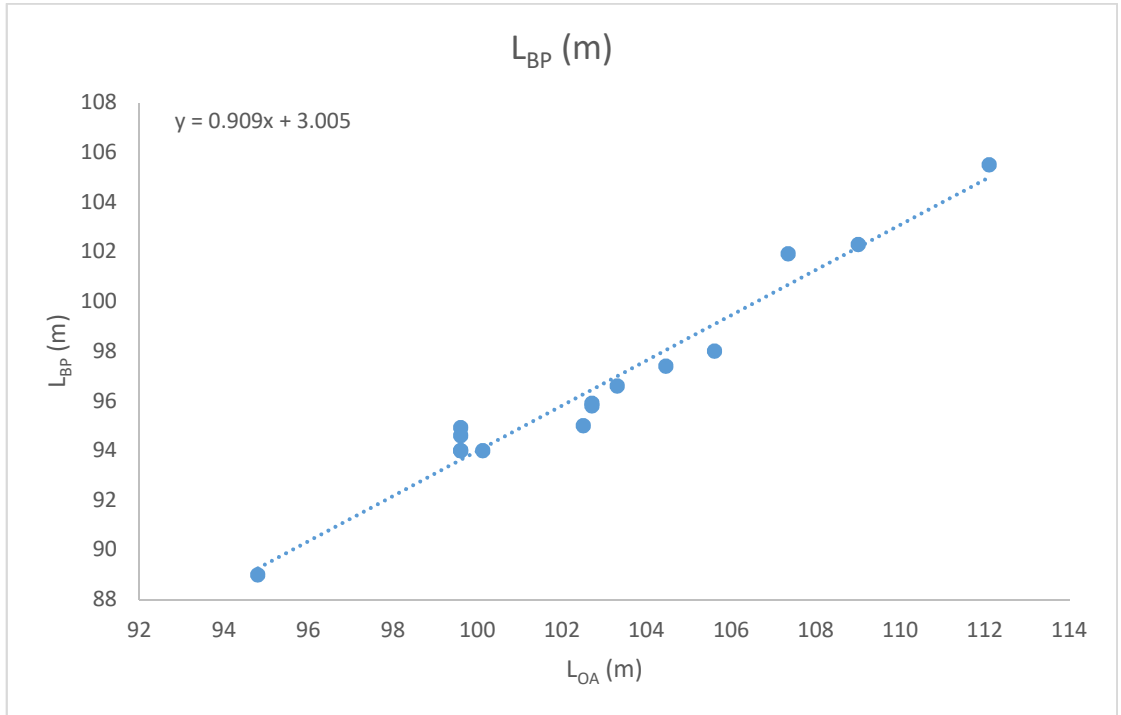
Şekil 6.19 3500 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - L_{BP} grafiği

Şekil 6.19'a göre; $L_{BP} = 0.866 * L_{OA} + 5.371$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 89.51$ m olarak alındığında, bu tonajda $L_{BP} = 82.90$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.20 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin L_{OA} - L_{BP} ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	L_{BP} (m)
1	5500	99.60	94.00
2	5506	104.45	97.40
3	5618	94.80	89.00
4	5741	105.60	98.00
5	6000	112.10	105.50
6	6020	103.30	96.60
7	6115	102.70	95.90
8	6124	107.34	101.92
9	6141	102.70	95.80
10	6283	99.60	94.92
11	6314	102.50	95.00
12	6388	99.60	94.60
13	6401	99.60	94.00
14	6480	109.00	102.30
15	6487	100.12	94.00

Çizelge 6.20'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



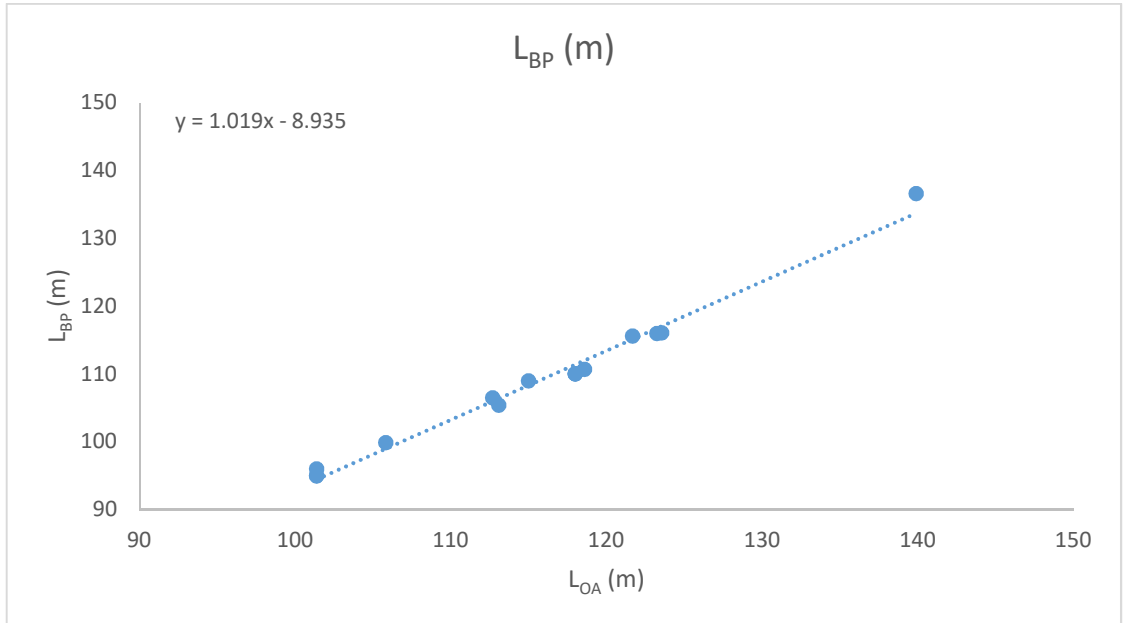
Şekil 6.20 6000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - L_{BP} grafiği

Şekil 6.20'ye göre; $L_{BP} = 0.909 * L_{OA} + 3.005$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 103.01$ m olarak alındığında, bu tonajda $L_{BP} = 96.72$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.21 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin L_{OA} - L_{BP} ilişkisi

Gemi No	DWT	L_{OA} (m)	L_{BP} (m)
1	7267	101.39	96.01
2	7310	101.39	94.96
3	7413	139.90	136.60
4	7414	101.39	95.00
5	7488	118.00	110.00
6	7518	112.70	106.47
7	7543	118.60	110.70
8	7550	115.00	109.00
9	7718	123.56	116.04
10	7739	118.00	110.00
11	7740	118.00	110.00
12	8001	121.68	115.60
13	8008	105.83	99.85
14	8062	113.08	105.40
15	8404	123.25	115.97

Çizelge 6.21'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.21 8000 DWT kimyasal tanker için L_{OA} - L_{BP} grafiği

Şekil 6.21'e göre; $L_{BP} = 1.019 * L_{OA} - 8.935$ bağıntısı elde edilmektedir. $L_{OA} = 117.75$ m olarak alındığında, bu tonajda $L_{BP} = 111.12$ m bulunacaktır.

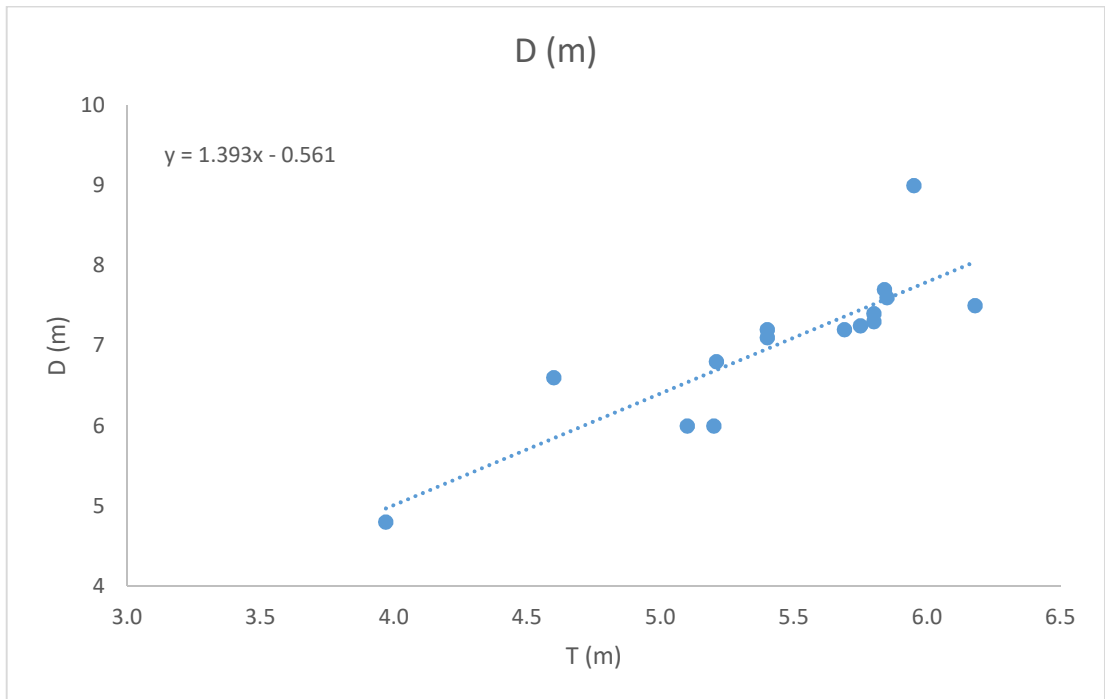
6.1.8 Derinliklerin Belirlenmesi

Bulunan on beş adet tankerin D ve T değerlerinden yola çıkılarak 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajındaki kimyasal tankerlerin derinlikleri hesaplanacaktır.

