T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALAST SUYU YÖNETİMİ SÖZLEŞMESİ GEREKLİLİKLERİNİN GEMİLERE UYGULANMASI ANALİZİ

Çağlayan TOP

DANIŞMAN
Doç. Dr. Esma Gül EMECEN KARA

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 25.06.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Doç. Dr. E.Gül EMECEN KARA
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Tanzer SATIR
İstanbul Teknik Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi

Dr.Öğr.Üyesi Murat YILDIZ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü

Sekreterliğinin ..... numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Bu tez, ... numaralı ..... projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi gereğince gemilere uygulanması gereken balast suyu arıtım cihazlarının kullandığı yöntem seçimi aşamasında 6000 DWT ve altı tonajlı gemilere sahip armatörler ile 6000 DWT üstü tonaja sahip armatörlerin öncelikleri belirlenerek AHP yöntemiyle her iki grup için en uygun balast suyu arıtım yöntemi seçilmek istenmiştir.

Öncelikle tez konusu seçerken isteklerimi göz önünde bulunduran ve tez sürecinde bana yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Esma Gül EMECEN KARA'ya teşekkürlerimi sunarım. Anket çalışması yaptığım firma yetkililerine, armatörlere, tez yazım süreci boyunca her an yanımda olup benden desteklerini esirgemeyen eşime, anneme ve kayınvalideme teşekkürlerimi borç bilirim.

Haziran 2019 Çağlayan TOP

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **vii**
TABLO LİSTESİ ..... **viii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **ix**
ÖZET ..... **xi**
SUMMARY ..... **xii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **7**
2.1 BALAST SUYUNUN DENİZ VE ÇEVRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 7
2.2 BALAST SUYUNUN ZARARLI ETKİLERİNİ AZALTMAYA YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR VE UYGULAMALAR 11
2.3 MEVCUT BALAST SUYU YÖNETİMİ DÜZENLEMELERİ 13
2.3.1 D-1 Standartı (Balast Suyu Değişim Standartı) 14
2.3.2 Günümüz Denizciliğinde Balast Suyu Değişim Yönteminin Gemilerde Uygulanması 15
2.3.2.1 Sıralı Yöntemi (Squential Method) 16
2.3.2.2 Akış Yöntemi (Flow Through Method) 18
2.3.2.3 Seyreltme Yöntemi (Dilütion Method) 20
2.3.2.4 Limanda balast suyu kontrolü ve örnek alımı 21
2.4 D-2 BALAST SUYU PERFORMANS STANDARTI 24
2.4.1 IMO Mevzuatı 26
2.4.2 USCG Mevzuatı 31
2.4.3 IMO G8 Kılavuzu ve USCG Tip Onay Test Prosedürü Farkları 35
2.5 D-2 STANDARTI İÇİN GÜNÜMÜZDEKİ BALAST SUYU ARITMA TEKNOLOJİLERİ 38
2.5.1 Mekanik Ayrıştırma 40
2.5.2 Fiziksel Ayrıştırma 41
2.5.2.1 Isı ile Arıtma 42
2.5.2.2 Ultraviole Radyason Teknolojisi 43
2.5.2.3 Deoksijenasyon Teknolojisi 44

2.5.2.4 Ultrasonic ve Hidrodinamik Kavitasyon Teknolojisi 45
2.5.3 Kimyasal Ayrıştırma 45
3. MALZEME VE YÖNTEM 47
3.1 TÜRK DENİZ TİCARET FİLOSU 47
3.2 PİYASADA GEMİ SAHİPLERİNE SUNULAN SİSTEMLER 49
3.2.1 Filtreme + UV yöntemi kullanan sistemler 49
3.2.1.1 Filtreleme 49
3.2.1.2 UV Radyasyon Sistemi 51
3.2.2 Filtre + Kimyasal Enjeksiyon Yöntemi Kullanan Sistemler 55
3.2.3 Filtre + Elektrokimyasal Yöntemi Kullanan Sistemler 61
3.2.4 Ozon / Inert Gas Yöntemi Kullanan Sistemler 69
3.1 ANALİTİK HİYERAŞİ SÜRECİ 72
4. BULGULAR 75
4.1 KRİTER VE KRİTER PUANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 75
4.2 GÖRECE AĞIRLIKLARIN BELİRLENMESİ VE EN UYGUN SİSTEMİN SEÇİMİ 79
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 85
KAYNAKLAR 89
EKLER 95
Ek 1: Balast sistem planı 95
Ek 2: Kapasite plan 96
Ek 3: IOPP Sertifikası 97
Ek 4: USCG onayı almış ya da değerlendirme aşamasında olan sistemler 98
Ek 5: BWTS Seçiminde AHP Uygulaması Soruları 99
Ek 6: Seçeneklerin Kriterlere Göre Normalleştirilmiş Matrisi 102
ÖZGEÇMİŞ 107

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Akış yöntemi kullanan bir geminin operasyon esnasında hava firar resmi 18
Şekil 2.2: BWTS örnek alma noktası 22
Şekil 2.3: Bir geminin balast menholü ve menholün üzerindeki balast numunesi alma açıklığı 23
Şekil 2.4 : Bir geminin balast tank iskandil borusu 23
Şekil 2.5: MEPC 287(71) kararına göre BWMS için uygulanacak zaman çizelgesi (LR, 2017) 26
Şekil 2.6: USCG ve bağımsız test laboratuvar döngüsü (USCG,2017) 36
Şekil 2.7: Günümüzde kullanılan BWTS teknolojileri 40
Şekil 3.1: Türk kontrollü gemilerin tonaj ve gemi tipine göre oranları (Türk Armatörler Birliği, 2018) 48
Şekil 3.2: Filtreleme + UV sistem şeması (Wartsila, 2015) 50
Şekil 3.3: Filtre (Optimarine, 2015 - Bollfilter, 2014) 50
Şekil 3.4: UV Kovanı – UV Chamber (Cappellen, 2015) 52
Şekil 3.5: Farklı dalga boylarında kuvars koruma geçirgenliği (Helios, 2016) 52
Şekil 3.6: Optimarin BWMS UV Ex-proof sistemi (Optimarin, 2015) 54
Şekil 3.7: UV sisteminin bakımı için gerekli alan (Optimarin, 2015) 54
Şekil 3.8: Optimarine BWTS (Optimarin, 2015) 55
Şekil 3.9: Alfa Laval Pure Ballast 3.0 BWTS (Alfa Laval, 2015) 55
Şekil 3.10: Otomatik yıkamalı filtre (JFE, 2018) 56
Şekil 3.11: Dezenfektan madde enjeksiyonu (JFE, 2018) 56
Şekil 3.12: Dezenfektan maddeyi sıvı ve tablet halinde depolayan sistem (JFE, 2018) 57
Şekil 3.13: Dozaj pompası ile dezenfektanın ana devreye enjektesi (JFE, 2018) 57
Şekil 3.14: EcoChlor Klordioksit Jeneratörü (Ecochlor, 2019) 59
Şekil 3.15: Jeneratörün içinden geçen balast suyunun vakumu, sülfürik asit ve Purate dozaj pompalarını çalıştırır. (Ecochlor, 2019) 60
Şekil 3.16: Karışımdan elde edilen klor dioksit, balast suyuna enjekte edilir (Ecochlor, 2019). 60
Şekil 3.17: Klor dioksit karıştırılmış balast suyu, ana balast devresine gönderilir (Ecochlor, 2019). 60
Şekil 3.18: Erma First BWTS (Erma First, 2015) 63
Şekil 3.19: Electro-Cleen BWTS (Techcross, 2018) 63
Şekil 3.20: Erma First BWTS Elektroliz Ünitesi (Erma First, 2015) 64
Şekil 3.21: Techcross Electro-Cleen BWTS (Techcross, 2018) 64
Şekil 3.22: Elektro-Cleen BWTS elektroliz ünitesi (Techcross, 2018) 65
Şekil 3.23: SunRui BalClor Devre Planı (TAS,2014) 66
Şekil 3.24: Tuzluluk (PSU), yoğunluk ve sıcaklık ilişkisi (Reid, 2006) 67
Şekil 3.25: Elektoliz yönteminde tatlı su (FW) modu (Wartsila, 2016) 68
Şekil 3.26: Envirocleanse, LCC BWTS (Marship, 2019) 68
Şekil 3.27: NK-03 Blue Ballast BWTS şeması (Oceanking, 2014) 70
Şekil 3.28: Mitsubishi VOS BWTS balast alımı (Mitsubishi, 2019) 71
Şekil 3.29: Mitsubishi VOS BWTS balast basımı (Mitsubishi, 2019) 71
Şekil 4.2: BWTS yöntem seçim diagramı 76

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: 1980'lerden günümüze gemi kaynaklı tür yayılımı (Committee on ships' ballast operations, 1996) 9
Tablo 2.2: Büyük zararları görülen sucul istilacı türler (IMO, 2017) 9
Tablo 2.3: D-1 ve D-2 Standardı Eski Uyum Tarihleri (IMO,2004) 14
Tablo 2.4: Sözleşmeye göre D-2 standardı eski zaman çizelgesi (IMO,2004) 24
Tablo 2.5: IMO'ya göre D-2 Balast Suyu Performans Standardı (Tsolaki ve Diamadopoulos, 2010) 27
Tablo 2.6: IMO Onay Süreci (Anwar,2015) 27
Tablo 2.7: MEPC 62/2/17, MEPC 66/2/11 ve MEPC 67/2/26 Eki'nin Özeti (Anwar, 2015) 30
Tablo 2.8: IMO ve USCG Balast Suyu Performans Standardı Karşılaştırma Tablosu (Anwar, 2015) 32
Tablo 2.9: USCG son kuralına göre BWMS için uygulanacak zaman çizelgesi (USCG, 2017) 35
Tablo 2.10: G8 ve USCG Kılavuzları Teknik Farkları (USCG, 2017) 38
Tablo 3.1: Tonaj ve yaşa göre milli bayrak taşıyan gemi adedi (Türk Armatörler Birliği, 2017) 47
Tablo 3.2: 2018 yılı Türk kontrollü kuru yük ticaret filosu (Türk Armatörler Birliği, 2018) 48
Tablo 3.3: 2018 yılı Türk kontrollü tanker ticaret filosu (Türk Armatörler Birliği, 2018) 48
Tablo 3.4: Ocak 2018 Armatörlük firmaları sıralaması (Türk Armatörler Birliği, 2018) 48
Tablo 3.5: UV dalga boyları (Anwar, 2015) 51
Tablo 3.6: Artık biyositler için maksimum balast suyu aktif madde limitleri (N.E.I., 2012) 58
Tablo 3.7: Elektrokimyasal yöntem kullanan BWTS karşılaştırma tablosu 62
Tablo 3.8: 1-9 önem skalası (Saaty, 2008) 72
Tablo 4.1: Kriter açıklamaları 75
Tablo 4.2: 6000 DWT ve altı tonaja sahip firma ortalama puanları ve standart sapmaları 77
Tablo 4.3: 6000 DWT üstü tonaja sahip firma ortalama puanları ve standart sapmaları 78
Tablo 4.4: Kriterlerin normalleştirilmiş matrisi (6000 DWT ve altı) 80
Tablo 4.5: Kriterlerin normalleştirilmiş matrisi (6000 DWT üstü) 81
Tablo 4.6: Seçeneklerin kriterlere göre görece ağırlıkları tablosu 83
Tablo 4.7: BWTS yöntem seçeneklerinin çok kriterli puanları 84

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

cfu : Colony forming unit
kW : Kilowatt
μm : Micrometre

Kısaltmalar **Açıklama**

BMWS : Ballast Water Management System
BMTS : Ballast Water Treatment System
BWWG : Ballast Water Working Group
CI : Consistency Index
CIP : Cleaning in Place
COPT : Captain of the Port
CR : Consistency Ratio
EEZ : Exclusive Economic Zone – Münhasır Ekonomik Bölge
EPA : Environmental Protection Agency
GRT : Gros Ton
GT : Gros Ton
FSUs : Floating Storage Units
FPSOs : Floating Production Storage and Offloading Units
IOPP : International Oil Pollution Prevention
IWS : In Water Survey
ITC : International Tonnage Certificate
KOSDER : Koster Armatörleri ve İşletmecileri Derneği
MEPC : Marine Environment Protection Committee
MSC : Marine Safety Center
OCIMF : Oil Companies International Marine Forum
PSU : Practical Salinity Unit
RI : Random Index
TRC : Treatment/Total Rated Capacity
TRO : Total Residual Oxidant

UNCED **:** United Nations Conference on Environment and Development

USCG : United States Coast Guard

UWS : Under Water Survey

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALAST SUYU YÖNETİMİ SÖZLEŞMESİ GEREKLİLİKLERİNİN GEMİLERE UYGULANMASI ANALİZİ

Çağlayan TOP

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mühendislik Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Esma Gül EMECEN KARA

Şubat 2004 tarihinde, IMO Gemi Balast Suyu ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Hakkında Uluslararası Sözleşme'yi kabul etti. Bu sözleşmenin "D" kısmında tahliye edilecek balast suyunun standartları belirtilmiştir. D1 maddesi "Balast değişim standardı" anlamına gelirken, D2 maddesi "Balast suyu performans standardı" anlamına gelmektedir. IMO bu sözleşmede gemilerin D1 ve D2 standartlarına uyum süreci için bir zaman planı belirtmesine rağmen, sözleşmenin yürürlüğe girmesi ertelendiği için bu zaman planı MEPC 71 numaralı toplantıda güncellenmiştir.

Gemilerin D2 standardına uyum sağlaması için onaylı bir balast suyu ıslah sistemine sahip olmaları gerekir. Balast suyu ıslahı için birçok yöntem ve üretici bulunmaktadır. Uygun yöntem ve üretici seçimi gemilerin sefer bölgesi, tonajı, seferlerin uzunluğu, cihazların maliyeti, senelik giderleri gibi faktörlere dayanmaktadır.

Sistemlerin IMO G8 ve G9 kılavuzlarına göre test edilip onay almış olmaları gerekir. Fakat, IMO onayına sahip bir ıslah sistemini kullanarak Amerika Birleşik Devletleri'nin karasularında balast suyu tahliyesi yapılmasına maalesef izin verilmemektedir. Geminin balast suyu ıslah sistemi Amerika Birleşik Devleri Sahil Güvenliği'nin kendi özel test prosedürünü geçmiş ve bu kurumun sertifikasına sahip olmalıdır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında, bu çalışma farklı tonajlara ve sefer bölgelerine sahip gemileri olan firmaların balast suyu ıslah sistemlerinin seçimlerini karşılaştırmaktadır. Bu amaç için kriterleri belirten bir anket hazırlanmış ve kriterlerin önem dereceleri firma yetkilileri ile görüşüp öğrenilmeye çalışılmıştır. Sonrasında AHP metodu kullanılarak farklı tonaja sahip firmalar için (6000 DWT altı ve üstü) en iyi BWTS yöntemi bulunmuştur.

Haziran 2019, 119 sayfa.
Anahtar kelimeler: Balast Suyu, Balast Suyu Yönetim, Balast Suyu Islah Sistemleri, Balast Suyu Arıtma Sistemleri, AHP, Analitik Hiyeraşi Süreci,

SUMMARY

M.Sc. THESIS

ANALYSIS OF APPLICATION TO SHIPS OF BALLAST WATER MANAGEMENT CONVENTION REQUIREMENTS

Çağlayan TOP

Istanbul University-Cerrahpasa
Institute of Graduate Studies
Department of Engineering Sciences

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Esma Gül EMECEN KARA

In February 2004, IMO adopted International Convention on the Control and Management of Ballast Water and Sediments of Ships - BWM Convention to regulate the environment from the ballast water of the ships. In D Section of this convention, discharged ballast water standards have been defined. While D1 standards means “Ballast water Exchange Standards”, D2 means “Ballast water performance standards”. Although, IMO issued a deadline for conformity of D1 and D2 standards for vessels in convention, due to delayed entry in force date of convention, this time line has been updated in MPEC 71.

There are a wide variety of treatment options and manufacturers. The choice of appropriate methods and manufacturers will depend upon several factors, including vessel sailing area, vessel tonnage, the length of voyages, costs of systems, OPEX etc.

Moreover, systems shall have a type/approval certificate which must be issued according to IMO G8 and G9 guidelines. However, an IMO approved BWTS is not enough to discharge ballast water in U.S. waters. USCG has its own specific test and approval procedures for BWTS.

In the light of above information, this research is to compare owners who has different size of vessel BWTS choice depending on trade area, vessel size. For this purpose, a decision making questionnaire has been prepared and filled by companies which have different size of vessels to determine importance weight of criterias used for BWTS selection. After that, by using AHP method, best BWTS method has been determined for owners who have different size of vessels (6000 DWT more and less than 6000 DWT).

June 2019, 119 pages.
Keywords: Ballast water, Ballast Water Management, Ballast Water Treatment System, AHP, Analytic Hierarchy Process

1. GİRİŞ

19. yüzyılda çeliğin gemi yapımında kullanılmasıyla birlikte, gemilerin denizde dengesini sağlamak için deniz suyu balast olarak kullanılmaya başlamıştır. Gemiler, sefer boyunca güvenli dengeyi sağlamak için geminin balast tanklarına balast alırlar. Böylece, gemi bünyesindeki gerilimler azalır, geminin enine ve boyuna dengesi daha stabil olur, dümen ve pervanenin suya daha fazla girmesiyle manevra gücü artar. Ayrıca geminin sefer süresince harcayacağı yakıt ve tatlı suyun olumsuz etkisi telafi edilmiş olur (IMO, 2016).

Geminin limanda bekleme maliyetinin artmaması için balast operasyonu yük operasyonu ile beraber yapılmaktadır. Tahliye limanında alınan bu balastlar geminin müteakip yükleme limanında yine gemi stabilite hesaplarına uygun olarak basılırlar. Okyanus aşırı sefer yapan gemilerin balast suları ile taşınan bir çok organizma, kendilerine yeni çevrelerde yer bulurlar ve ekolojik çevreyi değiştirir yada olumsuz yönde etkilerler. 1800'lerden sonra bu etki çok artmış ve bu davetsiz deniz organizmaları dünya denizlerinin en büyük tehlikelerinden biri olmuşlardır (Endersen ve diğ. 2004).

Bilim insanları, 1903 yılında Asya plankton olan odontella (Biddulphia sinensis)'nın Kuzey Deniz'inde çok sayıda görülmesinden sonra, yabancı organizmaların bir bölgeden bir bölgeye taşındığını fark etmişlerdir. Fakat bu sorun 1970'lere kadar bilimsel olarak ele alınmamıştır. 1980'lerin sonunda Kanada ve Avustralya, bu istilacı türlerin sebep olduğu sorunlarla karşılaşan ülkeler arasına girmiş ve konu ile ilgili şikayetlerini IMO'nun Deniz Çevre Güvenliği Komitesine (MPEC) taşımışlardır (IMO, 2016).

Sonuç olarak, IMO MEPC'de konu tartışılmış ve balast suları ile taşınan bu türlerin yayılımını en aza indirgemek için önlemler alınmaya başlanmış, uzun dönemli IMO çalışmalarının sonucunda dünya devletlerinin isteği ile bir uluslararası konvansiyonun oluşturulmasının en iyi çözüm olacağına karar verilmiş ve 2004 yılında BWM Sözleşmesi (Gemi Balast Suyu ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Hakkında Uluslararası Sözleşme - International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments) kabul edilmiştir (Gollash ve diğ. 2007). Bu sözleşme ile yerel ekosisteme zarar verebilecek, biyoçeşitliliği etkileyebilecek ve önemli ölçüde ekonomik kayıplara neden olabilecek istilacı sucul türlerin yayılmasının durdurulması amaçlanmıştır. Konferansa 74

ülke temsilcisi, hükümetler arası örgütlerden gözlemciler ve 18 sivil toplum kuruluşu katılmıştır (Tsolaki ve Diamadopoulos, 2010).

Bu sözleşme gereğince; 400 GT ve üzeri gemiler, Balast Suyu Yönetimi Planı ve Balast Suyu Kayıt Defteri bulundurmak zorundadır. BWM Sözleşmesini onaylamayan bayrak devleti gemileri için bir belge veya uygunluk beyanı düzenlenmesi gerekmektedir (Llyod's Register, 2016). Sözleşme gereğince, gemiler balast suyu yönetimini D-1 (Balast suyu değişimi) ve/veya D-2 (Balast suyu performans) standartlarına uygun olarak gerçekleştirmek zorundadırlar. Bir geminin D-2 standardına uyum sağlaması için, gemi bünyesinde bir balast suyu arıtım cihazına (Ballast Water Treatment System – BWTS) sahip olması gerekmektedir.

Sözleşmenin 18. Maddesinde belirtildiği şekilde, dünya ticaret gemileri gros tonajının yüzde otuz beşinden azını oluşturmayan otuz devletten az olmamak şartıyla ülkelerin kabul edip onayladıkları ya da kabul ve uygun bulduklarını tevdi ettikleri tarihten 12 ay sonra sözleşmenin yürürlüğe gireceği belirtilmiştir (IMO, 2004). Bu bağlamda, Finlandiya'nın katılımı ile bu sözleşme maddesi şartı sağlanarak 8 Eylül 2017'de yürürlüğe girmiştir (IMO, 2017).

Sözleşmede belirtildiği üzere 2016 yılından sonra bütün gemilerin D-2 Standardını sağlaması, dolayısı ile balast suyu arıtma sisteminin zorunlu olması düşünülmekteydi. Ancak sözleşmenin yürürlüğe girmesi 8 Eylül 2017'ye ertelendiği için balast kapasitesi ve inşa yılına göre arıtma sistemine sahip olması gereken gemilerin çoğu halen balast suyu arıtma sistemine sahip değildir. Ayrıca IMO, MEPC 71. Dönem toplantısında mevcut gemilerin balast suyu yönetim sistemleri kurulumu için yeni bir zaman tablosu oluşturmuştur. Bu düzenleme kapsamında, 8 Eylül 2017 tarihinden sonra inşa edilen gemiler BWTS ile donatılması gerekirken, mevcut gemilerin uyum süreci IOPP (International Oil Pollution Certificate) sertifikası yenileme tarihine göre belirlenmiş olup her gemi için balast suyu arıtma cihazı ile donatılması gereken takvim ayrıdır. Yine MEPC 71 kararı ile tüm gemiler 8 Eylül 2024 tarihine kadar uyum süreçlerini tamamlamaları gerekmektedir (Deniz Ticaret Odası, 2017).

Ayrıca sözleşmenin yürürlüğe girmesini en fazla destekleyen ülkelerden biri olan Amerika Birleşik Devleti'nin (ABD) kendi karasularında tahliye edilecek balast suyundan talep ettiği standartlar, IMO standartları ile aynı değildir. IMO standartlarında kriter olarak organizmaların yaşayabilirlikleri ele alınırken, ABD standartlarında organizmaların ölü olup olmadıkları göz önünde bulundurulmuştur. Bunun yanı sıra, cihazların IMO ve USCG (United State Coast Guard) onayı alma sürecinde tabi oldukları testler de farklılık

göstermektedir (Coast Guard, 2015). 50'den fazla balast suyu arıtım cihazı üreticisi IMO'dan tip onay belgesini almış olmasına karşın, şu ana kadar sadece 12 üretici USCG onayı alabilmiştir. (https://cgmix.uscg.mil/Equipment/EquipmentSearch.aspx)

USCG'ın son kararına göre ABD karasularında balast basmak isteyen bir gemi USCG onaylı bir balast suyu arıtım sistemine sahip olmalıdır. IMO tip onaylı bir teknolojinin kullanımı USCG gereklerini karşılamamaktadır. USCG, IMO onayı almış sistemleri AMS (Alternate Management System) olarak kabul etmektedir. AMS, yabancı bir idare tarafından onaylanmış balast suyu yönetim sistemidir. USCG, 5 yıl boyunca geminin balast tahliyesinde AMS kullanılmasına müsaade etmiştir. Ancak 5 yıllık sürenin bitmesinden sonra geminin aynı sistemi kullanmaya devam edebilmesi için üretici firmanın bu 5 yıllık süre içinde USCG tip onayı alması gerekmektedir (Anwar, 2015). Aksi takdirde gemi ABD sularında balast basamayacak ya da kullandığı sistemi USCG onayı almış bir sistemle değiştirmesi gerekecektir.

Sözleşmeye taraf olan ülkeler, kendi kara sularında tahliye edilen balast sularının belli standartlarda olduğunu kontrol etmek zorundadırlar. Bu süreçte, sözleşmenin amacına ulaşması için ülkelerin kontrol, denetleme ve yaptırım mekanizmalarını sözleşmenin gereklerini karşılama yönünde geliştirmeleri gerekmektedir. Örneğin; bu konuda yapılan bir çalışmada tahliye edilen balast suyunun ilgili standartta olmaması durumunda Çin kanunlarının yetersiz olduğunu ve güncellenmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Yingzhi ve Xiaoting, 2008).

Türkiye, BWM Sözleşmesi'ni 2014 yılında imzalayarak üye olmuştur. Sözleşmenin yürürlüğe girmesiyle beraber diğer tüm ülkeler gibi Türkiye de kendi kara sularında sözleşmede belirtilen şartları uygulamak ve bayrağını taşıyan gemilerin sözleşme şartlarına uygun işletilmesini sağlamak zorundadır. Bu süreçte BWTS sisteminin gemilere adapte edilmesi ve gemi sahibi ve işletmecilerine yüklenecek ek maliyetlerin belirlenmesi konusu önem kazanmaktadır. Bununla birlikte, gemilerin D-2 standardına uygunluğunu sağlamak için gemilere kurulumunun yapılması istenen balast suyu arıtma sistemlerinde (BWTS) birbirinden farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin birbirine göre güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Örneğin, bazı sistemler bulanık ortamda etkin çalışmazken bazı sistemler tuzluluk oranına bağlı olarak çalışmaktadır. Bu sistemlerden bazıları çalışırken zararlı gazlar çıkarırken bazılarının ise USCG onayında en az tankta bekleme süresi daha uzundur. Armatör gemilerine hangi sistemin uygulanması gerektiğine karar vermek için mali

etmenlerin yanı sıra sistemlerin bu özelliklerini de göz önünde bulundurmak zorundadır. BWTS seçimi karar sürecinde gemilerin sefer bölgesi ve gemi tonajı önem kazanmaktadır.

Bu bağlamda çalışmada balast suyu arıtım sistemlerinin gemilere operasyonel olarak adaptasyonu ve armatör firmaların gemilerine uygun BWTS yöntemi seçimi problemlerinin çözülmesi amaçlanmaktadır. Bu yönde BWTS yöntemi seçiminde kullanılacak kriterler, Türk denizcilik firmalarının BWTS seçiminde yetkili olan teknik departmanda çalışan kişiler ve armatörler ile görüşülerek belirlenmiştir. Ayrıca, bu kriterlerin önceliklerini belirlemek için anket çalışması yapılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan AHP yöntemi ile yüksek tonajlı gemilere sahip (6000 DWT üstü) firmalar ve düşük tonaja sahip (6000 DWT ve altı) gemilere sahip olan firmalar için en uygun BWTS yöntemini belirlenmeye çalışılmıştır.