Çizelge 6.22 On beş adet 3500 DWT civarı tankerin T-D ilişkisi

Gemi No	DWT	T (m)	D (m)
1	3116	4.60	6.60
2	3200	3.97	4.80
3	3340	5.10	6.00
4	3353	5.20	6.00
5	3416	5.80	7.30
6	3442	5.69	7.20
7	3446	5.75	7.25
8	3523	5.95	9.00
9	3557	5.40	7.10
10	3590	5.21	6.80
11	3630	5.40	7.20
12	3912	5.80	7.40
13	4000	5.84	7.70
14	4037	6.18	7.50
15	4057	5.85	7.60

Çizelge 6.22'deki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



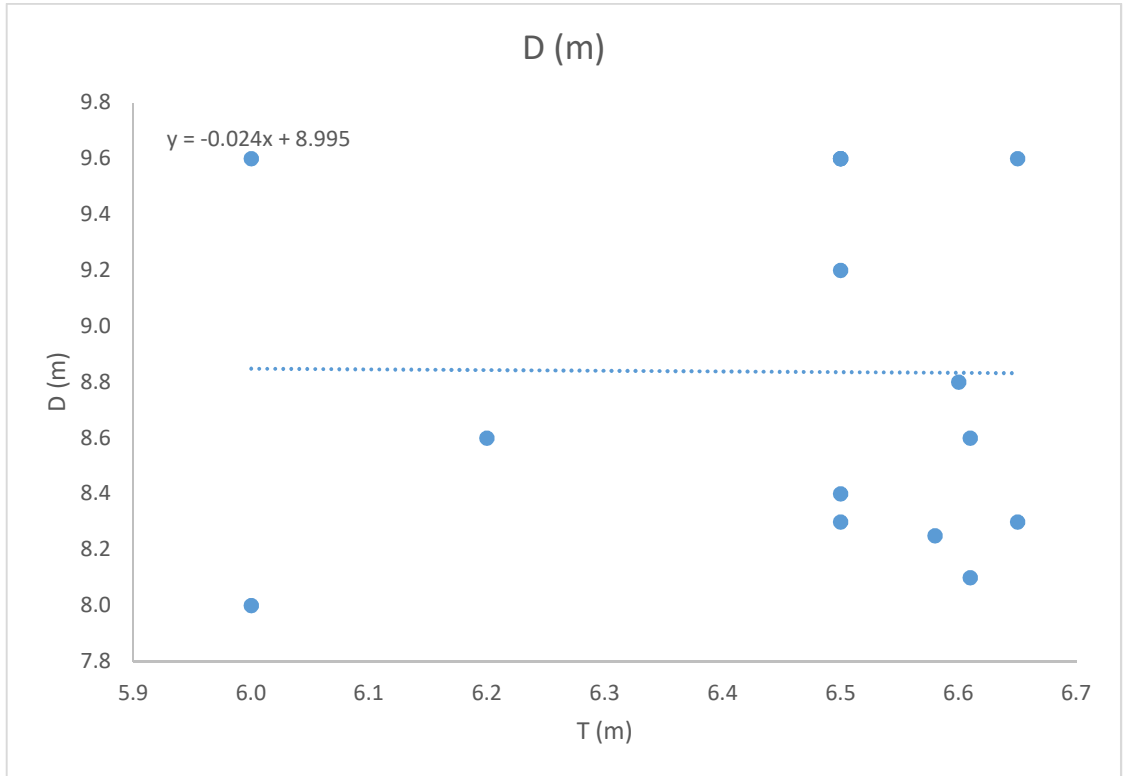
Şekil 6.22 3500 DWT kimyasal tanker için T-D grafiği

Şekil 6.22'ye göre; $D = 1.393 * T - 0.561$ bağıntısı elde edilmektedir. $T = 5.39$ m olarak alındığında, bu tonajda $D = 6.94$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.23 On beş adet 6000 DWT civarı tankerin T-D ilişkisi

Gemi No	DWT	T (m)	D (m)
1	5500	6.65	9.60
2	5506	6.61	8.10
3	5618	6.50	9.20
4	5741	6.61	8.60
5	6000	6.00	8.00
6	6020	6.20	8.60
7	6115	6.50	8.30
8	6124	6.58	8.25
9	6141	6.50	8.40
10	6283	6.50	9.60
11	6314	6.60	8.80
12	6388	6.00	9.60
13	6401	6.50	9.60
14	6480	6.65	8.30
15	6487	6.50	9.60

Çizelge 6.23'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



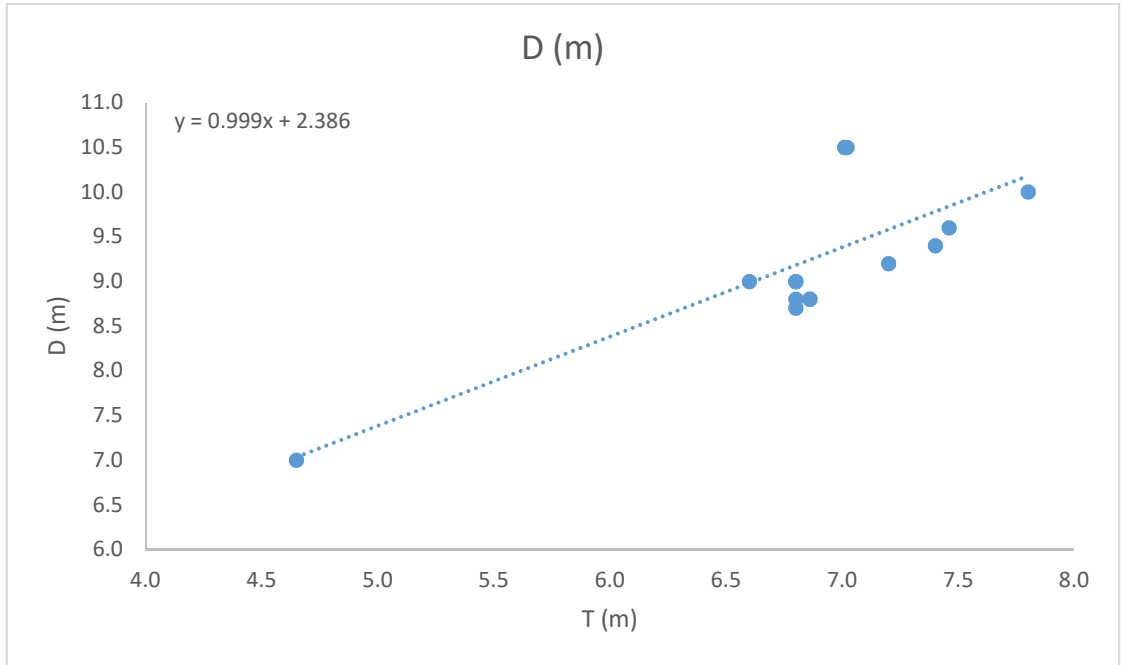
Şekil 6.23 6000 DWT kimyasal tanker için T-D grafiği

Şekil 6.23'e göre; $D = -0.024 * T + 8.995$ bağıntısı elde edilmektedir. $T = 6.45$ m olarak alındığında, bu tonajda $D = 8.84$ m bulunacaktır.

Çizelge 6.24 On beş adet 8000 DWT civarı tankerin T-D ilişkisi

Gemi No	DWT	T (m)	D (m)
1	7267	7.01	10.50
2	7310	7.02	10.50
3	7413	4.65	7.00
4	7414	7.01	10.50
5	7488	6.80	8.80
6	7518	7.40	9.40
7	7543	6.60	9.00
8	7550	6.80	8.70
9	7718	6.86	8.80
10	7739	6.80	9.00
11	7740	6.80	9.00
12	8001	6.86	8.80
13	8008	7.80	10.00
14	8062	7.46	9.60
15	8404	7.20	9.20

Çizelge 6.24'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik hazırlanır.



Şekil 6.24 8000 DWT kimyasal tanker için T-D grafiği

Şekil 6.24'e göre; $D = 0.999 * T + 2.386$ bağıntısı elde edilmektedir. $T = 6.66$ m olarak alındığında, bu tonajda $D = 9.04$ m bulunacaktır.

6.1.9 Blok Katsayılarının Belirlenmesi

Blok katsayılarını (C_B) belirleyebilmek için gemilerin su hattı boylarının (L_{WL}) ve su altında kalan hacimlerinin hesap edilmesi gerekmektedir.

Su hattı boylarını belirlemek için örnek bir geminin L_{WL}/L_{OA} oranından yola çıkılacaktır.

Çizelge 6.25 Üç adet tankerin L_{WL}/L_{OA} oranları

Gemi No	DWT (t)	L_{WL} (m)	L_{OA} (m)	L_{WL}/L_{OA}
1	4037	90.32	94.71	0.953
2	6124	103.86	107.34	0.967
3	7718	120.27	123.56	0.973

Çizelge 6.25'e göre 1 numaralı gemi 3500 DWT tanker için, 2 numaralı gemi 6000 DWT tanker için, 3 numaralı gemi ise 8000 DWT tanker için kullanılacaktır.