Şimdiye kadar balast suyu yönetimi ile ilgili çeşitli akademik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları D-1 standartlarının gereklilikleri ile ilgiliyken bazıları D-2 standartı ve BWTS ile ilgilenmiştir. Özellikle Sözleşmenin yürürlüğü girmesi ile beraber gemilerin su arıtma standardına geçmesi zorunlu hale geleceği için BWTS seçimi ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Göktürk (2005) tarafından yapılan çalışmada, İstanbul limanlarına gelen gemilerin balast suyu yönetimi ve balast sularının biyolojik açıdan değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, İstanbul Haydarpaşa ve Ambarlı limanlarına gelen gemilerin balast suyu örnekleri analiz edilerek, balast sularında bulunan mikroorganizma tür ve miktarı hakkında sonuçlara ulaşılmıştır. Balast değişiminin gemi belgelerinde gösterilmesine karşın, analiz raporlarında bu değişimin yapılmadığı tespit edilmiştir.

Balast sularının deniz ekosistemine, balıklara, balıkçılara ve elektrik santrallerine etkileri ve bertaraf yöntemlerini ortaya koymak için Körpe (2009) tarafından yapılan çalışmada balast suyu yönetim planı detaylı bir şekilde incelenmiş ve çalışmanın sonunda konvansiyonun derhal yürürlüğe girmesi ve gemilerin su arıtma standardına geçmesini önerilmiştir. Ayrıca Türk limanlarına gelen gemilerin denetimlerinin, Türk denizlerindeki ekolojik dengenin korunması konusunda büyük bir öneme sahip olduğu belirtmiştir.

Rahman (2017) tarafından sefer sırasında balast değişiminin gemi dengesi üzerinde etkilerini araştırmak için bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, balast değişiminin hangi çevresel koşullarda yapılması gerektiği, değişim esnasında geminin stabilite değerlerindeki değişimler

(GM, KG, baş ve kıç draftlar), köprü üstü görüşündeki azalma, stres artışı, pervanenin suyun üzerine çıkma ihtimalinin olması gibi durumlar ele alınmış ve balast arıtım cihazları ile limanda yapılan balast operasyonun daha güvenli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mamlook ve diğ., (2008) tarafından en iyi ıslah teknolojisinin seçilmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Fuzzy yöntemi kullanılmış ve ıslah için kullanılan teknolojiler etkinlik, güvenilirlik, küresel fayda, emniyet kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Filtre, UV ve ultrasound teknolojisinin en az maliyetle en etkin olduğu sonucuna varılmış, filtre teknolojisinin UV ya da ultrasound teknolojisi ile birleştirilmesinin sistemlerin etkinliğini arttıracağı bulunmuştur.

Bilgin Güney (2011), deniz suyunun elektrolizi ile dezenfektan üreten elektrokimyasal teknolojiyi, filtre ve UV yöntemi ile beraber kullanan bir sistem oluşturmayı amaçlamıştır. Bu çalışma, Avrupa Birliği 6. Çerçeve Programı tarafından desteklenen BaWaPla Projesi (Sürdürülebilir Balast Suyu Yönetimi Tesisi – Sustainable Ballast Water Management Plant) kapsamında gerekli olan deneysel testleri kapsamaktadır. Yapılan çalışmada, üç teknolojiyi de kullanan sistem yerine iki farklı teknolojinin ihtiyaç duyulan verimi karşılayacağı sonucuna varılmıştır.

Yapılan diğer bir çalışmada (Lacasa ve diğ., 2013), balast suyu ıslahı için elektrokimyasal yönteme başvurulmuş ve iletken elmas elektrotlar kullanılmıştır. Uygulanan akımın su ıslahı noktasında çok büyük öneme sahip olduğu görülmüştür.

Aşıkoğlu (2014), balast sularından kaynaklı sucul organizmaların ortadan kaldırılması için alternatif yöntemleri araştırmıştır. Limanların arıtma sistemlerine sahip olmayan gemileri misafir etmek için kendi bünyelerinde balast suyu alım tesisleri kurabileceklerinin altını çizmiştir. Ayrıca bu çalışmada, özellikle konteynır gemilerinin boş konteynır yerine içi özel olarak doldurulmuş balast konteynırları kullanabileceklerini ancak bu opsiyonun her gemi rotasyonu için mümkün olamayacağı ifade edilmiştir. Limanların kendi tesislerini kurmasının da çok fazla maliyeti olduğu ve aynı anda birden fazla gemiyi kabul etmek için alım tesislerini büyütmeleri gerektiğinden dolayı limanların bu yatırıma pek sıcak bakmadıkları sonucuna ulaşmıştır. Bu nedenle gemilerin sözleşmede belirtilen D-2 standardını karşılayabilmek için BWTS'ler ile donatılmasının gerektiğini vurgulamıştır.

Vural (2014) tarafından yapılan çalışmada, balast suyu seçiminde anahtar performans kriterleri incelenerek, sistemlerin seçimi için maliyet analizi yapılmıştır. En uygun sistemin

seçimi için kriter olarak cihaz bedeli, kurulum maliyeti, yıllık bakım ücretleri gibi maddi değerler göz önüne alınmıştır. Ancak, KPI uygulaması kullanılarak yapılan çalışmada belirlenen en az maliyetli sistem yerine, armatörün yıllardır denizcilik sektöründe tanınan üreticinin cihazını tercih ettiği görülmüştür.

Satır (2014) tarafından yapılan çalışmada, 10 yaşında ve 15000 DWT tonaja sahip dökme yük gemisi ile 120000 DWT tonaja sahip yeni inşa ham petrol tankeri için Fuzzy AHP yöntemi kullanılarak beş adet BWTS arasından en uygununun seçimi problemi ele alınmıştır.

Yine Karahalios (2017), AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak gemisi ABD sularında sefer yapan bir firmanın en uygun BWTS seçimini çözümlemeye çalışmıştır. Bu seçim için üreticinin sektör geçmişi, cihazın enerji harcamı, ıslah için geçen süre, sistemin kapasitesi, cihazın kapladığı alan ve sistemin herhangi bir kimyasala ihtiyaç duyup duymaması kriterlerini göz önünde bulundurmuştur.

AHP, en uygun seçeneği belirlemek için sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. Bu nedenle diğer pek çok sektörde olduğu gibi, denizcilik sektöründe de çeşitli karar verme problemlerinde kullanılmıştır. Akyüz, Karahalios ve Çelik (2014), tarafından yapılan çalışmada MLC (Maritime Labour Convention 2006) gereklerinin uygulanması için AHP metodu kullanılmıştır. Başka bir çalışmada (Çelik ve Akyüz, 2018), gemi için en uygun yükleme aracı seçiminde AHP metodu kullanılmıştır. Bununla beraber, kriterlerin karar vericiler için öneminin bulunması noktasında AHP yöntemine başvurulmaktadır. Şahin (2018) tarafından hazırlanan çalışmada, AHP metodu SWOT analizi ile beraber kullanılarak zabit yeterliliklerinin geliştirilmesi konusunda bir modelleme ortaya konulmuştur. Turan (2017), AHP yöntemini Kurumsal Performans Karnesi yöntemi ile birleştirerek kurumların performans yüzdelerini ortaya koymak istemiştir.

Bu yönde, çalışmada daha önce yapılan bu çalışmalardan farklı olarak, büyük tonajlı ve uluslararası sefer yapan gemilere sahip firmaların seçimleri ile daha ufak tonajlı ve genellikle kabotaj sefer yapan gemilere sahip firmaların BWTS seçim kriterleri belirlenmiştir. UV, kimyasal enjeksiyon, tam akışlı elektro-kimyasal, kısmi akışlı elektro kimyasal ve inert gas yöntemlerinin her iki grup armatör firmalar için en iyisi, nitel ve nicel kriterler beraber değerlendirilerek seçilmeye çalışılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1 BALAST SUYUNUN DENİZ VE ÇEVRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dünya ticaretinin %80'i deniz yolu ile sağlanmaktadır ve deniz yolu taşımacılığı dünya ticaretinin ana etmenlerinden biridir. İnsanoğlu ve gemiler yüzyıllardır okyanus aşırı sefer yapmaktadır ve bu ticaret rotaları her geçen gün değişmektedir. Bu değişim, limanları etkilediği gibi deniz ekolojisini de etkilemektedir. Bu dinamik faktörlerde fare, karafatma, deniz anası, yengeç, su piresi, midye, balık, salyangoz gibi yabancı organizmaların yeni ortamlara gemiler ile taşınmasına sebep olmaktadır. 1980'li yıllarda Avrupa zebra midyesinin Kanada Göller Bölgesi'nde, zehirli Japon tek hücreli kamçılı hayvanın Avustralya'da ve etçil Kuzey Amerika deniz anasının ise Karadeniz'de bulunmasının ardından yabancı organizmaların olumsuz etkisi ilk olarak ortaya konulmuştur. Sadece bu üç türün ekolojik dengeye verdiği zararı gidermek için milyonlarca dolar harcanmış, hükümetler, sivil toplum kuruluşları ve bilimsel çalışmalar bu istilacı türlerin yayılmasında gemi taşımacılık sektörünün büyük bir payı olduğunu dile getirmeye başlamışlardır. Bu gelişim üzere IMO, gelecekteki tehlikelerin risklerini azaltmak için konu ile ilgili toplanmıştır. Geminin emniyetini de tehlikeye atmadan balast suyunun kontrol altında tutulması ile biyolojik organizmaların seviyesinin makul bir seviyede tutulması amaçlamıştır (Committee on ships' ballast operations, 1996).

Gemi ile taşınan türlerin çoğu sefer esnasında zaten ölmektedir. Hayatta kalanların bir çoğu ise balast suyu basıldığında yeni ortama uyum sağlayamayarak hayatta kalamamaktadır. Fakat, belirli koşullar sağlandığında bazı türler tahliye edildikleri yerde hayatta kalabilmekte, üreyebilmekte ve çevre için ciddi tehlikelere sebep olabilmektedir.

IMO'ya göre bu organizmaların etkileri üç ana sınıf altında toplanabilir.

- Ekolojik : Yerli biyoçeşitlilik ve / veya ekolojik süreçler işgalci türlerce bozulduğunda ekolojik etkiden söz edilir. Girilen deniz türünün haftalık ve günlük bazda dünyanın herhangi bir yerinde yeni ortamlara girdiği tahmin edilmektedir.
- Ekonomik : Balıkçılık, kıyı endüstrisi ve diğer ticaret faaliyetleri ve kaynakları istilacı türler tarafından bozulduğunda ekonomik etkiden söz edilir. Tüm istilacı türlerin maliyetinin yalnızca ABD'de yılda 138 milyar ABD dolarını aştığı tahmin edilmektedir.

- İnsan sağlığı: Zehirli organizmalar, hastalıklar ve patojenler, insa vucuduna balast suyu yoluyla girdiğinde, insanlarda potansiyel olarak hastalıklara ve hatta ölüme neden olur.

Tsolaki ve Diamadopoulos'un (2010) belirttiğine göre; her gün 3000'den fazla türün gemiler tarafından taşınmakta olduğunu ve yaklaşık 40 yeni istilacı türe balast suyunun aracılık ettiğini tahmin etmiştir. Avustralya'da yapılan 15'ten fazla araştırmanın ilk sonuçları göstermiştir ki Avustralya sularında 200'ün üzerinde istilacı tür ve 100 kökeni bilinmeyen tür tespit edilmiştir.

Serbest bırakıldıktan sonra, mikroorganizmalar istilacı türler olmaya hazırdır. Bunlar küçük boyutta olduklarından, pasif olarak kolaylıkla yayılabilirler. Hayatta kalma gereksinimleri, zorlu şartlar dahil olmak üzere ekolojik ortamdaki diğer canlılara göre daha basittir (Drake ve diğ., 2007).

Bu mikroorganizmalar ağırlıklı olarak aseksüel olarak çoğalırlar ve hızla büyürler, dış etkenler de yayılmalarına katkıda bulunur. Son olarak bakteriler, ökaryotik fitoplanktonlar (toksik dinoflagellatlar dahil) ve diğer protist türler gibi birçok omurgasız metazoanın ve tek hücreli organizmaların yaşam döngülerini, aşamalarını (çeşitli sınıflamaya göre kistler, sporlar, spor yapanlar, eksposlar, ephippia veya dinlenme yumurtaları olarak adlandırılır) geçirirler ve uzun süren olumsuz koşullarda hayatta kalabilirler (Bailey ve diğ., 2003).

Olumsuz koşullar altında hayatta kalabilen yabancı istilacı türler balast alımında gemiye girmekte, balast basımında ise yeni ortamlara yayılmaktadırlar. Tablo 2.1'de 1980'lerden günümüze gemi kaynaklı tür yayılımı gösterilmiştir (Committee on ships' ballast operations, 1996).

Tablo 2.1: 1980'lerden günümüze gemi kaynaklı tür yayılımı (Committee on ships' ballast operations, 1996)

Tür	Doğduğu yer	Bulunduğu yer
Dinoflagellates *Gymnodinium catenatum*	Japonya	Avustralya
Comb Jellyfish (Ctenophora) *Mnemiopsis leidyi* American Comb Jellyfish	Kuzey Amerika	Karadeniz, Azov Denizi
Polychaete Worms (Annelida) *Marenzelleria viridis* Spionid Tubeworm	Kuzey Amerika	Batı ve Kuzey Avrupa
Musculista senhousia Japanese Mussel	Japan	New Zeland
Crabs (Decapoda) *Charybdis helleri* Indo-Pacific Swimming Crab	Akdeniz	Kolombia, Venezualla, Küba ve USA
eastars (Asteroidea) *Asterias amurensis* North Pacific Seastar	Japonya	Avustralia

IMO ya göre büyük etkileri olan sucul biyolojik istilacı türlerin bazıları Tablo 2.2'de listelenmiştir. Ancak, dünyada ciddi etkileri olan yüzlerce istılacı sucul türün olduğu da bilinmektedir (IMO, 2017).

Tablo 2.2: Büyük zararları görülen sucul istilacı türler (IMO, 2017)

İsim	**Anavatanı**	**Taşındığı Yer**	**Etkisi**
Cholera Vibrio cholerae (various strains)	Açık denizlerdeki çeşitli sular	Güney Amerika, Meksika Körfezi ve diğer yerler.	Bazı kolera epidemilerinin ballast suları ile ilişkili olduğu bildirilmektedir.
Cladoceran Water Flea Cercopagis pengoi	Karadeniz ve Hazar Denizi	Baltık Denizi	Zooplankton topluluğuna karşı baskın olan, ekonomik etkileri olan balık ağlarını tıkayan ve balık troll balıkçılığına olumsuz etkileri olan çok büyük popülasyonlar oluşturacak şekilde tekrar tekrar ürerler.
Chinese mitten crab Eiocheir sinensis	Kuzey Asya	Batı Avrupa, Baltik Denizi ve Kuzey Amerika batı sahilleri	Üreme amaçlı toplu göç yaparlar. Nehir kıyısına girip dayklar erozyona ve siltasyona neden olur. Yerli balık ve omurgasız türler üzerinde avlanır ve nüfus salgınlarında yerel yok oluşlara neden olur. Balıkçılık faaliyetlerine müdahale eder.

Tablo 2.2 (devam)

Zehirli algler ve türleri (Kırmızı/kahverengi/yeşil)	Kıyısal hatta birçok yerde görülmektedir.	Birçok çeşidi, gemi balast suları ile yeni bölgelere transfer edilmektedir.	Zehirli alg çiçekleri halini alabilir. Türüne bağlı olarak, ortamdaki oksijen miktarını azaltarak, ortama zehir yada mucus sallarak deniz yaşamında kitlesel ölümlere sebep olabilir. Kumsal yada sahil hattındaki yapılara yapışarak turizmi etkileyebilir. Bazı türler balık çiftlerindeki filtrelere yapışarak balık çiftliklerinin kapanmasına sebep olabilir. Zehirlenmiş deniz ürünlerini yiyen kişilerde ciddi rahatsızlıklara ve hatta ölüme sebebiyet verebilirler.
Kumkaya balığı Neogobius melanostomus	Karadeniz, Azak ve Hazar Denizi	Baltık Denizi ve Kuzey Amerika	Tahliye edildiği ortama kolayca adepte olup, hızlı şekilde istila edebilirler. Hızlı bir şekilde çoğalığ kolaylık sayılarını arttırabilirler. Beslenmek için, yerel bölgede çok önemli olan türler ile mücadeleye girip, bu türlerin yumurtaları ile beslenebilirler. Sene içinde birçok defa yumurtalayabilirler ve kalitesi düşük sularda dahi hayatta kalabilirler.
Kuzey America tarak jölesi (Comb jelly)	Amerika'nın batı kıyıları	Karadeniz, Azak ve Hazar Denizi	Hermafrodit yapıda olup uygun koşullar altında hızlı bir şekilde çoğalırlar. Hayvalsal planktonlarla beslenirler. Hayvansal planktonların sayısının azalmasına neden olup eko sistemi olumsuz bir şekilde etkilerler. 1990'lı yıllarda Azor ve Kara Denizi balık çiftlerinin kapanmasına neden olarak büyük bir ekonomik ve sosyal etkiye neden olmuşlardır. Günümüzde benzer bir etki Hazar Denizi'nde yaşanmaktadır.
Kuzey Pasifik denizyıldızı Asterias amurensis	Kuzey Pasifik	Güney Australia	Hızla üreyerek, tahliye edildikleri ortamlarda "veba" yaratacak oranlara ulaşabilirler. Ticari olarak da yetiştirilen istakoz, istridye kabuklu deniz hayvanları ile beslenirler.

Tablo 2.2 (devam)

Zebra Midye Dreissena polymorpha	Batı Avrupa (Karadeniz)	Irlanda, Baltık Denizi, Kuzey Amerika'nın batı kıyılarının yarısını içeren Batı ve Kuzey Avrupa.	Büyük oranlarla, mümkün olabilen bütün sert yüzeylere yapışırlar. Yerli sucul hayatı değiştirler. Habitatı, altyapıyı ve besin zincirini değiştirirler. Altyapılara ve gemilerde ciddi sakal sorunu oluştururlar. Su devrelerinin girişlerini, kanalları ve su hendeklerini tıkarlar. 1989 yılından 2000 yılına kadar Amerika'ya 750 milyon dolarla 1 milyar dolar arasında ekonomik zarar vermişlerdir.
Asya yengeçi *Undaria pinnatifida*	Kuzey Asya	Güney Australia, Yeni Zellanda, Kuzey Amerika'nın batı kıyılarını, Avrupa ve Arjantin.	Vejetatif olarak ve sporların dağılması yoluyla hızla büyür ve yayılırlar. Yerli yosunları ve deniz yaşamını değiştirir. Habitatı, ekosistemi ve besin ağını değiştirir. Ticari kabuklu deniz hayvan stoklarını alan rekabeti ve yaşam alanının değiştirilmesi yoluyla etkileyebilir.
Avrupa yeşil yengeç Carcinus maenus	Avrupa Atlantik kıyıları	Güney Avustralya, Güney Afrika, Amerika ve Japonya	Son derece zararlı ve yüksek derece uyum sağlama kapasitesine sahiptir. Sert kabuğu sayesinde dışarıdan gelen saldırılara karşı dirençlidir. Yerel yengeçlerle mücadeleye girer ve istila ettikleri bölgede baskın hale gelirler. Deniz ortamındaki av türlerini tüketirler. Gelgit hattı boyunca oluşan kayalıklı sahil ekosistemini değiştirirler.

2.2 BALAST SUYUNUN ZARARLI ETKİLERİNİ AZALTMAYA YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR VE UYGULAMALAR

Dünya ticaret taşımacılığının %80'inden fazlası deniz yolu ile yapılmaktadır ve yılda yaklaşık 5 milyar ton balast suyu dünya üzerinde yer değiştirmektedir. Balast suyu geminin güvenli ve etkili operasyonu için çok büyük önem arz etmektedir. Fakat, balast suyu içinde taşınan yabancı/istilacı sucul organizmalar ciddi ekolojik, ekonomik ve sağlık tehditlerine sebep olmaktadırlar.

Balast suyu, bakteri ve virüslerle beraber birçok deniz canlısının olgunlaşmış ve larva hallerini de içermektedir. Bu canlılardan bazıları tahliye edildiği limana kadar hayatta kalamaz, fakat bazıları canlı kalıp ortamlarda üreyebilirler. Bu yerel olmayan türler,

hayatta kalmayı başarabilirler ise, tahliye edildikleri ortamlarda ciddi ekolojik, ekonomik ve toplu sağlık sorunlarına sebep olabilirler.

Balast suyu ile yeni ortamlara taşınan bu sucul organizmaların transferi dünya okyanusları için ana tehlikelerden biri olarak tanımlanmıştır. Bu yüzden konu 1992 yılında Rio de Janeiro'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)) ele alınmış ve yirmi birinci gündemin konusu olarak IMO ve diğer uluslar arası organlar sorunun çözümü için harekete geçmeye çağrılmışlardır.

Bu zamana kadar, IMO 10 yılı aşkın süredir bir çözüm aramaktaydı ve 1991 yılında Gemi Balast Suları ve Sedimentlerinden Kaynaklanan İstenmeyen Organizma ve Patojenlerin Yayılmasını Önlemeye Yönelik Kılavuzu (Guidelines for Preventing the Introduction of Unwanted Organisms and Pathogens from Ship's Ballast Waters and Sediment Discharges) yayınladı. Bu kılavuz 1993 yılında güncellendi ve IMO, 1997 yılında Zararlı Sucul Organizmalar ve Patojenlerin Transferini En Aza İndirmek için Gemilerin Balast Suyu Kontrol ve Yönetim Rehberini (Guidelines for Control and Management of Ships' Ballast Water to Minimize the Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogens (Resolution A.868(20)) yayınlamıştır.

Şubat 2004'de IMO, balast suyunun tahliyesini düzenlemek ve gemilerin balast suyundan kaynaklanan yabancı deniz organizmalarının başka ortamlara giriş riskini azaltmak için Uluslararası Gemilerin Balast Suları ve Sedimanlarının Kontrol ve Yönetimi Sözleşmesini (International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments - BWM Convention)) kabul etti (Llyod's Register, 2016).

Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi, bu konvansiyona taraf olan bir devletin bayrağını taşıyan gemilere ve konvansiyona üye olan bir devletin sularında konvansiyona taraf olmayan bir devletin bayrağını taşıyan gemilere uygulanacaktır. (ABS, 2010) Ayrıca Balast Suyu Sözleşmesi (2004) "E" Bölüm'ünde belirtildiğine göre, 400 GRT ve üzeri gemiler (Yüzer platformalar, FSU ve FPSO'lar hariç olarak) IMO tarafından geliştirilen konvansiyonu göz önüne bulundurularak hazırlanmış ve İdare'den onaylı bir Balast Suyu Yönetim Planı'na sahip olmak zorundadırlar. Bu plan gemiye özgü olup en az aşağıdaki maddeleri içermelidir.

- Konvansiyon tarafından gerekli görülen Balast Suyu Yönetimi ile ilgili mürettebat ve gemi için detaylı emniyet prosedürleri;

- Bu Sözleşmede belirtildiği şekilde Balast Suyu Yönetimi gerekliliklerini ve ek Balast Suyu yönetimi uygulamalarını uygulamak için alınacak önlemlerin ayrıntılı bir açıklaması;
- Sedimentlerin (Tortu-Kalıntı) gemiden atılması için detaylı bir prosedür;
    - Denizde; ve
    - Sahile
- Balastın basılacağı devlet otoritesi ile balastın denize basılmasını açıklayan Balast Suyu Yönetim planın koordinesini içeren prosedürler;
- Planın doğru bir şekilde uygulanmasını sağlamaktan sorumlu atanmış bir zabit;
- Bu Konvansiyon altında belirtilmiş gemiler için raporlama gereklerini içermesi;
- Geminin çalışma dilinde olması. Eğer kullanılan dil İngilizce, Fransızca ya da İspanyolca değil ise, bu dillerden birini de içermeli.

Sözleşmenin "D" bölümünde balast suyu yönetimi için gemilerden basılacak balast sularının standartları belirlenmiştir. D-1 maddesinde Balast Suyu Değişim Standardı (Regulation D-1 Ballast Water Exchange Standart) ve D-2 maddesinde (Regulation D-2 Ballast Water Performance Standart) başlıkları altında olduğundan, bu çalışmada D-1 ve D-2 standardı olarak bahsedileceklerdir.

2.3 MEVCUT BALAST SUYU YÖNETİMİ DÜZENLEMELERİ

Uluslararası Denizcilik Örgütü, Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi'nin yürürlüğe girmesi için onaylanma sınırına ulaşıldığını ve sözleşmenin 8 Eylül 2017'de yürürlüğe girdiğini bildirdi. Sözleşmenin şartlarına göre, balast suyu ve sedimenti içindeki patojenik ve sucul organizmalarının alınması ve tahliyesinin engellenmesi, daha zararsız hale getirilmesi ya da yok edilmesi için balast suyunun gemi tarafından yönetilmesi beklenmektedir (Gibraltar Maritime Administration, 2016).

Ancak daha önce belirtildiği gibi Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi 2004 yılında IMO tarafından kabul edilmiş, ancak sadece bu sözleşmeye taraf olan bir devletin bayrağını taşıyan gemilere ve konvansiyona üye olan bir devletin sularında konvansiyona taraf olmayan bir devletin bayrağını taşıyan gemilere uygulanmaya başlanmıştı. Bu kapsamda olmayan gemiler ise;

- Balast suyu taşıyamayan gemiler;

- Özel olarak sürekli iç sularda çalışan gemiler;
- Özel olarak sözleşmeye taraf olan bir ülkenin iç sularında çalışan gemiler;
- Savaş, donanma ve devlet gemileri;
- Mühürlenmiş ve tahliye edilemeyen tanklarda balast taşıyan gemiler olarak belirtilmiştir. (Gibraltar Maritime Administration, 2016)

2004 yılında kabul edilen sözleşmede Tablo 2.3'de gösterildiği üzere gemilerin denize tahliye ettikleri balast suyu standardı tarihe ve balast kapasitelerine göre belirtilmişti. Ancak sözleşme 08 Eylül 2017 tarihinde yürürlüğe girdiği için D-2 standardının gemiler tarafından uyum zaman tablosu da IMO tarafından güncellenmiştir.