Buna göre $L_{WL} = L_{OA} * L_{WL}/L_{OA}$ formülü kullanılırsa;

3500 DWT'luk tanker için $L_{WL} = 89.51 * 0.953 = 85.36$ m olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $L_{WL} = 103.01 * 0.967 = 99.67$ m olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $L_{WL} = 117.75 * 0.973 = 114.61$ m olacaktır.

Su altı hacimlerini belirlemek için gemilerin deplasmanları ile suyun yoğunluğu oranlanacaktır. Gemilerin elde edilen DWT ve deplasman değerleri tuzlu su ortamına göre dir. Buna istinaden suyun özgül ağırlığı 1.025 ton/m^3 alınacaktır.

Buna göre $\nabla = \Delta / \gamma$ formülü kullanılırsa;

3500 DWT'luk tanker için $\nabla = 5448 / 1.025 = 5315 \text{ m}^3$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $\nabla = 8288 / 1.025 = 8086 \text{ m}^3$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $\nabla = 11,463 / 1.025 = 11,183 \text{ m}^3$ olacaktır.

Gemilerin blok katsayılarını bulmak için $C_B = \frac{\nabla}{L_{WL} * B * T}$ formülü kullanılacaktır.

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $C_B = 5315 / (85.36 * 14.24 * 5.39) = 0.812$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $C_B = 8086 / (99.67 * 17.15 * 6.45) = 0.733$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $C_B = 11,183 / (114.61 * 17.62 * 6.66) = 0.831$ olacaktır.

6.1.10 Orta Kesit Narinlik Katsayılarının Belirlenmesi

Orta kesit narinlik katsayılarını (C_M) belirlemek için literatürdeki "van Lammeren" formülünden faydalanılacaktır. van Lammeren formülü: $C_M = 0.9 + 0.1 * C_B$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $C_M = 0.9 + 0.1 * 0.812 = 0.981$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $C_M = 0.9 + 0.1 * 0.733 = 0.973$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $C_M = 0.9 + 0.1 * 0.831 = 0.983$ olacaktır.

6.1.11 Prizmatik Katsayılarının Belirlenmesi

Prizmatik katsayıları (C_P) belirlemek için blok katsayısı ile orta kesit narinlik katsayısının oranı hesaplanacaktır.

$$C_P = C_B / C_M$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $C_P = 0.812 / 0.981 = 0.828$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $C_P = 0.733 / 0.973 = 0.754$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $C_P = 0.831 / 0.983 = 0.846$ olacaktır.

6.1.12 Su Hattı Narinlik Katsayılarının Belirlenmesi

Su hattı narinlik katsayılarını (C_{WP}) belirlemek için literatürdeki "Schneekluth U Form" formülünden faydalanılacaktır. Schneekluth U Form formülü:

$$C_{WP} = 0.95 * C_P + 0.17 * (1 - C_P)^{1/3}$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $C_{WP} = 0.95 * 0.828 + 0.17 * (1 - 0.828)^{1/3} = 0.881$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $C_{WP} = 0.95 * 0.754 + 0.17 * (1 - 0.754)^{1/3} = 0.822$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $C_{WP} = 0.95 * 0.846 + 0.17 * (1 - 0.846)^{1/3} = 0.895$ olacaktır.

6.1.13 Düşey Prizmatik Katsayılarının Belirlenmesi

Prizmatik katsayıları (C_{VP}) belirlemek için blok katsayısı ile su hattı narinlik katsayısının oranı hesaplanacaktır.

$$C_{VP} = C_B / C_{WP}$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $C_{VP} = 0.812 / 0.881 = 0.922$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $C_{VP} = 0.733 / 0.822 = 0.892$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $C_{VP} = 0.831 / 0.895 = 0.929$ olacaktır.

6.1.14 Çelik Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çelik tekne ağırlığının (W_s) belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılacaktır [23]:

$$W_s = 0.094 * (L_{OA} * B * D) + 626.77$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $W_s = 0.094 * (89.51 * 14.24 * 6.94) + 626.77 = 1460.15$ ton olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $W_s = 0.094 * (103.01 * 17.15 * 8.84) + 626.77 = 2096.84$ ton olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $W_s = 0.094 * (117.75 * 17.62 * 9.04) + 626.77 = 2394.2$ ton olacaktır.

6.1.15 Donanım Ağırlıklarının Belirlenmesi

Donanım ağırlığının (W_o) belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılacaktır [23]:

$$W_o = 0.129 * L_{OA} * B - 109.39$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $W_o = 0.129 * 89.51 * 14.24 - 109.39 = 56.05$ ton olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $W_o = 0.129 * 103.01 * 17.15 - 109.39 = 119.84$ ton olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $W_o = 0.129 * 117.75 * 17.62 - 109.39 = 159.96$ ton olacaktır.

6.1.16 Makine Ağırlıklarının Belirlenmesi

Makine ağırlığının (W_m) belirlenmesinde literatürdeki "Watson – Gilfillan" formülü kullanılacaktır. Watson – Gilfillan formülü:

$$W_m = 8.8 * P_B^{0.3}$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $W_m = 8.8 * 1947^{0.3} = 85.36$ ton olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $W_m = 8.8 * 2815^{0.3} = 95.35$ ton olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $W_m = 8.8 * 3734^{0.3} = 103.78$ ton olacaktır.

6.2 Üç Farklı Tonajda Geminin İnşaat Maliyetlerinin Belirlenmesi

Bu bölümde, üç farklı tonajdaki kimyasal tankerlerin inşaat maliyetleri belirlenecektir. Hesaplamalarda 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajları esas alınarak üç grupta maliyet hesabı yapılacaktır. Maliyet hesabında 6.1 Bölümü'nde bulunan parametrelerden faydalanılacaktır.

6.2.1 İşçilik Maliyetlerinin Belirlenmesi

İşçilik maliyetlerinin ($M_{i\text{şçilik}}$) belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılacaktır [23]:

$$M_{i\text{şçilik}} = 5.203 * ((W_s + W_o)^{2/3} * L_{OA}^{1/3} / C_B)^2 - 1821.9 * ((W_s + W_o)^{2/3} * L_{OA}^{1/3} / C_B)$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $M_{i\text{şçilik}} = 5.203 * ((1460.15 + 56.05)^{2/3} * 89.51^{1/3} / 0.812)^2 - 1821.9 * ((1460.15 + 56.05)^{2/3} * 89.51^{1/3} / 0.812) = \underline{1,426,025 \$}$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $M_{i\text{şçilik}} = 5.203 * ((2096.84 + 119.84)^{2/3} * 103.01^{1/3} / 0.733)^2 - 1821.9 * ((2096.84 + 119.84)^{2/3} * 103.01^{1/3} / 0.733) = \underline{4,163,824 \$}$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $M_{i\text{şçilik}} = 5.203 * ((2394.2 + 159.96)^{2/3} * 117.75^{1/3} / 0.831)^2 - 1821.9 * ((2394.2 + 159.96)^{2/3} * 117.75^{1/3} / 0.831) = \underline{4,307,063 \$}$ olacaktır.

6.2.2 Çelik Maliyetlerinin Belirlenmesi

Çelik maliyetlerinin ($M_{\text{çelik}}$) belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılacaktır [23]:

$$M_{\text{çelik}} = 0.2076 * W_s^2 + 165.89 * W_s$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $M_{\text{çelik}} = 0.2076 * 1460.15^2 + 165.89 * 1460.15 = \underline{684,835 \$}$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $M_{\text{çelik}} = 0.2076 * 2096.84^2 + 165.89 * 2096.84 = \underline{1,260,607 \$}$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $M_{\text{çelik}} = 0.2076 * 2394.2^2 + 165.89 * 2394.2 = \underline{1,587,179 \$}$ olacaktır.

6.2.3 Donanım Maliyetlerinin Belirlenmesi

Donanım maliyetlerinin ($M_{\text{donanım}}$) belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılacaktır [23]:

$$M_{\text{donanım}} = -102.91 * W_o^2 + 45,741 * W_o$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $M_{\text{donanım}} = -102.91 * 56.05^2 + 45,741 * 56.05 = \underline{2,240,524 \$}$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $M_{\text{donanım}} = -102.91 * 119.84^2 + 45,741 * 119.84 = \underline{4,003,712 \$}$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $M_{\text{donanım}} = -102.91 * 159.96^2 + 45,741 * 159.96 = \underline{4,683,499 \$}$ olacaktır.

6.2.4 Makine Maliyetlerinin Belirlenmesi

Makine maliyetlerinin (M_{makine}) belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılacaktır [23]:

$$M_{\text{makine}} = 0.1349 * P_B^{1.64} + 3896.5 * P_B^{0.82}$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $M_{\text{makine}} = 0.1349 * 1947^{1.64} + 3896.5 * 1947^{0.82} = \underline{1,973,750 \$}$ olacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $M_{\text{makine}} = 0.1349 * 2815^{1.64} + 3896.5 * 2815^{0.82} = \underline{2,686,891 \$}$ olacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $M_{\text{makine}} = 0.1349 * 3734^{1.64} + 3896.5 * 3734^{0.82} = \underline{3,407,418 \$}$ olacaktır.

6.3 Üç Farklı Tonajda Geminin İşletme Maliyetlerinin Belirlenmesi

Bu bölümde, üç farklı tonajda kimyasal tankerlerin günlük işletme maliyetleri belirlenecektir. Hesaplamalarda 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajları esas alınarak üç grupta maliyet hesabı yapılacaktır.