Tablo 2.3: D-1 ve D-2 Standardı Eski Uyum Tarihleri (IMO,2004)

<table>
<tr><th rowspan="2">Balast Kapasite (m^3)</th><th rowspan="2">İnşa Tarihi</th><th colspan="9">Teslim tarihinin yıl dönümünden sonraki ilk yenileme ya da ara survey (Hangisi önce ise)</th></tr>
<tr><th>2009</th><th>2010</th><th>2011</th><th>2012</th><th>2013</th><th>2014</th><th>2015</th><th>2016</th><th>2017</th></tr>
<tr><td rowspan="3"><1500</td><td><2009</td><td colspan="8">D1 ya da D2</td><td>D2</td></tr>
<tr><td>2009</td><td colspan="9">D1; D2 - İkinci IOPP sertifikası senelik surveyi (Ancak 31 Aralık 2011 sonra değil) ya da sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih</td></tr>
<tr><td>>2009</td><td colspan="9">D2 – Teslimde ya da sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih (Hangisi sonra ise)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">≥1500 ve 5000≤</td><td><2009</td><td colspan="7">D1 ya da D2</td><td colspan="2">D2</td></tr>
<tr><td>2009</td><td colspan="9">D1; D2 - İkinci IOPP sertifikası senelik surveyi (Ancak 31 Aralık 2011 sonra değil) ya da sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih</td></tr>
<tr><td>>2009</td><td colspan="9">D2 – Teslimde ya da sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih (Hangisi sonra ise)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">>2009</td><td><2012</td><td colspan="8">D1 ya da D2</td><td>D2</td></tr>
<tr><td>≥2012</td><td colspan="3">-</td><td colspan="6">D2 – Teslimde ya da sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih (Hangisi sonra ise)</td></tr>
</table>

2.3.1 D-1 Standartı (Balast Suyu Değişim Standartı)

Günümüzde zararlı sucul organizmaların yayılmasını kontrol etmek için tavsiye edilen metot balast suyu değişimidir. Bu değişim, sahil kesiminden alınan balastın, seyir sırasında açık deniz suyu ile boşaltılıp/doldurularak (empty and refill) ya da dolu tanka suyun pompalarla basılıp tankı taşırmak ile (flow through dilution) sağlanabilir (Endersen ve diğ., 2004).

Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi (2004) D1 kuralına göre, bu yöntemi uygulayan bir geminin balast suyunun hacimsel olarak en az %95'ini değiştirmelidir. Balast suyunun değişiminde taşırma yöntemini (flow through) seçen bir gemi D-1 standardını sağlaması için her balast tank hacminin 3 katı kadar suyu balast tankına alırken tankı taşırması gereklidir. Ancak

geminin hacimsel olarak en az %95 oranında hacimsel değişimin gerçekleştiğini kanıtlaması durumunda üç katından daha az hacimle pompalama da kabul edilebilir.

2.3.2 Günümüz Denizciliğinde Balast Suyu Değişim Yönteminin Gemilerde Uygulanması

Günümüzde balast suyu konvansiyonunu kabul etmiş bir ülkeye varmadan önce balast suyu değişimi yapılıp ilgili işlem geminin balast suyu yönetim kitabına göre kayıt altında tutulur. Limana varıldığında tutulan bu kayıt, gemiye gelen liman görevlilerine (Acente, liman kontrol zabitleri vb.) ya da geminin limana varıştan önce göndermesi gereken formlarla (Pre-arrival forms) beraber geminin o limandaki acentesine gönderilir. Gemi limana yanaştığında ise, her limanda karşılaşılmamakla beraber, özellikle Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerde gemiye gelen çevre koruma zabiti geminin balast tanklarından 1 litre kadar balast suyu alıp analiz için laboratuvara götürmektedir. Eğer alınan bu balast suyu açık deniz suyu özelliklerine sahip değil ise geminin limanda balast basmasına izin verilmemektedir. Geminin üzerindeki balastı basamaması, geminin alması gereken yükten daha az ya da hiç alamamasına neden olacağından ötürü yük operasyonları için oldukça büyük bir öneme sahiptir.

IMO'nun 13 Ekim 2006 yılında duyurduğu "MEPC.149(55) Balast Suyu Değişim Dizayn ve İnşa Standartları İçin Kılavuz" yönergesinde; konvansiyonun D-1 maddesinde belirtilen balast suyu değişim standardının sağlanması için aşağıdaki yöntemleri belirtmiştir.

- Sıralı Yöntem (Squential Method): Balast taşıyan tankın önce tamamen basılıp sonrasında hacimsel olarak en az %95'ini tekrar doldurma anlamına gelir.

- Akış Yöntemi (Flow Through Method): Balast taşıyan tanka balast suyu pompalanıp, tankın hava firar ya da başka bir düzenekle taşmasına izin vererek balast suyunun değiştirilmesi anlamına gelir.

- Seyreltme Yöntemi (Dilution Method): Balast taşıyan tankın üstünde kurulan sistemle tanka su basıp, aynı anda tankın altından tanktaki su basılarak su seviyesini sabit tutulması ve suyun değiştirilmesi anlamına gelir (IMO, 2006).

Sözleşmenin (2004) B4 maddesine göre, yukarıdaki yöntemlerden birini seçen geminin D-1 standardını karşılayabilmesi için balast suyu değişimini;

- Mümkünse, en yakın karadan 200 mil uzakta ve en az 200 metre su derinliğinde yapması,

- “i” numaralı maddede belirtilen standartları karşılayamaması durumunda en yakın karadan olabildiğince uzakta ancak herhangi bir durumda 50 milden daha yakın olmayan ve derinliği 50 metreden fazla olan noktada yapması gerekmektedir.

Yine aynı bölümde, balast suyu değişimi yapmak için herhangi bir geminin rotasını değiştirmemesi ve seferinde gecikme yaşamaması gerektiği belirtmektedir. Ayrıca hava durumu, geminin kondisyonu, stres hesaplamaları göz önüne alınarak balast değişiminin, gemiyi tehlikeye sokacağı durumlarda, gemi kaptanının balast değişimini yapmama kararı alabileceği, ancak bu durumun güverte jurnaline not edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

2.3.2.1 Sıralı Yöntemi (Squential Method)

Günümüzde uygulanmasının kolay, gemi bünyesini en az zorlayan ve en az vakit alan yöntem olması sebebi ile denizciler tarafından en sık uygulanan yöntemdir. Bu yönteme göre varılacak limanda tahliye edilecek balast tanklarındaki su denize basılıp tekrardan balast tanklarına balast alınır.

Tankların boşaltılması nedeniyle gemi dengesinin (stabilitesi) ciddi oranda bozulması, gemi bünyesinde streslerin artması, serbest sıvı yüzeyi etkisinin tehlikeli boyutlara ulaşması ve özellikle baş draftın artması sebebiyle geminin baş vurmasının gemiyi yıpratacağı akılda tutulmalıdır.

Yukarıdaki sebeplerden dolayı sıralı yöntem sistemini kullanacak geminin operasyonun her basamağı için denge hesaplarının yapılması, oluşacak kondisyonun *SOLAS (Intact stabilite)* gereklerine ve geminin denge kılavuzunda (*Stability booklet*) belirtilen maksimum kesme kuvveti ve eğme momenti (*Sheering force*, *bending moment)* değerlerini aşmadığına emin olunmalıdır (American Bureau of Shipping, 2010).

Çalkalanma etkisi (Sloshing effect), sıralı yöntemi kullanan bir gemi için kaçınılmazdır. Fakat bu durum deniz ve rüzgar şartları göz önüne alınarak kabul edilebilir limitler dahilinde bırakılıp kontrol edilebilir.

- Tanktaki sıvı seviyesinin potansiyel çalkalama etkisi göz önüne alınmalıdır. Genel olarak doluluk oranı tank kapasitesinin %25’inin altında olduğu zaman çalkalanma etkisi bir sorun teşkil etmez. Ancak doluluk oranı %50’inin üstü olduğu durumlarda çalkalanma etkisi göz önüne alınmalı ve uygun deniz / rüzgar durumu beklenmelidir.
- Tankın boyu gemi boyunun 0,01 katından ve tankın eni geminin eninden 0,056 katından küçük ise çalkalanma etkisi görülmez.

- Balast suyu değişim işleminde herhangi bir sebeple duraksamadan kaçınılmalıdır.

Çalkalanma etkisi aşağıdaki durumlar sağlandığında ya da aşağıdaki şartları karşılayan gemilerde göz ardı edilebilir.

- Bütün gemilerin çift dip (*Double bottom* ya da *double side)* tanklarında,
- Ağır deniz balast durumda olan dökme yük gemilerinin üst yan (*Topside)* tanklarında,
- Orta hattı dikine bölen perdeye sahip baş pik tanklarında,
- Tek cidarlı tankerlerdeki orta hattı bölen perdeye sahip kenar (*Wing)* tanklarda.

Sıralı yöntemi kullanan bir gemi, aşamalar arasındaki denge hesaplarını yaparken bütün tankların serbest sıvı yüzey etkisini (Free surface moment) maksimum olarak ele almalı (American Bureau of Shipping, 2010) ve yükleme programını (Load master) açık deniz (*Sea condition)* durumunda kullanmalıdır.

Bu yöntemi uygulayan bir geminin operasyon sırasında baş draftının azalacağı ve özellikle uygunsuz deniz şartlarında baş tarafının dalgaya vuracağı (Slamming effect), aynı zamanda baş kıç draft farkının (trim) artmasından ötürü köprü üstü görüş açısının düşeceği akılda tutulmalıdır. Bu durumlara dikkat çekmek üzere gemiye özel hazırlanan Balast Suyu Yönetim Kitabı'nda (Ballast Water Management Manual) konu ile ilgili "*Bu gemide, en az baş draft 3,52 metredir. Eğer yükleme programında baş draft bu değerden daha az bulunursa, kaptan bu basamağı sakin hava koşullarında gerçekleştirmelidir. Baş kıç vurmayı engelleyecek rotada seyredilmelidir. Bu gemide en fazla trim değeri köprüüstü görüş planında (Bridge visibilty plan) belirtildiği gibi 1,46^{0}'dir. Balast değişimi sırasında trim değeri bu değerden fazla olması durumunu kaptan göz önünde bulundurmalıdır ve sorunu çözmek için gerekli adımları atmalıdır."* (Demirsoylu, 2017) şeklinde ibareler bulunabilmektedir.

Bu yöntemi kullanan bir gemi personelinin yukarıdaki durumları göz önüne alıp planlamayı ona göre yapmalıdır. Ayrıca balast pompalarının ve suyu değiştirilecek balast tanklarının toplam kapasitelerini de dikkate alıp balast suyu değişim işleminin ne kadar sürede tamamlanacağını da bilmek zorundadır. Bu süreye göre gemi rotasını değiştirip seyir süresini uzatma ya da değişimi gerçekleştirecek personelin çalışma/istirahat saatlerinin ayarlanması gerekecektir. Her ne kadar balast değişimi için geminin rotasını değiştirmesinin gerek olmadığı belirtilmesine karşın özellikle Karadeniz limanlarında değişimi yapılmamış balast suyu önemli sorunları doğurmaktadır.

Ek 1'de verilmiş 5800 DWT kimyasal tankere ait balast sistem planı incelendiğinde geminin 2 adet balast pompasının olduğu ve her bir pompanın kapasitesinin 250 m^3/saat olduğu görülür. Yine ekte verilmiş aynı geminin kapasite planından ise geminin bütün tanklarının hacimlerine ulaşılabilir. Bu bilgiler ışığında, tam balast kondisyonunda balast değişimi için gerekli süre yaklaşık olarak 9,2 saat olacaktır.

Balast değişiminde geminin boş balastlı halinin gemi stabiltesi ve üzerindeki personel için tehlikeli olduğunu düşünülürse, balast değişim işleminin tank tank yapılması en uygun olacaktır.

2.3.2.2 Akış Yöntemi (Flow Through Method)

Akış yöntemi, tankın alt tarafından pompa ile tanka basılan yeni balast suyunun tankın üst tarafında gerekli düzeneklerden ya da hava firar (overflow) açıklıklarından eski balast suyunu dışarı atması ile yapılır. Sucul organizmaları arındırmak için gerekli %95 oranın balast suyu değişimi için tank kapasitesinin yaklaşık üç kat fazla suyun tanka basılması gerekir.



Şekil 2.1: Akış yöntemi kullanan bir geminin operasyon esnasında hava firar resmi

Ek 1'de balast sistemi planı verilmiş 5800 DWT'lik kimyasal tankerin akış yöntemini seçtiği düşünülürse. 2311,9 m^3 balast suyu değişimi yapmak için 13,87 saate ihtiyacı vardır.

Akış yöntemi genel olarak gemi dengesini, geminin manevralarını etkilemez. Bu yüzden kesme kuvveti, bükülme momenti, baş/kıç draft ve trim endişelerini ortadan kaldırır. Ancak bu yöntemi kullanan gemilerin balast tanklarının hava ya da taşıntı firarlarının boyutu, tanklarda oluşabilecek ve tank yapısına zarar verecek fazla basıncı engelleyecek durumda olduğunun onaylanması gerekir. Bu yüzden gemiye özgü olan balast suyu yönetim kitabının kontrol edilmesi ve bu yöntemin onaylandığına emin olunmalıdır. Bazı gemilerin klas

tarafından onaylanması gereken balast suyu yönetim kitabında *"Akış yöntemi, bu gemi için tavsiye edilmemektedir."* gibi bir ibare bulunmaktadır.

Balast suyu yönetim kitabında, belirtilen ya da benzer bir ibare bulunuyor ise gemi personeli bu yöntemi kullanmayacaktır. Ancak kitapta akış yöntemini sınırlandırıcı bir ibare olmayabilir. Unutulmamalıdır ki balast suyu yönetim kitabı, geminin yeni inşa süresince hazırlanılmaktadır. Gemilerin zaman geçtikçe yıpranacağı göz önüne alınarak bu yöntemin uygulanıp uygulanamayacağı, balast tanklarında oluşan basıncın en az seviyede tutulması ve kontrol edilmesine bağlıdır.