İşletme maliyetleri içerisinde belli başlı şu kalemler bulunur;

- **Personel Masrafları:** Gemi üzerinde çalışan personelin maaş, sosyal sigorta, sertifikasyon gibi giderlerinin yanı sıra personel değişimi nedeniyle oluşan ulaşım, konaklama ve vize işlemleri gibi giderlerini içeren harcama kalemidir.
- **Sigorta Masrafları:** Geminin işletme sırasında başına gelebilecek her türlü kaza, afet, saldırı gibi konularda gemiyi teminat altına alan tekne-makine sigortası, gemi veya gemi personeli tarafından üçüncü şahıs, kurum ve kuruluşlara verilebilecek zararları teminat altına alan P&I sigortası ve diğer belli başlı teminatlar sebebiyle oluşan harcama kalemidir.
- **Kumanya-Malzeme Masrafları:** Gemi personelinin ihtiyaç duyduğu kumanya ve gemide gerekli olan malzemeler sebebiyle oluşan harcama kalemidir.
- **Yedek Parça Masrafları:** Geminin teknik ekipmanlarının arıza veya ekipman yükseltme nedeniyle ya da bakım-tutum esnasında ihtiyaç duyulabilecek yedek parçaların oluşturduğu harcama kalemidir.
- **Bakım-Tutum Masrafları:** Geminin kondisyonunu koruması ve denize elverişliliğinin sürmesi amacıyla yapılan bakım ve tutum faaliyetleri nedeniyle oluşan harcama kalemidir.
- **Ulaşım-Nakliye Masrafları:** gemiye gönderilen veya gemiden gönderilen her türlü parça, evrak vb. malzeme nedeniyle oluşan harcama kalemidir.
- **Denetleme ve Analiz Masrafları:** Gemilerin sertifikasyon sürecinde gerekli olan gemi denetleri nedeniyle oluşan masraflardır.

- Tersane-Havuzlama Masrafları: Gemilerin bayrak ve/veya klas kuruluşları kuralları nedeniyle yahut herhangi bir arıza/tamirat durumunda yaptığı tersane ve havuzlama işlemlerine ait harcama kalemidir.
- Yönetim Masrafları: Geminin işletilmekte olduğu ana ofise ait elektrik, su, iletişim, ofis personel maaşları vb. her türlü masrafın dahil olduğu harcama kalemidir.
- Diğer Masraflar: Yukarıda sayılan masraflar haricinde kalan her türlü masrafa ait harcama kalemidir.

Çizelge 6.26 Bir adet 3500 DWT tankere ait işletme gideri tablosu

Harcama Kalemi	3500 DWT #1	
	Yıllık Tutar (\$/yıl)	Günlük Tutar (\$/gün)
Personel Masrafları	676,722.00	1854.03
Sigorta Masrafları	156,448.47	428.63
Kumanya-Malzeme Masrafları	90,330.92	247.48
Yedek Parça Masrafları	140,580.47	385.15
Bakım-Tutum Masrafları	65,858.96	180.44
Diğer Masraflar	32,911.22	90.17
Ulaşım-Nakliye Masrafları	12,978.30	35.56
Denetleme ve Analiz Masrafları	81,872.28	224.31
Tersane-Havuzlama Masrafları	54,698.84	149.86
Yönetim Masrafları	155,540.00	426.14
İşl. Giderleri Toplamı (\$/gün):	4021.76	

Çizelge 6.26'ya göre 3500 DWT tankerin günlük işletme maliyeti 4021.76 \$ olmaktadır.

Çizelge 6.27 Üç adet 6000 DWT tankere ait işletme gideri tablosu

Harcama Kalemi	6000 DWT #1		6000 DWT #2		6000 DWT #3	
	Yıllık Tutar (\$/yıl)	Günlük Tutar (\$/gün)	Yıllık Tutar (\$/yıl)	Günlük Tutar (\$/gün)	Yıllık Tutar (\$/yıl)	Günlük Tutar (\$/gün)
Personel Masrafları	713,976.82	1956.10	723,715.08	1982.78	715,592.77	1960.53
Sigorta Masrafları	185,031.00	506.93	193,440.00	529.97	186,782.21	511.73
Kumanya-Malzeme Masrafları	104,983.90	287.63	108,136.06	296.26	112,544.78	308.34
Yedek Parça Masrafları	170,250.71	466.44	175,657.28	481.25	178,753.29	489.74
Bakım-Tutum Masrafları	84,211.36	230.72	70,795.65	193.96	88,261.25	241.81
Diğer Masraflar	34,601.37	94.80	33,848.80	92.74	41,661.02	114.14
Ulaşım-Nakliye Masrafları	11,376.11	31.17	11,759.43	32.22	19,675.46	53.91
Denetleme ve Analiz	87,898.62	240.82	82,562.36	226.20	86,506.72	237.00
Tersane-Havuzlama	67,899.30	186.03	73,547.10	201.50	71,250.01	195.21
Yönetim Masrafları	155,540.00	426.14	155,540.00	426.14	155,540.00	426.14
İşl. Giderleri Toplamı (\$/gün):	4476.11					

Çizelge 6.27'ye göre 6000 DWT tankerin günlük işletme maliyeti 4476.11 \$ olmaktadır.

Çizelge 6.28 Bir adet 8000 DWT tankere ait işletme gideri tablosu

Harcama Kalemi	8000 DWT #1	
	Yıllık Tutar (\$/yıl)	Günlük Tutar (\$/gün)
Personel Masrafları	821,265.54	2250.04
Sigorta Masrafları	201,960.26	553.32
Kumanya-Malzeme Masrafları	118,547.69	324.79
Yedek Parça Masrafları	199,568.98	546.76
Bakım-Tutum Masrafları	106,717.17	292.38
Diğer Masraflar	45,180.72	123.78
Ulaşım-Nakliye Masrafları	17,846.03	48.89
Denetleme ve Analiz Masrafları	88,455.12	242.34
Tersane-Havuzlama Masrafları	85,647.99	234.65
Yönetim Masrafları	155,540.00	426.14
İşl. Giderleri Toplamı (\$/gün):		<u>5043.09</u>

Çizelge 6.28'e göre 8000 DWT tankerin günlük işletme maliyeti 5043.09 \$ olmaktadır.

6.4 Üç Farklı Tonajda Geminin Operasyonel Maliyetlerinin Belirlenmesi

Bu bölümde, üç farklı tonajda kimyasal tankerlerin günlük operasyonel maliyetleri belirlenecektir. Hesaplamalarda 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT tonajları esas alınarak üç grupta maliyet hesabı yapılacaktır.

Operasyon maliyetleri içinde geminin yakıt maliyetleri ve liman masrafları yer almaktadır.

Örnek gemiler üzerinden alınan operasyonel giderlerin hesabı sonucunda çıkan rakam, IMO 2020 sülfür oranı kuralına binaen düzeltilecektir. Hesaplamalarda kullanılan veriler gemilerin seyirde fuel oil yakıtı yaktığı düzende elde edilen verilerdir. Fakat bu 2020 yılından sonra kurallar çerçevesinde mümkün olmayacaktır. Gemilerde emisyonu azaltmaya yönelik bir de “scrubber” adı verilen sistem kurulması söz konusudur fakat bu çalışmada kimyasal tankerlerde söz konusu tonajlarda scrubber sistemi kullanmak yerine ana makinede dizel yakıtı yakılacağı öngörüsünden dolayı düzeltme yapılırken gemilerin harcamış olduğu fuel oil yakıtı yerine dizel yakıtı fiyatı ile hesaplama yapılacaktır [24].

2020 yakıt kuralına istinaden aşağıdaki düzeltme uygulanacaktır;

Düzeltilmiş Günlük Operasyonel Masraflar = (Toplam Operasyonel Masraflar + Ana Makine Toplam Harcam * (MGO Birim Fiyatı – IFO Birim Fiyatı)) / 365

Çizelge 6.29 Bir adet 3500 DWT tankere ait operasyon gideri tablosu

	3500 DWT #1
ANA MAKİNE ÇALIŞMA SAATİ (s)	5983.00
ANA MAKİNE ÇALIŞMA GÜNÜ (g)	249.29
IFO HARCAM (t/yıl)	1303.22
MGO HARCAM (t/yıl)	607.44
ANA MAKİNE TOPLAM HARCAM (t/yıl)	1760.24
JENERATÖR TOPLAM HARCAM (t/yıl)	150.42
IFO BİRİM FİYATI (\$/t)	428.85
MGO BİRİM FİYATI (\$/t)	691.08
IFO TOPLAM MALİYETİ (\$/yıl)	754,878.57
MGO TOPLAM MALİYETİ (\$/yıl)	103,952.83
TOPLAM YAKIT MALİYETİ (\$/yıl)	858,831.40
Tahmini Toplam Liman Masrafları (\$/yıl):	405,000.00
Toplam Operasyonel Masraflar (\$/yıl):	1,263,831.40
Günlük Operasyonel Masraflar (\$/gün):	3462.55

Çizelge 6.29'a göre 3500 DWT tankerin günlük operasyon maliyeti 3462.55 \$ olmaktadır fakat 2020 yakıt kuralına istinaden aşağıdaki düzeltme uygulanacaktır;

Düzeltilmiş Günlük Operasyonel Masraflar = $(1,263,831.40 + 1760.24 * (691.08 - 428.85)) / 365 = 4727.18$ \$ olacaktır.