Örneğin M/T Mardeniz gemisine ait balast yönetim planında "*Geminin tekne yapısı, denge ve stres hesaplamaları üzerinde minimum miktarda etkisi olması nedeniyle taşırma metodu şirket tarafından tavsiye edilen yöntemdir. Acil bir durumda (ağır hava oluşumu, balast pompası arızası, ana makine arızası vb.) bu yöntem aynı zamanda, duruma hemen müdahale şansı verir. Bu yöntemin uygulanması esnasında aşağıdakilere dikkat edilmelidir;*

- *Balast tankının kapalı yerleri (menholler gibi), balast tanklarının aşırı basınca dizayn edilmemesi sebebiyle değişim işlemi öncesi açılmalıdır,*
- *Operasyon öncesi her tank için gereken yaklaşık değişim zamanı hesaplanmalıdır,*
- *Yukarıda bahsedilen acil durumlarda, balast değişim sistemi ile ilgili tüm valfler ve açık mahaller kapatılmalıdır,*
- *Balast kayıt defteri uygun olarak doldurulmalıdır."* (Demirsoylu, 2017) ibaresi bulunmaktadır.

Amerikan klas kuruluşu ABS'nin (2010) tavsiye ettiği üzere; balast değişim sırasınca kullanılacak tank kapakları ve diğer açıklıklar balast yönetim planında belirtilmelidir. Uygun hava ve deniz durumlarında bile tank kapaklarının ya da menhollerin açılması ana güverte su geçirmez bütünlüğünü tehlikeye atmaktadır. Bu durumun sorumluluğu gemi kaptanına aittir ve değişim işlemi tamamlandıktan sonra açılan bütün açıklıkların kapatıldığına dair bir prosedür uygulanmalıdır.

Bu yöntemi kullanacak bir geminin balast tanklarının, balast suyunun tahliye edileceği devrelerin toplam yüzey alanı, tankın doldurulacağı devrenin çapının en az iki katı olmalıdır (American Bureau of Shipping, 2010). Ekte balast sistem planı verilen geminin balast devresinin çapı 200 mm olduğu görülmektedir. Aynı geminin hava firar devresinin çapı ise

200 mm olup her tankın iki adet hava firar çıkışı olduğu için klas kuruluşları tarafından tavsiye edilen standartlara uygundur.

Dolum devresinin tankın altında, taşıntı noktasının tankın üzerinde olduğu düşünülürse tankın en altında oluşacak basıncın balast pompasının yaptığı basınç ve tankın yüksekliğinden dolayı oluşacak basıncın toplamı olduğu görülecektir.

Gemi tankları taşırmaya başlamadan önce hava firar ya da açıklıklar kontrol edilmeli, herhangi bir tıkanmanın, donmanın olmadığı teyit edilmelidir. Bu yüzden bu yöntem sıfıra yakın hava sıcaklıklarında tercih edilmemelidir.

Taşan suların güvertede birikmesi gemi dengesini olumsuz etkileyeceği, özellikle soğuk havalarda donma sorununa da neden olacağı için tavsiye edilmemektedir. Taşan suların denize ya da başka bir tanka aktarılmasını sağlayan devre düzenlemeleri bu sorunu ortadan kaldırabilir (American Bureau of Shipping, 2010).

2.3.2.3 Seyreltme Yöntemi (Dilütion Method)

Bu yöntemde, balast suyu değiştirme, tankın üst kısmından tanka su alınıp aynı zamanda ve aynı hızla tankı altından su basılmasıyla tanktaki su seviyesini sabit tutarak balast suyunun değişimi sağlanır. Akış yönteminde olduğu gibi tanktaki su seviyesinin %95'inin değişmesi için tank kapasitesinin üç katı oranında suyun tanka alınması gerekmektedir.

Seyreltme yöntemi, akış yönteminin bütün avantajlarına sahip olmakla beraber, balast suyu tankın altından basıldığı için kalıntılar daha kolay tanktan çıkabilir. Bu yöntem ayrıca balast menhollerinin sökülmesini ya da hava firarların zorlanmasına neden olmaz.

Bu yöntemi uygulayacak geminin balast yönetim kitabında belirtilen ve bu yöntem için dizayn edilmiş sisteminin olması gerek. Eğer seyreltme yöntemi seçiliyorsa;

- Tanktaki suyu otomatik olarak sabit seviyede tutacak sisteme sahip olmalıdır.
- Balast suyu değişiminin etkili ve sorunsuz bir şekilde yapılması ve tanktaki su seviyesinin değişimine engel olmak için yüksek ve alçak seviye alarmına sahip olmalıdır.
- Herhangi bir sorunda balast pompasının acil durum durdurma düğmesine sahip olmalıdır (American Bureau of Shipping, 2010).

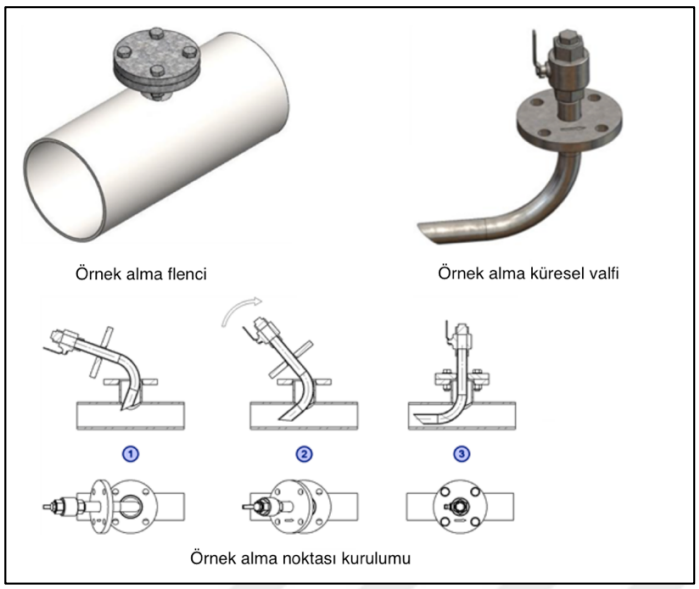
2.3.2.4 Limanda balast suyu kontrolü ve örnek alımı

Gemi limana vardığı zaman, Liman Devleti Kontrol Zabitleri (Port State Control Officer) dahil üçüncü partilerin talebi üzerine, limanda basacağı balast tanklarından örnek alımına rehberlik etmesi adına IMO Deniz Çevre Koruma Komitesi (The Marine Environment Protection Committee – MEPC) tarafından 10 Ekim 2008 tarihinde "Balast Suyu Örnek Alma Kılavuzu" (Guidelines for Ballast Water Sampling – G2) yayınlanmıştır.
Bu kılavuzun amacı, liman devleti kontrol görevlileri de dahil üçüncü taraflara, geminin Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi'ne uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla balast suyundan örnek alınması ve analizi hakkında pratik ve teknik rehberlik sağlamaktır.

Liman devleti kontrol görevlileri ya da diğer görevliler tarafından yapılan örnek alma işlemi gemi, görevliler, personel için güvenli, basit, hızlı, kolay uygulanabilir ve mümkün ise balast tahliye noktasına yakın olmalıdır. Ayrıca numunelerin analizi için gerekli süre geminin operasyonunu, kalkışını ve hareketini ertelememelidir.

G2 kılavuzunda (2008) belirttiği gibi; D-1 değişim standardını uygulayan bir geminin tank numunesi, iskandil, hava firar devresinden veya menholünden pompa, numune şişesi ya da başka su kapları kullanarak alınabilir. Numune, tahliye devresi üzerinden de elde edilebilir.

Ancak D-2 performans standardına tabi olan bir gemide tank içinden örnek alma her zaman doğru sonucu vermeyecektir. G-2 kılavuzu 5.2 numaralı maddesine göre; test örneği, suyun gemiden tahliye edildiği yere mümkün olan en yakın noktadan alınacaktır. Bu kural kapsamında gemi overboarduna giden devrenin üzerine Şekil 2.2'de gösterildiği gibi test noktaları eklenip, yerleştirilecek küresel valfler ile liman görevlilerinin kolaylıkla sistem çıkışından örnek alması sağlanacaktır.



Şekil 2.2: BWTS örnek alma noktası

Gelen gemilerden alınan numunelerin analiz raporları, balast suyunun konvensiyonun B-4 maddesinde belirtilen şartlara uygun olup olmadığı hususunda bilgi verebilir. Bununla beraber fiziksel/kimyasal parametreleri, balast suyunun D-1 standardına uygunluğunu kanıtlamakta kesin bir gösterge olarak kullanmak zordur. B-4 maddesinde geçen balast suyu değişim standardına uygunluk için kullanılan test ve prosedürler, Organizasyon tarafından titizlikle incelenmeli, doğrulanmalı ve ilgili birimlere dağıtılmalıdır (MEPC, 2008).

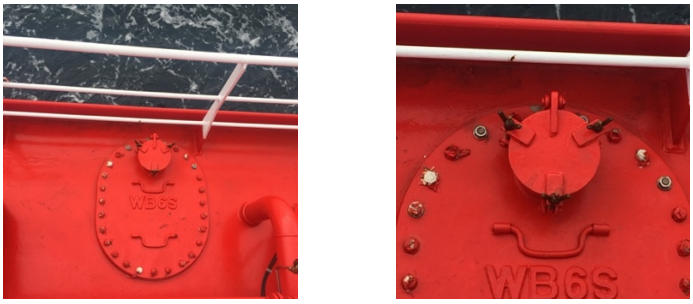
D-1 standardı uygunluğu için doğrudan tanktan örnek alma daha uygundur. Tanktan numune alma için;

- Tank menholü,
- İskandil borusu,
- Pompa kullanılabilir.

Tank menholü kullanımı tanka doğrudan ulaşımı sağlar. Ancak bu yöntemin dezavantajı numune almak için tank menholün tamamen açılması gerekliliğidir. Ayrıca güvertede menholün üzerinde bulunan yük kalıntıları ya da kargolar da bu işlemi engelleyebilir (MEPC, 2008).

Bu duruma dikkat çekmek için, büyük petrol firmaları tarafından kurulan OCIMF'in sıvı yük taşıyan tankerleri denetlemek için kullandığı "Gemi Denetleme Rapor Programı (SIRE)" kitapçığında balast suyu değişiminde menhol kullanımı hususunda "Balast suyunda yağ olmadığının kontrolü için menholün açılmasında fazlaca cıvatanın sökülmesi şüphe çekicidir.

Numune almak için tek yöntem bu ise, olumsuzluk maddesi yazılacaktır.” İbaresi bulunmaktadır. Bu yüzden firmalar menhol kapaklarına şekil 2.3’de görülen açıklıkları yaptırmışlar ve numuneler kolayca bu açıklıklardan alınmaktadır.



Şekil 2.3: Bir geminin balast menholü ve menholün üzerindeki balast numunesi alma açıklığı

Şekil 2.4’de gösterilen iskandil borusundan numune almak, kolay ulaşımı olduğu için tercih edilebilir. Ancak bu yöntemi kullanmanın bazı dezavantajları söz konusudur. İskandil borusunun örnek alımında kullanılması ve bağlı olduğu tanktaki suyun özelliklerini gösterebilmesi için borunun deliksiz olmaması gerekir. Aksi halde, gemi açık denizde balast suyu değişim yapsa dahi iskandil borusundaki su değişmez. Yaşanan tecrübeler, özellikle akış yöntemini kullanan gemilerde iskandil borusundaki suyun balast değişim işleminden etkilenmediğini göstermiştir. Bu durum deliksiz iskandil borusunun vakum ve basınç yapmasından ötürü sıralı yöntemini kullanan gemilerde de görülmektedir (MEPC, 2008).



Şekil 2.4 : Bir geminin balast tank iskandil borusu

Bazı liman görevlileri, geminin makine dairesinde sintine katına ya da pompa dairesine inmek durumunda olduklarından ve/veya gemi personelinin pompayı başka bir tanktan ya da denizden denize çalıştırdıklarından emin olamadıkları için günümüzde numune almada pompa kullanımını tercih etmemektedirler.

2.4 D-2 BALAST SUYU PERFORMANS STANDARTI

Sözleşmenin (2004) B-3 Gemilerin Balast Suyu Yönetimi maddesinde Tablo 2.4'de gösterilen zaman çizelgesine göre gemilerin D-2 standardına uyması gereken tarihler belirtilmişti. Ancak Finlandiya'nın sözleşmeyi 8 Eylül 2016 tarihinde onaylamasıyla sözleşmeye üye olan ülkelerin sayısı toplam 52'ye ve dünya ticaret gemilerinin %35,1441'ine ulaşıldı. Bu oran, sözleşmenin yürürlüğe girmesi için şart olan 30 devletin üyeliğini ve dünya ticaret tonajının %30'unu aşması zorunluluğunu karşıladı.

Tablo 2.4: Sözleşmeye göre D-2 standardı eski zaman çizelgesi (IMO,2004)

İnşa Yılı	**Balast Suyu Kapasitesi (m^3)**	**Sözleşmenin yürürlüğe girmesinin ardından D-2 uyum tarihi**
<2009	≥1500 ve ≤5000	İlk yenileme surveyi
<2009	<1500 ve >5000	Sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihin 31 Aralık 2016 ya da öncesi olduğu durumda: "2016'da geminin teslim tarihinin yıldönümünü takip eden ilk yenileme surveyi"
		Sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih 31 Aralık 2016'dan sonra olduğu durumda: İlk yenileme surveyi
≥2009	<5000	İlk yenileme surveyi
≥2009 ve <2012	≥5000	Sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihin 31 Aralık 2016 ya da öncesi olduğu durumda: "2016'da geminin teslim tarihinin yıldönümünü takip eden ilk yenileme surveyi"
		Sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih 31 Aralık 2016'dan sonra olduğu durumda : İlk yenileme surveyi
≥2012	≥5000	İlk yenileme surveyi
Yeni gemiler (Sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarih ve sonrasında yapılan gemiler)	Hepsi	Teslimde

Ancak IMO'nun 4 Aralık 2013 tarihli toplantı kararında (IMO Resolution A.1088(28)), sözleşmenin kabul edilmesinden itibaren geçen sürede sözleşmenin B-3 maddesinde belirtilen zaman çizelgesinin gemilerde bir belirsizliğe yol açtığını ve sözleşmenin yürürlüğe girmesinden itibaren D-1 standardından D-2 standardına geçiş düzenlemesinin uygulanması için uygun bir zaman çizelgesinin bu belirsizliği azaltabileceği kabul edilmiştir. Ayrıca bu kararın Deniz Çevre Koruma Komitesi (Marine Environment Protection Committee – MEPC) tarafından görüşülmesini de tavsiye etmiştir.

IMO Resolution A.1088(28)'e göre D-1 standardından D-2 standardına geçme süresi aşağıdaki gibi belirtilmiştir;

1. Sözleşmenin yürürlüğe girmesinden önce inşa edilmiş ve sözleşmenin B-3.3 ya da B-3.5 maddesinde bahsi geçen gemiler (B-3.3 = İnşa yılı 2009 ve sonrası olup balast kapasitesi 5000m^3'den küçük gemiler. B-3.5 = İnşa yılı 2012 ve sonrası olup balast kapasitesi 5000m^3'den büyük olan gemiler.) sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihi takip eden ilk yenileme surveyine kadar D-2 standardına uyması gerekmeyecektir.
2. Sözleşmenin B-3.1.1 , B-3.1.2 ve B-3.4 maddesinde bahsi geçen gemiler (B-3.1.1 : 2009 yılında önce inşa edilmiş ve balast kapasitesi 1500m^3-5000m^3 arasında olan gemiler. B-3.1.2 : 2009 yılından önce inşa edilmiş ve balast kapasitesi 1500m^3'den küçük ve 5000m^3'den büyük olan gemiler. B-3.4: 2009 yılı ve sonrası inşa edilmiş ancak 2012 yılından önce inşa edilmiş ve balast kapasitesi 5000m^3 ve fazla olan gemiler.) teslim tarihlerinin yıldönümünü takip eden ilk yenileme surveyine kadar D-2 standardına uyması gerekmeyecektir.
3. Sözleşmenin 2014 tarihinden sonra yürürlüğe girdiği durumda, 2. Paragraftaki hükme rağmen, sözleşmenin B-3.1.1 maddesine tabi bir gemi. Sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihi izleyen ilk yenileme surveyine kadar D-2 standardına uyması gerekmeyecektir.
4. Sözleşmenin 2016 tarihinden sonra yürürlüğe girdiği durumda, 2. Paragraftaki hükme rağmen, sözleşmenin B-3.1.2 ve B-3.4 maddelerine tabi bir gemi, sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihi izleyen ilk yenileme surveyine kadar D-2 standardına uyması gerekmeyecektir.
5. 1 ile 4 nolu paragraflar arasında bahsedilen bir geminin, D-2 standardının yürürlüğe gireceği tarihe kadar D-1 ya da D-2 standardına uyması gerekmektedir.
6. 1 ile 4 numaralı paragraflar arasında bahsedilen yenileme surveyi, MARPOL Ek 1 kapsamında yer alan Uluslararası Petrol Kirliliği Önleme Sertifikasına (IOPP) ilişkin yenileme surveyidir.

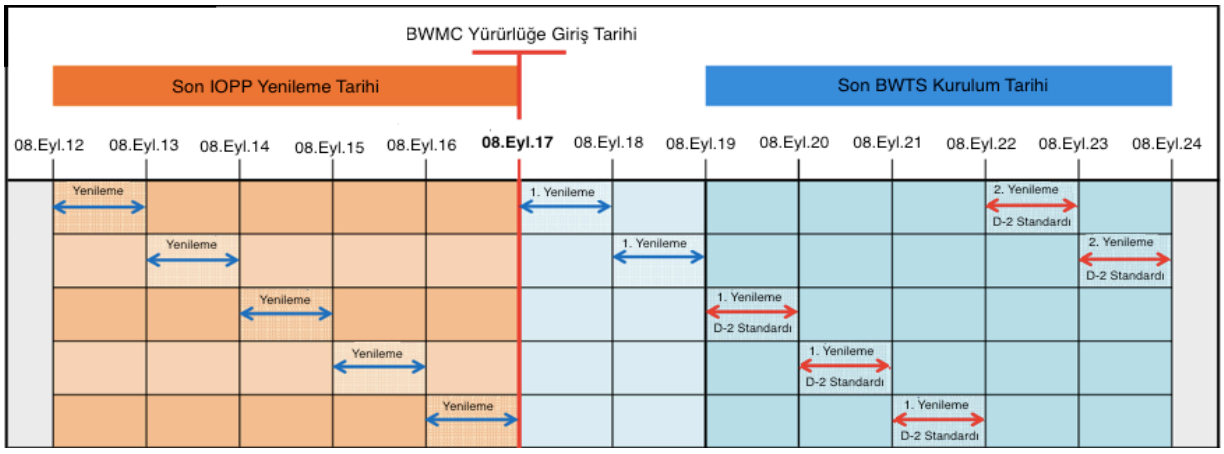
Bu gelişmeler üzerine 7 Temmuz 2017 tarihinde MEPC tarafından kabul edilen 287(71) nolu kararda IMO Resolation A.1088(28) kabul edilmiş ancak BWM sistemlerinin kullanımına ilişkin iki yıllık bir erteleme getirilmesiyle gemilerin tersanelerde yoğunlaşmasının engellenmesi istenmiştir.

Türk Armatörler Birliği (2017), MEPC 71 toplantısı sonucunda uygun görülen yeni tarihler ile ilgili üyelerini bilgilendirmek için 2017/5 numaralı Bilgi Notunu yayınlamıştır. Yayınlanan bu bilgi notunda tarihle ilgili açıklama aşağıdaki gibidir.

- *"8 Eylül 2017'de veya sonrasında inşa edilen tüm gemilerin hizmete girişinden itibaren BWM sistemlerinin takılmış olması gerekmektedir.*
- *IOPP yenileme sörveyini 8 Eylül 2014-8 Eylül 2017 tarihleri arasında yaptıranların sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihi takip eden ilk IOPP sörveyinde BWMS'i taktırmış olmaları gerekmektedir. (Reg B-3/10.1.2)*
- *IOPP yenileme sörveyini bir önceki paragrafta belirtilen tarihlerin dışında yaptırmış olanlar için hangi tarih önce gelir ise; ya sözleşmenin yürürlüğe giriş tarihinden sonraki ikinci yenileme sörveyinde (Reg B-3/10.2), ya da 2019 yılından sonraki ilk yenileme sörveyinde (Reg B-3/10.1.1) BWMS'i taktırmış olmaları gerekmektedir.*
- *IOPP sertifikasına tabi olmayan gemilerin (150 GT'den küçük petrol tankerleri ve petrol tankeri dışında kalan 400 GT'den küçük gemiler) ise en geç 2024 yılına kadar BWMS'i taktırmış olmaları gerekmektedir. (Reg B-3/5)*

Bu düzenleme ile BWMS montajları iki yıl ertelenmiş ve 8 Eylül 2017 tarihinden önce inşa edilmiş gemilerin BWMS montajları 2019-2024 arasında tamamlanması planlanmıştır."

8 Eylül 2017 tarihinden önce inşa edilmiş gemilerin BWTS montaj tarihleri Şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.5: MEPC 287(71) kararına göre BWMS için uygulanacak zaman çizelgesi (LR, 2017)

2.4.1 IMO Mevzuatı

Konvansiyonun, D-2 Balast Suyu Performans Standardı maddesine göre, balast suyu yönetimi yapan gemilerin balast suları, Tablo 2.5'de belirtilmiş standartları karşılamaları

gerekmektedir. Bu maddede, plankton ve organizmaların boyutlarını belirten iki koşulla beraber insan sağlığı standardı ile ilgili üç koşul bulunmaktadır (Tsolaki ve Diamadopoulos, 2010).

Tablo 2.5: IMO'ya göre D-2 Balast Suyu Performans Standardı (Tsolaki ve Diamadopoulos, 2010)

Organizma	**Balast suyu standardı**
Boyu 50µm'den büyük yaşayabilen (viable) organizma sayısı	m^3 başına < 10
Boyu 50µm-10µm arasında olan yaşayabilen (viable) organizma sayısı	ml başına < 10
Zehirli vibrio kolera (O1 ve O139)	100 ml ya da 1 gram (ıslak ağırlık) başına <1 cfu (koloni oluşturma birimi) zooplankton örneği başına
Koli basili (Escherichia coli)	100 ml başına < 250 cfu
Bağırsak Enterokokları (Intestinal enterococci)	100 ml başına < 100 cfu

Sözleşmenin D-3 maddesinde, D-2 standardını karşılamak için kullanılacak balast suyu yönetim sistemlerinin, IMO tarafından yayınlanmış rehberlere (G8-G9) uygun olarak test edilmesinin ve idareler ya da idarelerin yetkilendirdiği kuruluşlar (klas kuruluşları vb.) tarafından onaylanmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir. Verilen bu onaya "Tip Onayı" denilmektedir. Bir sistemin tip onay sertifikasını alabilmesi için gerekli test, teknik ayrıntılar ve süreçler G8 (Balast Suyu Yönetim Sistemleri Onayı için Kılavuz) ve G9 (Aktif Madde Kullanan Balast Suyu Yönetim Sistemleri Onay için Kılavuz) rehberlerinde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Sistemin D-2 standardına uygun olduğunun ispat edilmesi için karasal tesiste ve gemi üzerinde belirtilen testlerin yapılması gerekmektedir.

Tablo 2.6: IMO Onay Süreci (Anwar,2015)

Sistemin Tipi	**Tahliye edilen balast suyunun çevreye etkisinin onayı (GESAMP BWWG)**	**Sistemin onayı (Bayrak Devleti tarafından)**		**Tahliye edilen balast suyunun çevreye etkisinin onayı (GESAMP BWWG)**	**Bayrak Devleti tarafından Tip Onay Sertifikasının Verilmesi**
Aktif Madde Kullanan (Klor, ClO_2, Ozon vb.)	Ön onay	Karasal Test	Gemi Üzeri Denemeler	Son Onay	Tip/Onay Sertifikası
Aktif Madde Kullanmayan (Deoksijenesyon, ultrasound vb.)	Yok	Karasal Test	Gemi Üzeri Denemeler	Yok	Tip/Onay Sertifikası

Aktif madde kullanan sistemler, tip onay sertifikasını almadan önce G9 rehberinde belirtilen iki aşamalı onay sürecini (Basic Approval-Final Approval) tamamlamak zorundadırlar. Bu sürecin amacı, sistemin çevreye, insan sağlığına, kaynaklara ve bölgeye zarar vermesinin

önlenmesidir. IMO altındaki Balast Suyu Çalışma Grubu (GESAMP BWWG) bu sistemlerin inceleme ve değerlendirme süreçlerini yönetmektedir (Bilgin Güney, 2011).

Tip onay sertifikası yayınlama süreci, bayrak devleti ya da yetkilendirilmiş bir organizasyon tarafından yürütülmelidir. Tip onay sertifikası, sistemin G8 kılavuzuna göre test edildiğinin, D-2 standardını karşıladığının, çevresel testlerin ve gerekli belgelerin tam olduğunun bir kanıtıdır.

G8 kılavuzuna göre hazırlanmış bir tip onay sertifikası, cihazın performansını garanti etmez. Sertifika;

- Sistemin D-2 standardını karşılamaya devam edeceğini göstermez.
- Balast tanklarının boyaları ile uyumlu olduğunu belgelemez.
- Diğer başka standartları (Örneğin Kaliforniya) karşıladığını belgelemez.
- Klas kuruluşunun istediği standartları karşıladığını belgelemez.
- Sistemin güvenilirliğini doğrulamaz.

Eğer balast suyu yönetim sistemi aktif madde kullanıyorsa, gemi üzeri denemelerinden önce GESAMP Balast Suyu Çalışma Grubu (BWWG) tarafından verilen Ön Onay'a ihtiyacı vardır.

IMO tarafından *aktif madde*, zararlı sucul ve patojenlere karşı genel ya da özel bir etkiye sahip, virüs ve mantarlarda dahil olmak üzere her türlü madde ve organizma olarak tanımlanmıştır.

IMO onayı için gerekli test yapıları ve kuralları oldukça zor ve ticari bir kuruluş için masraflıdır. Deniz üzerinde olan test prosedürleri altı aylık bir süreyi kapsar. Kara testleri ise bölgede bulunan yerli ve taşınmış sucul organizmaların iyileştirilme etkinliğini analiz eder. Kara ve deniz testlerinin her ikisi de bayrak devleti ya da bayrak devletinin yetkilendirdiği bir kuruluş (örneğin klas kuruluşları) tarafından denetlenmektedir.