Çizelge 6.30 Üç adet 6000 DWT tankere ait operasyon gideri tablosu

	6000 DWT #1	6000 DWT #2	6000 DWT #3
ANA MAKİNE ÇALIŞMA SAATİ (s)	5656.00	5590.00	5247.00
ANA MAKİNE ÇALIŞMA GÜNÜ (g)	235.67	232.92	218.63
IFO HARCAM (t/yıl)	1798.80	1775.90	1883.50
MGO HARCAM (t/yıl)	679.54	688.97	499.02
ANA MAKİNE TOPLAM HARCAM (t/yıl)	2284.34	2266.75	2162.96
ORTALAMA ANA MAKİNE TOPLAM HARCAM (t/yıl)	2238.01		
JENERATÖR TOPLAM HARCAM (t/yıl)	194.00	198.13	219.56
IFO BİRİM FİYATI (\$/t)	424.70	449.83	412.81
ORTALAMA IFO BİRİM FİYATI (\$/t)	429.11		
MGO BİRİM FİYATI (\$/t)	655.40	663.70	653.08
ORTALAMA MGO BİRİM FİYATI (\$/t)	657.39		
IFO TOPLAM MALİYETİ (\$/yıl)	970,159.20	1,019,649.90	892,890.07
MGO TOPLAM MALİYETİ (\$/yıl)	127,147.60	131,495.56	143,391.88
TOPLAM YAKIT MALİYETİ (\$/yıl)	1,097,306.80	1,151,145.47	1,036,281.95
Tahmini Toplam Liman Masrafları (\$/yıl):	540,000.00	590,000.00	580,000.00
Ortalama Toplam Operasyonel Masraflar (\$/yıl):	1,664,911.40		
Günlük Operasyonel Masraflar (\$/yıl):	4561.40		

Çizelge 6.30'a göre 6000 DWT tankerin günlük operasyon maliyeti 4561.40 \$ olmaktadır fakat 2020 yakıt kuralına istinaden aşağıdaki düzeltme uygulanacaktır;

Düzeltilmiş Günlük Operasyonel Masraflar = $(1,664,911.40 + 2,238.01 * (657.39 - 429.11)) / 365 = 5961.11$ \$ olacaktır.

Çizelge 6.31 Bir adet 8000 DWT tankere ait operasyon gideri tablosu

ANA MAKİNE ÇALIŞMA SAATI (s)	5161.00
ANA MAKİNE ÇALIŞMA GÜNÜ (g)	215.04
IFO HARCAM (t/yıl)	2256.70
MGO HARCAM (t/yıl)	811.41
ANA MAKİNE TOPLAM HARCAM (t/yıl)	2783.19
JENERATÖR TOPLAM HARCAM (t/yıl)	284.92
IFO BİRİM FİYATI (\$/t)	432.15
MGO BİRİM FİYATI (\$/t)	662.30
IFO TOPLAM MALİYETİ (\$/yıl)	1,202,755.63
MGO TOPLAM MALİYETİ (\$/yıl)	188,703.07
TOPLAM YAKIT MALİYETİ (\$/yıl)	1,391,458.70
Tahmini Toplam Liman Masrafları (\$/yıl):	635,000.00
Toplam Operasyonel Masraflar (\$/yıl):	2,026,458.70
Günlük Operasyonel Masraflar (\$/yıl):	5,551.94

Çizelge 6.31'e göre 8000 DWT tankerin günlük operasyon maliyeti 5551.94 \$ olmaktadır fakat 2020 yakıt kuralına istinaden aşağıdaki düzeltme uygulanacaktır;

Düzeltilmiş Günlük Operasyonel Masraflar = $(2,026,458.70 + 2,783.19 * (662.30 - 432.15)) / 365 = 7306.88$ \$ olacaktır.

6.5 Üç Farklı Tonajda Geminin Navlun Gelirlerinin Belirlenmesi

Armatörler veya gemi işletenleri, gemileri ile taşıdıkları yükün karşılığında müşterilerinden navlun talep ederler. Bu bölümde pazar istatistiklerinden faydalanılarak üç farklı tonajda navlun gelirleri belirlenecektir. Navlunların belirlenmesinde son zamanlarda yayınlanmış olan Pazar raporlarının birinden faydalanılacaktır [25].

TC Rate: Geminin günlük navlun ortalaması ile günlük operasyonel giderler arasındaki pozitif farktır.

Çizelge 6.32 Kimyasal Tankerler TC Rate Analizi [25]

	SON 1 YIL ORTAMALA TC RATE (\$/gün)	SON 3 YIL ORTAMALA TC RATE (\$/gün)	SON 5 YIL ORTAMALA TC RATE (\$/gün)
20000 DWT PASLANMAZ ÇELİK	12,250	12,750	13,250
16500 DWT KAPLAMALI	11,000	11,250	11,750
13000 DWT KAPLAMALI	9250	10,000	10,250
12500 DWT PASLANMAZ ÇELİK	10,250	11,000	11,250
8000 DWT KAPLAMALI	8750	9250	9500
6000 DWT KAPLAMALI	8000	8250	8750
3500 DWT KAPLAMALI	5750	6250	6500

Çizelge 6.32'ye göre son 3 satırda yer alan değerler, çalışmadaki gemiler ile tonaj ve tank kaplaması olarak uyum sağlamaktadır. En doğru sonuca yakın olan değerler son 5 yıl içindeki ortalama değerler olduğu için, son sütundaki değerler baz alınacaktır.

Buna göre;

3500 DWT'luk tankerin günlük TC Rate'i 6500 \$ olacaktır.

6000 DWT'luk tankerin günlük TC Rate'i 8750 \$ olacaktır.

8000 DWT'luk tankerin günlük TC Rate'i 9500 \$ olacaktır.

"TC Rate = Günlük Ortalama Navlun Geliri – Günlük Operasyonel Masraflar" formülünden yola çıkarak;

3500 DWT'luk tankerin günlük navlun geliri = 6500 + 3462.55 = 9962.55 \$ olacaktır.

6000 DWT'luk tankerin günlük navlun geliri = 8750 + 4561.40 = 13,311.40 \$ olacaktır.

8000 DWT'luk tankerin günlük navlun geliri = 9500 + 5551.94 = 15,051.94 \$ olacaktır.

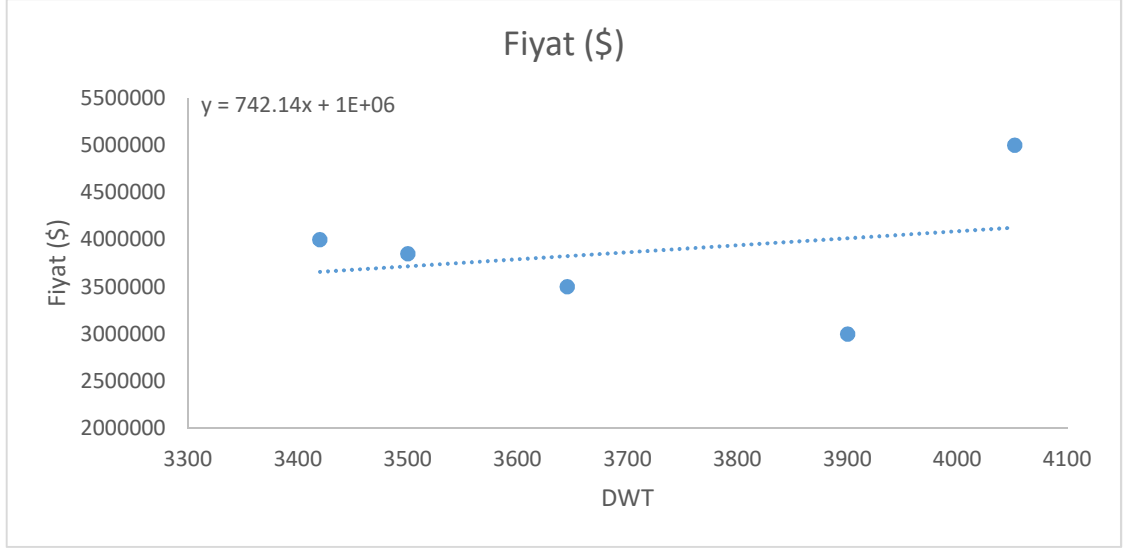
6.6 Üç Farklı Tonajda Geminin On Beş Yıllık Dönem Sonundaki İkinci El Değerlerinin Belirlenmesi

Gemiler on beş yıllık işletme dönemi sonunda bir ikinci el değerine (fiyatına) sahip olacaklardır. Piyasa analizi yapılarak ilgili tonajlardaki ikinci el değerleri saptanacaktır. Bulunan ikinci el değerleri sayesinde birikmiş amortisman hesabı yapmaya gerek duyulmayacaktır. Ayrıca gemilerin tonajına göre satılabilirliği de optimizasyon açısından önemli bir husustur. Her piyasada olduğu gibi bir geminin fiyatını arz-talep dengesi belirlemektedir. Dolayısıyla talep görecek bir kimyasal tanker seçimi de maliyet-kâr optimizasyonu için oldukça önemli olacak bir konudur.

Çizelge 6.33 Beş adet 3500 DWT civarı on beş yaşındaki kimyasal tankerin ikinci el değeri

Gemi No	DWT	Fiyat (\$)
1	3420	4,000,000
2	3500	3,850,000
3	3645	3,500,000
4	3900	3,000,000
5	4052	5,000,000

Çizelge 6.33'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik oluşturulur.



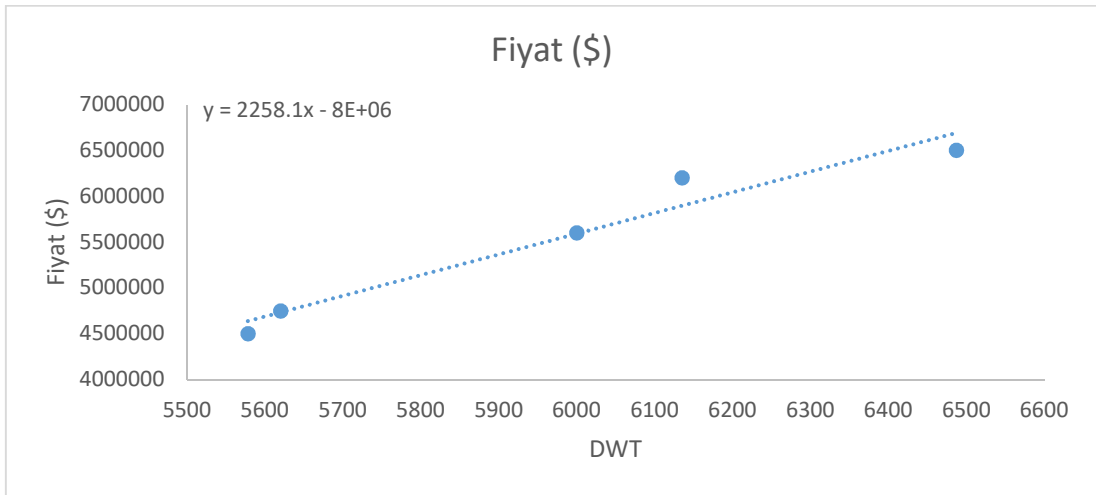
Şekil 6.25 3500 DWT kimyasal tanker için DWT-Fiyat grafiği

Şekil 6.25'e göre; $Fiyat = 742.14 * DWT + 1E+06$ bağıntısı elde edilmektedir. DWT = 3500 ton olarak alındığında, bu tonajda on beş yıllık dönem sonu Fiyat = 3,597,090 \$ bulunacaktır.

Çizelge 6.34 Beş adet 6000 DWT civarı on beş yaşındaki kimyasal tankerin ikinci el değeri

Gemi No	DWT	Fiyat (\$)
1	5578	4,500,000
2	5620	4,750,000
3	6000	5,600,000
4	6135	6,200,000
5	6487	6,500,000

Çizelge 6.34'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik oluşturulur.



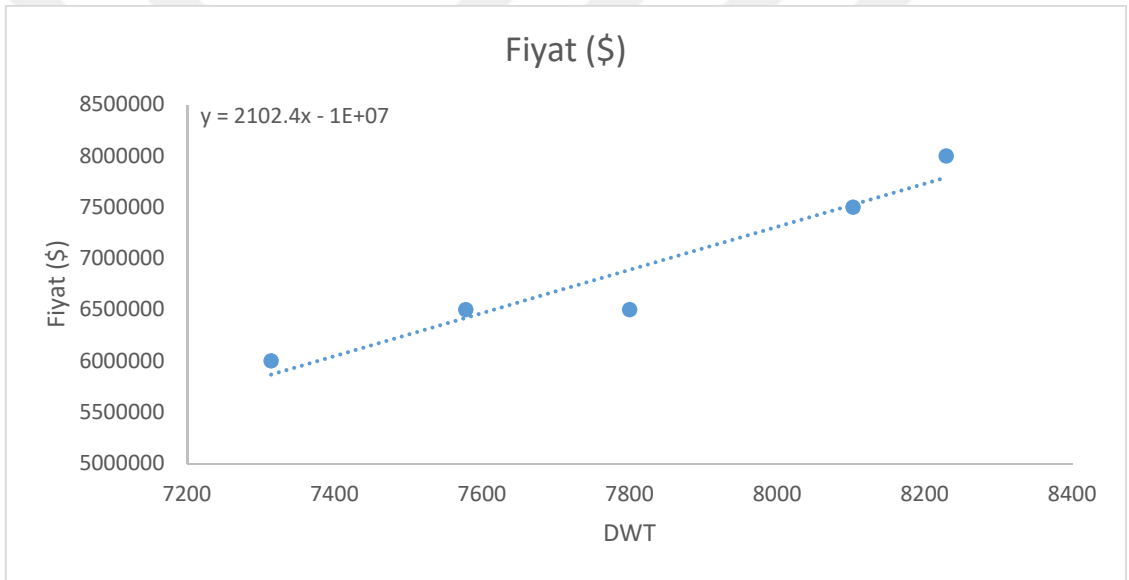
Şekil 6.26 6000 DWT kimyasal tanker için DWT-Fiyat grafiği

Şekil 6.26'ya göre; $Fiyat = 2258.1 * DWT - 8E+06$ bağıntısı elde edilmektedir. $DWT = 6000$ ton olarak alındığında, bu tonajda on beş yıllık dönem sonu $Fiyat = \underline{5,548,600 \$}$ bulunacaktır.

Çizelge 6.35 Beş adet 8000 DWT civarı on beş yaşındaki kimyasal tankerin ikinci el değeri

Gemi No	DWT	Fiyat (\$)
1	7314	6,000,000
2	7578	6,500,000
3	7800	6,500,000
4	8103	7,500,000
5	8229	8,000,000

Çizelge 6.35'teki değerlerden yola çıkılarak bir grafik oluşturulur.



Şekil 6.27 8000 DWT kimyasal tanker için DWT-Fiyat grafiği

Şekil 6.27'ye göre; $Fiyat = -2102.4 * DWT - 1E+07$ formülü elde edilmektedir. $DWT = 8000$ ton olarak alındığında, bu tonajda on beş yıllık dönem sonu $Fiyat = \underline{6,819,200 \$}$ bulunacaktır.

6.7 Üç Farklı Tonajda Geminin On Beş Yıllık Dönem Sonundaki Kâr Analizi ve Yatırıma En Uygun Geminin Tayini

Belirlenen üç farklı tonajdaki gemi örneklerinin maliyetlerinin, gelirlerinin ve işletme dönemi sonundaki ikinci el değerlerinin hesapları yapılarak en uygun gemi tayin edilir.

Uygun gemi tayin etmek için toplam inşa maliyetleri, on beş yıllık toplam operasyon gideri ve on beş yıllık toplam işletme gideri hesabının yanı sıra on beş yıllık navlun geliri ve on beş yıllık dönem sonundaki ikinci el değerleri hesaplanmalıdır.

Operasyon gideri, işletme gideri ve navlun hesaplarında; ilgili veriler yıllık değerlerin günlük değere dönüştürülmesi sonucu elde edildikleri için, yıllık değerlerin tekrar hesaplanmasında "365" gün değeri ile çarpılarak formülleme yapılacaktır.

Toplam inşa maliyetleri (M_{toplam}) için kullanılacak formül:

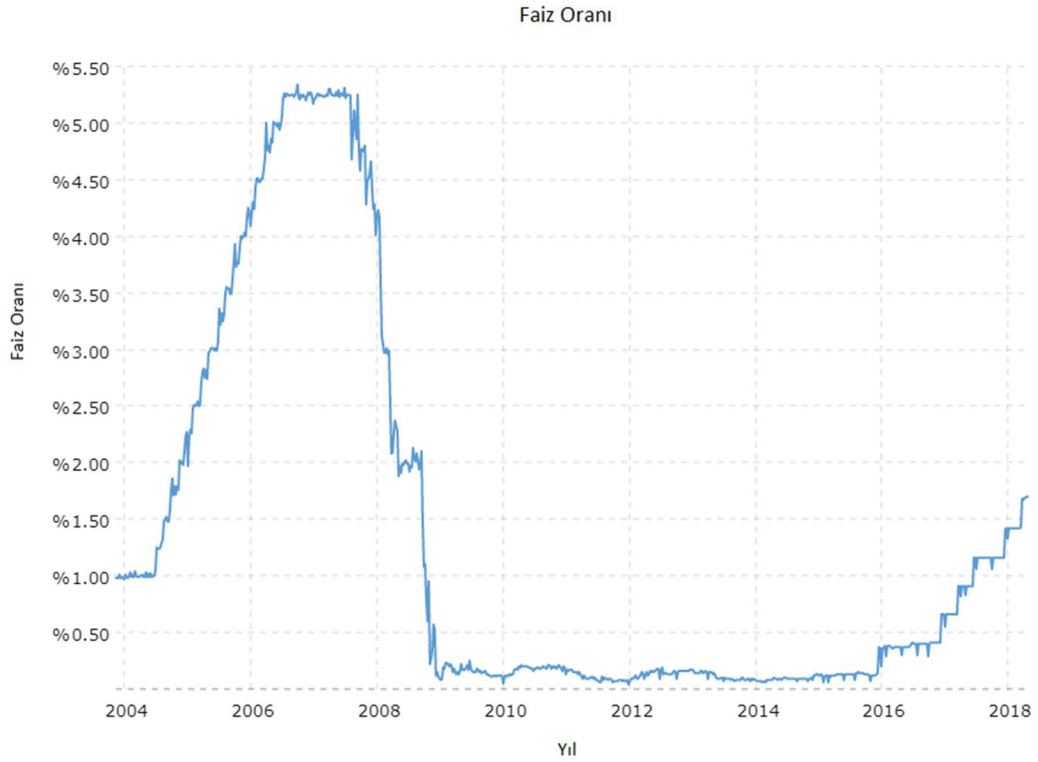
$$M_{\text{toplam}} = M_{\text{işçilik}} + M_{\text{çelik}} + M_{\text{donanım}} + M_{\text{makine}}$$

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için $M_{\text{toplam}} = 1,426,025 + 684,835 + 2,240,524 + 1,973,750 = \underline{6,325,134 \$}$ bulunacaktır.

6000 DWT'luk tanker için $M_{\text{toplam}} = 4,163,824 + 1,260,607 + 4,003,712 + 2,686,891 = \underline{12,115,034 \$}$ bulunacaktır.

8000 DWT'luk tanker için $M_{\text{toplam}} = 4,307,063 + 1,587,179 + 4,683,499 + 3,407,418 = \underline{13,985,160 \$}$ bulunacaktır.



Şekil 6.28 2004-2018 yılları arası Amerikan Doları faiz oranı grafiği

İnşa maliyetleri ve ikinci el değerleri dışında kalan; operasyon gideri, işletme gideri ve navlun geliri için on beş yıllık artış hesaplaması yapılacaktır.

Artış hesaplamasında, şekil 6.28'e istinaden Amerikan Doları cinsi para biriminin son on beş yıllık faiz oranları, yıl bazında ise ortalama faiz dikkate alınacaktır.

Çizelge 6.36 On beş yıllık değer artış yüzdesi tablosu

Yıl	Faiz Oranı	Cari Dönem	Dönem Sonu Artış
2004	% 1.00	1	% 1.00
2005	% 2.50	2	% 3.50
2006	% 4.50	3	% 8.20
2007	% 5.25	4	% 13.90
2008	% 2.25	5	% 16.40
2009	% 0.15	6	% 16.60
2010	% 0.20	7	% 16.80
2011	% 0.08	8	% 16.90
2012	% 0.15	9	% 17.10
2013	% 0.08	10	% 17.20
2014	% 0.09	11	% 17.30
2015	% 0.12	12	% 17.40
2016	% 0.40	13	% 17.90
2017	% 1.16	14	% 19.30
2018	% 2.00	15	% 21.70

Çizelge 6.36'ya göre on beş yıl sonundaki değer artışı oranı % 21.70 olarak hesaplanmıştır. Formüllerde kullanımı için yüzdeler olan değer artış oranı 1 ile toplanarak değer artış katsayısına dönüştürülecektir.

Değer artış Katsayısı = 1 + Değer artış oranı = 1 + % 21.70 = 1.217 olacaktır.

On beş yıllık toplam operasyon gideri için kullanılacak formül:

Toplam operasyon gideri = Düzeltilmiş günlük operasyonel masraflar * 365 * 15 * 1.217

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için Toplam operasyon gideri = 4727.18 * 365 * 15 * 1.217 = 31,497,555 \$ bulunacaktır.

6000 DWT'luk tanker için Toplam operasyon gideri = 5961.11 * 365 * 15 * 1.217 = 39,719,323 \$ bulunacaktır.

8000 DWT'luk tanker için Toplam operasyon gideri = $7306.88 * 365 * 15 * 1.217 =$
48,686,289 \$ bulunacaktır.

On beş yıllık toplam işletme gideri için kullanılacak formül:

Toplam işletme gideri = Günlük işletme gideri * 365 * 15 * 1.217

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için Toplam işletme gideri = $4021.76 * 365 * 15 * 1.217 =$
26,797,289 \$ bulunacaktır.

6000 DWT'luk tanker için Toplam işletme gideri = $4476.11 * 365 * 15 * 1.217 =$
29,824,657 \$ bulunacaktır.

8000 DWT'luk tanker için Toplam işletme gideri = $5043.09 * 365 * 15 * 1.217 =$
33,602,487 \$ bulunacaktır.

On beş yıllık navlun geliri için kullanılacak formül:

Toplam navlun = Günlük Ortalama Navlun Geliri * 365 * 15 * 1.217

Buna göre;

3500 DWT'luk tanker için Toplam navlun = $9962.55 * 365 * 15 * 1.217 =$ 66,381,218 \$
bulunacaktır.

6000 DWT'luk tanker için Toplam navlun = $13,311.40 * 365 * 15 * 1.217 =$ 88,694,857 \$
bulunacaktır.

8000 DWT'luk tanker için Toplam navlun = $15,051.94 * 365 * 15 * 1.217 =$ 100,292,205
\$ bulunacaktır.

Bulunan bütün bu veriler sonucunda 15 yıllık dönem sonundaki net kâr aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.

Kâr = Toplam Navlun + İkinci El Değeri – Toplam İnşa Maliyeti – Toplam Operasyon Gideri
– Toplam İşletme Gideri

Çizelge 6.37 3500 DWT, 6000 DWT ve 8000 DWT Kimyasal Tankerlerin on beş yıllık dönem sonundaki kâr tabloları

Gemi No	DWT	Toplam Navlun (\$)	İkinci El Değeri (\$)	Toplam İnşa Maliyeti (\$)	Toplam Operasyon Gideri (\$)	Toplam İşletme Gideri (\$)	KÂR (\$)
1	3500	66,381,218	3,597,090	6,325,134	31,497,555	26,797,289	5,358,330
2	6000	88,694,857	5,548,600	12,115,034	39,719,323	29,824,657	12,584,443
3	8000	100,292,205	6,819,200	13,985,160	48,686,289	33,602,487	10,837,469

Çizelge 6.36'dan görüldüğü üzere günümüz koşullarında inşa edilecek kimyasal tanker tonajına karar verilirken, 6000 DWT veya civarı bir tonajda inşa edilecek geminin, on beş yıllık dönem sonunda en büyük faydayı getireceği anlaşılmaktadır. 6000 DWT'luk kimyasal tanker, 3500 DWT'luk diğer opsiyona göre daha yüksek maliyetlere sahip olmasına rağmen, dönem sonundaki gelir ve ikinci el değeri nedeniyle bu dezavantajını kapatmakta ve kârlılık konusunda hayli öne geçmektedir. Öte yandan, 8000 DWT'luk kimyasal tanker ise 6000 DWT'luk kimyasal tankere göre daha fazla gelir elde edip daha yüksek ikinci el değerine sahip olmasına karşın inşa maliyetleri ve bundan daha önemlisi operasyon-işletme giderlerinin yüksekliği nedeniyle bu avantajını yitirmektedir.

6.8 Maliyet ve Kâr Optimizasyonunda Diğer Konular

Kimyasal tankerler kurallar gereği ve günümüz piyasa koşullarında hemen hemen her yükün gerektirdiği üzere çift cidarlı olmak zorundadır.

Piyasada bu tonajda gemilere baktığımızda tam boy değerleri 100 metre civarındadır. Tam boy değerinin 100 metre üzerinde olması, geminin kış aylarında belli bölgelerde yaz yükleme hattına kadar yükleyebilmesine ve dolayısıyla navlun gelirinin artmasına yardımcı olmaktadır. Fakat, özellikle bu tonaj veya biraz daha az tonajdaki yüklerin elleçlendiği bazı limanlar ve bazı iskeleler özellikle azami tam boy olarak 100m'ye kadar izin verebilecek şekilde inşa edilmektedirler. Bu da liman veya iskelenin kendi içerisinde yaptığı maliyet optimizasyonunun bir sonucu olarak karşımıza çıkabilmektedir. Geminin tam boyunun 100 metrenin çok az üzerinde inşa edilmesi, hem kış aylarında yaz yükleme hattını kullanabilmeyi hem de yukarıda bahsedilen limanlardan alınabilecek özel izinler

ile bu liman veya iskelelerde operasyon yapabilmeyi sağlayabilmektedir. Ayrıca, bazı limanlarda yine zorunlu olabilecek römorkör kullanımlarının önüne geçmeye yardımcı olarak işletme maliyetlerinde tasarruf sağlamaya yardımcı olabilmektedir.

Gemilerin yük tanklarının sayısı ne kadar fazla olursa, gemi o kadar çeşitli yükü aynı anda taşıyabilmektedir. Bu sayede çok parselli yükler konusunda tank sayısı fazla olan gemi daha avantajlı konuma gelmektedir. Ancak burada tankların ayrımında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bunlardan ilki ve en önemlisi tanklar arasında çift valf segregasyonu sağlanmasıdır. Çoğu kiracı çift valf segregasyonu olmadan iki ayrı yükün gemide istiflenmesine müsaade etmemektedir. Bir diğer konu olan tankların ortadan bölünerek dizayn edilmesi ise yine çok parselli yüklerde enine ve boyuna stabilizeyi kolaylaştırmaktadır.

Birbiriyle etkileşime girebilecek yüklerin tanklar bazında temasını engellemek adına koferdamlar yerleştirilebilir. Koferdam, basit tabirle tanklar arası boşluklardır. Koferdamların avantajı tankların temasını keserek etkileşim sorunu olan yüklerin yan yana veya çapraz olarak yüklenmesini sağlamakken, dezavantajı ise gemide ölü bir hacim yaratmalarıdır. Bu tonajda kimyasal tankerler için en uygun sayılabilecek koferdam yapısı, 4 tankın ortasına bir kare şeklinde dizayn edilebilecek koferdamlardır. Bu koferdamlar yan yana yükleme işlemine izin veremese de çok düşük bir hacim kaybına karşılık çapraz tanklara yükleme yapabilmeyi sağlamaktadır.

Geminin balast tankları ayrıştırılmış (SBT) veya temiz (CBT) balast tankları olabilir. Ayrılmış balast tankları hem kurallar ile zorunlu kılınmıştır hem de yükle hiçbir zaman temas etmedikleri için temiz balastlama operasyonuna olanak tanımaktadır. Geminin ayrıştırılmış balast tankları sayesinde hesaplanan azaltılmış gros tonaj (RGT) değeri bazı limanlarda liman masraflarının düşmesine de olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla bir kimyasal tankerde balast tankları ayrıştırılmış olmalıdır denebilir.

Gemilerin buza hazır kondisyonda olması için Ice Class kriterlerine uygun inşa edilmesi gerekebilir. Bu tamamen gemi işletmecisinin ticaret alanı beklentisine göre belirlenmelidir. Sıcak bölgelerde ticaret düşünen bir işletenin Ice Class notasyonlu gemi inşa ettirmesi sadece maliyet yaratacak ve herhangi bir işletme faydası sağlamayacaktır. Fakat Baltık Denizi, Kuzey Karadeniz gibi veya kutup dairelerine yakın bölgelerde ticaret yapmak isteyen bir işleten, Ice Class gemiye sahip olmalıdır. Ice Class notasyonlu gemiler

klas kuruluşlarının kurallarına göre belli seviyelere ayrılır. Buz kondisyonunda limanlar, buz durumuna göre bu seviyelerden herhangi birini şart koşabilirler.

Gemilerde şaft jeneratörü bulunabilmektedir. Şaft jeneratörünün dezavantajı yapımda ek maliyet gibi görünse de işletme kısmında büyük avantajları vardır. Şaft jeneratörü, şafttan aldığı hareketi elektrik enerjisine çevirerek geminin seyir esnasında ihtiyacı olan elektrik enerjisini üretir. Dolayısıyla dizel jeneratörler seyir esnasında kullanılmaz. Bu da yakıt tasarrufunu beraberinde getirir. Ayrıca, gemide ana makine arızası durumunda şaft jeneratörüne diğer jeneratörlerden sağlanan elektrik verilerek seyir yaptırılabilir. Bu da acil durumlarda geminin manevra kabiliyetini artıran bir unsur olarak göze çarpmaktadır.

Gemilerin tahliye performansını etkileyen bir diğer önemli faktör pompa kapasiteleridir. Pompa kapasiteleri ve aynı anda kaç adet pompa devreye alınabileceği tahliye performansını belirlemektedir. Pompaların sistemden çektiği elektrik gücünün, geminin jeneratörlerinde üretilebilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla gemilerde jeneratör seçimi yaparken pompa kapasiteleri ve ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmuş birincil parametrelerdendir.

Kimyasal tankere kurulabilecek bir diğer sistem, stripping sistemidir. Stripping, normal pompa ile basılamayan yükün ince bir devre ile tanktan tahliyesi anlamına gelmektedir. Stripping sistemi sayesinde olası eksik tahliyelerin önüne geçilebilmekte ve olası cezaların önüne geçilebilmektedir. Ayrıca stripping işlemi sonrasında tankta kalan yük miktarı oldukça azalacağı için bu işlem tank yıkama süresinin de kılmasına katkıda bulunacaktır.

Kimyasal tankere kurulması faydalı olacak bir diğer sistem ise kış hattıdır. Bazı terminaller, terminal yapısı gereği sadece kış hattından bağlantı yapabilmektedir. Dolayısıyla bu tarz yükleri taşıyabilmek için gemide kış hattı bulunması gerekmektedir.

Gemilerin manevra kabiliyetini etkileyen baş pervane (bow thruster), aynı zamanda limanlarda römorkör kullanım zorunluluğunu ortadan kaldırabilmektedir. Bu sayede işletme giderleri azaltılabilmektedir. Manevra kabiliyetini de artıran bu sistem sayesinde geminin yanaşma-kalkış manevra süreleri kısaltmakta ve geminin seyir güvenliği üst seviyelere çıkarılmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında tankerler hakkında kısa bilgiler verilir kimyasal tankerler detaylandırılmıştır. Piyasa koşulları incelenerek en uygun kimyasal tanker tonajı yaklaşık 6000 DWT olarak belirlenmiştir. Bu optimum model tankerin tam boyunun 100 metrenin çok az üzerinde olacak şekilde dizayn edilmesi, çift cidarlı olması, inert gaz sisteminin kurulması, buhar kazanları destekli buharlı ısıtma sisteminin kurulması, şaft jeneratörü olması, fuel oil yakıtla çalışan ve scrubber sistemli bir ana makine veya dizel yakıt ile çalışan bir ana makine ve dizel jeneratörler ile donatılması, olabildiğince fazla çift valf segregasyonlu tankların olması ve bu tankların merkez koferdamlarla birbirinden ayrılması, ayrıştırılmış balast tankları olması, "Marine Line" tank kaplaması ile yük tanklarının kaplanması, kontrollü havalandırma sistemi ile donatılması, gaz geri dönüş hattı ve kış hattı ile donatılması, stripping sistemini bünyesinde bulundurması ve baş pervane ile donatılmış olması gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

Çalışmada ayrıca 3500 DWT ve 8000 DWT tonajında kimyasal tankerler için de maliyet-kâr analizi yapılmış ve bu üç tonaj kârlılık sırasına göre 6000 DWT > 8000 DWT > 3500 DWT olarak sonuçlandırılmıştır.

Bu tez çalışmasında Ice Class gereksinimleri konusunda herhangi bir karar verilmemiştir. Bu karar tamamen işletenin ticaret yapmak isteyeceği coğrafi bölge ve denizlere istinaden alınmalıdır.

Ayrıca kimyasal tankerlere yapılacak yatırımın on beş yıllık dönem sonundaki faiz eklenmiş değerleri hesaplanırken son on beş yıllık değerler kullanılmıştır. Aynı şekilde katlanılacak tüm maliyetler ve elde edilecek tüm gelirler mevcut piyasa koşullarına göre fiyatlandırılmış olup yine son on beş yıllık faizler hesaba katılmıştır. Şayet faiz ve diğer

ekonomik göstergeler için, gelecek tahminleri de ortaya konarak bir hesaplama yapılabilirse hesaplamalar sonucundaki hata payı daha da indirilebilecektir.

Bu tez çalışmasında zorlanılan konular ise; ticari sır kapsamında olan operasyonel giderlerin ve işletme giderlerinin çeşitlendirilmesi olmuştur. Şayet daha kapsamlı bir çalışma yapılabilir ve armatör firmalardan bu değerler daha çok alınabilirse, söz konusu giderlerin daha isabetli hesaplanması hedefi hayata geçirilebilir.



KAYNAKLAR

- [1] Ertürk, İ., (2012). Kimyasal Tankerlerin Maliyet Analizi ve Optimum Boyutlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Kayar, H., (2012). Petrol ve Kimyasal Tankerlerde İstatistiksel Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Çolak, S., (2007). Gemi İşletmeciliğinde Kimyasal Tanker ve Kuru Yük Gemisi Yatırım Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Arslan, Ö., (2009). Kimyasal Tanker İşletmeciliği için Stratejik Yönetim Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Lloyd's Register, (2019). Rules and Regulations for the Classification of Ships.
- [6] Clarksons Website, <https://www.clarksons.com/services/broking/deep-sea-tankers/>, 2019
- [7] Baykal, R. (2011). Gemiler ve Açık Deniz Yapıları, Gemilerin Sınıflandırılması Bölümü.
- [8] DNV GL SE, (2014). Rules for Classification and Construction
- [9] T.C Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Mevzuat Bilgi Sistemi, IMO Sözleşmeleri, <http://imo.udhb.gov.tr>, 2017
- [10] IBC Code, (2007). International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk
- [11] Odfjell, (2011). Notice to Shipmanagers and Masters, FOSFA Documentation.
- [12] Deniz Ticaret Odası, (2018). 2017 Deniz Sektörü Raporu.
- [13] UNCTAD, (2016). 2016 Yılı Deniz Taşımacılığı Raporu.
- [14] Eastport, (2017). Global Chemical Shipping Market Report Vol 15.
- [15] Clarksons Platou Shipbroking, (2017). Specialised Products Global Market Brief, Issue 282.

- [16] Karagöz, K. (2014). Tank Kaplamalarının Önemi, www.marinelineturkiye.com, 2016
- [17] Ackermann, N. (1998). Choosing the Correct Coatings for Cargo Tanks.
- [18] ISGOTT, (2006). International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals.
- [19] IMO, (2007). International Code for Fire Safety Systems.
- [20] T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2012). Gemi Isıtma Sistemleri Resmi, Ankara.
- [21] T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2013). Gemi Isıtma Tesisatı, Ankara.
- [22] Chemical Tanker Guide, Venting of Cargo Tanks for Modern Chemical Tankers, <http://www.chemicaltankerguide.com/cargo-tank-venting.html>, 2017
- [23] Ertürk, İ, (2013). Ocean Engineering, Investigation of Main Particulars Subject to Minimum Building Cost for Chemical Tankers, 73: 32-37.
- [24] Intertanko, (2018). 2020 Bunker Clauses.
- [25] Maersk Broker, (2018). December 2018 Tanker Monthly Market Report.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sami KUNİ
Doğum Tarihi ve Yeri : 24.03.1989 - Adana
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : samikuni@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh	Yıldız Teknik Üniversitesi	2019
Lisans	Deniz Ulaştırma İşletme Müh.	İstanbul Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Adana Ticaret Odası Anadolu Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2015-	Mercan Denizcilik	Gemi Kiralama Uzmanı
2010-2012	Kaptanoğlu Denizcilik	Gemi Operasyon Uzmanı

YAYINLARI

Makale

1. Kimyasal Tankerler İçin Maliyet ve Kâr Optimizasyonu, Kimyasal Tankerde Hangi Tonaj Avantajlı?