Balast suyu sistemlerinin onayını içeren G9 testleri, sistemlerin karışık ve sebep olacağı sonuçları ortaya koymaktadır. Örneğin, aktif madde olarak PERACLEAN Ocean biyosidali kullanan SEDNA BWTS, ön onayı Mart 2006, son onayı 2008 ve Haziran 2008'de Alman İdaresi'nden tip onayı alarak, IMO'dan ilk onay alan sistemlerden biridir. Ancak bu sistem, düşük sıcaklık ve tuz oranında aktif maddenin verimsizliği şüphesiyle 2010 Ocak ayında satıştan kaldırılmıştır. Aktif maddenin çözünmesi, balast suyu olarak soğuk tatlı su kullanıldığında beklenenden fazla sürmüştür. PERACLEAN Ocean'ın imalatçi firması

(Evonik Resource Efficieny GmbH), bu durumu çözebilecek testleri gerçekleştirmiş ve test sonuçlarını Japon İdaresi'ne sunmuşlardır. SEDNA BWTS'ın üreticisi ise sistemlerini tekrardan satışa sunmamışlardır. Fakat, Katayama Chemical Inc. Japan'ın ürettiği SKY SYSTEM BWTS, PERACLEAN Ocean aktif maddesini kullanmaktadır ve Evonik Resource Efficiency GmbH balast suyu ıslah sistemi pazarına AVITALIS sistemi ile de girmiştir. Bu iki sistemde IMO'nun son onayını Nisan 2014'de ve SKY SYSTEM'de G9 Tip Onay sertifikasını Ekim 2014 yılında almıştır (Anwar, 2015).

MEPC 63'de G8 tip onay süreci ve rehberliğinin zorluğu tartışılmıştır. Bu kılavuzun yetersiz olduğu yerlere dikkat çekmek üzere MEPC 64'de bazı kararlar alınmıştır. Tip onay sertifikalandırma süreci, farklı tuzluluk oranlarına sahip sularda farklı sıcaklıkların da etkilerini içeren testlerin yapılması, balast suyu içerisindeki katı maddeler ve pompalanan suyu debisi gibi konular ele alınmıştır. Şu anda yürürlükte olan G8 Kılavuzu tank boyaları hakkında herhangi bir bilgi içermemektedir. Ancak, Balast Suyu İyileştirme Teknolojileri Çalışma Grubu, şu anda yeni düzenlemelerin eklenmesine gerek olmadığını açıklamıştır. Bunun yerine, MEPC 175(58) "Balast Suyu Yönetim Sistemleri Tip Onayının Raporlanması" kararında ve BWM.2/Circ 28 nolu sirkülerde güncellemelerin yapılması kararını almıştır. Grup, üye devletlerin Şubat 2013'de BLG 17 alt komite (Bulk Liquid & Gases) toplantısında önerilerin yürürlüğe girmesini talep etmiştir.

BLG 17'de tip onay sürecinin saydamlığı, MEPC 175(58) kararına ve BWM.2/Circ 28 nolu sirkülerine önerilen eklerin kabul edilmesi ile arttırılmaya çalışılmıştır. Yapılan ekler, tip onay sertifikalandırma için gerekli belgeleri, tip onay süreci için İdare'lere gerekli kılavuzluk bilgilerini içermektedir. Revize edilen karar, MEPC 65'de kabul edilmiştir.

Bu ekler, farklı çevrelerdeki G8 Tip Onay süreci hakkındaki soru işaretlerini gidermemiştir. Denizcilik sektörünün G8 Tip onay sürecinin güvenirliği konusunda ciddi endişeleri vardır ve sektör, BWM Konvansiyonu'nun uygulanmasının önündeki en büyük engellerden birinin bu olduğuna inanmaktadır. MEPC 66/2/11 nolu belge, ICS, BIMCO, INTERTANKO, INTERCARGO ve WSC tarafından MEPC 66'ya sunulmuştur. Yapılan bu yeni düzenlemelerin Tip Onay sürecinin şeffaflığını sağlayacağı tartışılmış ve üretilen çözümlerin prosedürleri daha verimli, kullanıma uygun ve daha sıkı hale getireceği ileri sürülmüştür. Belge aynı zamanda, sadece normal koşullarda sistemin operasyonel verimliliğini ölçen tip onay sürecinin güvenilir olmaması sebebiyle, BWM sistem üreticilerinin sorumluluklarının

azaldığını öne sürmektedir. Bunu önlemek için, sistemin her koşulda verimli çalışıp çalışmadığını test edecek olan liman devleti kontrolleri ve analizleri ortaya çıkmaktadır.

MEPC 64/2/12'de önerilen değişiklikler, önemi ve yeniden gözden geçirilmeye ihtiyaç olması sebebiyle MEPC 66/2/11'de tekrardan sunulmuştur. Bu öneriler Tablo 2.7'de belirtilmiştir (Anwar, 2015).

Tablo 2.7: MEPC 62/2/17, MEPC 66/2/11 ve MEPC 67/2/26 Eki'nin Özeti (Anwar, 2015)

Konu	Mevcut G8 Klavuzu	Öngörülen sorunlar	G8 Kılavuza Önerilen Değişiklikler
Balast Suyu Tuzluluk Oranı	Test, tuzluluk oranları bakımından aralarında en az 10 PSU fark olan iki farklı test suyu kullanılarak yapılmalıdır.	Tatlı suda test yapmaktan kaçınılabilinir.	Test, tatlı, orta tuzlu ve tuzlu suda yapılmalıdır.
Su Sıcaklığı	Makine dairesindeki farklı çevre sıcaklıklarında sistemin çalışması test edilmelidir.	Operasyonel testte ya da kimyasalların farkl çevre koşullarında erimesinde suyun sıcaklığı dikkate alınmamıştır.	Testler, sistemin etkinliğinde soğuk ve tropik suların sıcaklıklarının etkisinin ölçümünü de içermelidir.
Standart Test Organizmaları	Test organizmalarının büyüklük/ölçüleri ve yoğunlukları, mevcut olan G8 Kılavuzunda belirtilmiş.	Özel test türleri belirtilmemiş. Organizmalar, balast tankında veya tahliye edildikleri ortamda canlı kalabilme yeterlilikleri kadar güçlü olmaları şart koşulmadan seçilebilirler.	Testlerde kullanılacak özel test organizmaları için standartlar olmalıdır. Böylelikle, büyük ölüm orana sahip organizmalar test için seçilmeyebilir.
Katı maddelerin gerçekçi seviyeleri	Suyun içinde test edilmesi gereken katı maddelerin oranı verilmiş.	Bu madde, bazı özel bölgelerde fazlaca kalıntının olması nedeniyle yanıltıcı sonuç verebilir ve gerçeklikten uzaklaşabilir. Örneğin limanın nehir ağzı gibi yüksek kalıntı sahip bölgede olması.	Kalıntının seviyesi, bir BWMS'in gerçekte karşılayabileceği seviyede olmalıdır. Bu durum, filtrelerin tıkanmasıyla bütün sistemin çalışmayıp bir uygunsuzluğa yol açabilir.
Balast Suyu Basım Hızı	Test edilme amacıyla, eğer üretici balast basma hızının azaltılmasının test sonucu etkilemeyeceğini matematiksel olarak gösterebilirse, test sırasında balast suyu basım hızı düşürebilir.	Test prosedürü, sistemin gerçekte kullanılacağı operasyonel şartlarda yapılmamaktadır.	Tip onay testi, ekipmanın normal koşullardaki çalışma hızında sistemin etkinliği gerçekçi bir şekilde test edecek şekilde yapılmalıdır.

2.4.2 USCG Mevzuatı

Amerika Birleşik Devleti'nin okyanus aşırı ülkelerle yaptığı ticaretin %99'u gemiler tarafından taşınmaktadır. Bu sebeple, her yıl Amerikan karasularına 80 milyon ton balast suyunun tahliye edildiği tahmin edilmektedir.

1990 yılında çıkan ve 1996 yılında güncellenen Yabancı Sucul Zararlı Organizmaları Engelleme ve Kontrol Kanunu (The Nonindigenous Aquatic Nuisance Preventation and Control Act), balast suyu ile gelen sucul istilacı türlere Amerika'nın ilk koruma silahı olmuştur.

Kongre, bu kanunu 1990 yılında Büyük Göller bölgesine (Great Lakes) zarar veren zebra musili ve diğer türlerin istilasına karşı çıkarmıştır. Kanun, dikkatleri bu istilacı türlerin küresel hareketine çekmiştir. 1990 yılında çıkan bu kanun, Büyük Göller bölgesine sefer yapan gemilerin balast sularını açık denizde değiştirmelerini istemiş ve bu durum sıkı bir şekilde kontrol edilmiştir.

Kanun 1996 yılında güncellenmiş, adı Ulusal İstilacı Türler Kanunu (National Invasive Species Act – NISA) olarak değiştirilmiştir ve kapsamı genişletilmiştir. Bu tarihten itibaren dışarıdan gelen bütün gemiler 200 mil açığa gelmeden balast sularını değiştirmeli ve değişimin yapılıp yapılmadığını rapor etmelilerdir. NISA'ya aynı zamanda gerekli araştırmaları yürütmek ve gerekirse balast suyu kanununda değişimler yapma konusunda yetkiler verilmiştir.

NISA, Eylül 2002 yılında geçerliliğini kaybetmiş ve bu durum kanunun kapsamının genişletilmesi için bir fırsat olarak görülmüştür. NISA'nın daha kapsamlı bir versiyonu Ulusal Sucul İstilacı Türler Kanunu (National Aquatic Invasive Species Act – NAISA) 2003 yılında Kongre'ye sunulmuştur ancak meclis bu kanunu oylamamıştır.

2003 ve 2004 yıllarında güncellemeleri olan NIASA 2005 yılında yeniden Birleşik Devletler Senato'suna sunulmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri, IMO Balast Suyu Konvansiyonu'na taraf devletlerden biri değildir. İki Birleşik Devletler kurumu balast suyu düzenlemeleri için sorumludur (Anwar, 2015).

- Ulusal İstilacı Türler Birliği (National Invasive Species Act)
- Temiz Sular Birliği (Clean Water Act)

IMO Balast Suyu Konvansiyonu Şubat 2004 tarihinde kabul edilmiş ve Eylül 2017 tarihinde ise yürürlüğe girmiştir. ABD, BMW Konvansiyonuna taraf olmamasına rağmen, konvansiyonun küresel deniz taşımacılığı sebebiyle oluşan sucul istilacı türlerin yayılmasını önleme adına geliştirilen bir kilometre taşı olduğunu kabul etmektedir.

Mart 2012 tarihinde, Sahil Güvenlik (Coast Guard) "ABD Sularında Tahliye Edilen Gemi Balast Sularındaki Yaşayan Organizmaların Standardı" isimli kuralı yayınlamıştır. Kural Haziran 2012 tarihinde yürürlüğe girmiş ve Sahil Güvenlik bu kurala bir ekleme yaparak, tahliye edilen balast sularında müsaade edilen organizma değerlerini belirleyen bir standart belirlemiştir. Ayrıca yine kurala BWMS'lerin onay sürecini belirten eklemeler yapmıştır. Sahil Güvenlik ile BWM Konvansiyonu'nun tahliye standartları birbirlerine benzeseler de BWM Sistemlerinin testleri ve onay süreçleri konularında farklılıklar mevcuttur. Bu farklılılarlar Tablo 2.8'de belirtilmiştir. (USCG, 2018).

Tablo 2.8: IMO ve USCG Balast Suyu Performans Standardı Karşılaştırma Tablosu (Anwar, 2015)

Organizmaların Boyutu ve Tipi	**IMO ve USCG Gerekleri**	
	IMO	**USCG**
Organizmalar ≥50μm	<10 yaşayabilir **(viable)** / m^3	<10 yaşayan **(living)** / m^3
Organizmalar ≥10μm - ≤50μm	<10 yaşayabilir **(viable)** / ml	<10 yaşayan **(living)** / ml
Organizmalar ≤10 μm	N/A	N/A
Zehirli vibrio kolera (O1 ve O139 nesli)	<1 cfu/100ml ya da <1 cfu/1 gram (Islak ağırlık) (zooplankton örneği)	<1 cfu/100ml ya da <1 cfu/1 gram (Islak ağırlık) (zooplankton örneği)
Koli basili (Escherichia coli)	<250 cfu/100ml	<250 cfu/100ml
Bağırsak Enterokokları (Intestinal enterococci)	<100 cfu/100ml	<100 cfu/100ml

Görüldüğü üzere IMO konvansiyonunda balast suyu standardında yaşayabilir (viable) terimi kullanılmıştır. IMO G8 kılavuzunda sistemlerin onayı için kullanılan bu tabir organizmaların ölü olması anlamına gelmektedir. Bu yüzden ABD, yaşayamaz tabirini "ölü" olarak ele almıştır.

USCG gereklerine göre belirlenen balast suyu standardında ise yaşayabilir (viable) yerine yaşayan (living) terimi kullanılmış ve USCG tip onay süreci, bahsedilen hacim yada ağırlıktaki yaşayan (living) organizmaları belirlemek için test prosedürleri geliştirilmiştir. Günümüz modern teknolojilileri, test sırasında kullanılan ekipmanların ölü/yaşayan ayrımını

yüksek doğruluk oranında ölçebildiğini görmekteyiz. USCG 2012 son kanunu, EPA çevresel teknolojileri protokolleri ölü/yaşayan ayrımını, organizmaların enzim hareketlerini ve parçalanma miktarlarını ölçerek yapmaktadırlar.

2009 yılında USCG'ın balast suyu standardı kuralını önerdiği dönemlerde, bazı eleştirmenler, tabirin IMO konvansiyonu ile aynı olmasının daha uygun olacağını öne sürmüşler ancak USCG bir organizmanın yaşayabilir (viable) durumunu ölçmenin bir çok teknik zorluğu olduğunu belirterek bu öneriyi ret etmiştir.

G8 kılavuzunda, ölü/diri değerlendirmesini göz önüne alınmasını belirten bir ifade olmasına rağmen, bazı bayrak devletleri BWMS'lerin onay sürecinde organizmaların yaşayabilir durumlarını test ederken, tekrardan üreyebilme kabiliyetlerini de değerlendirmeye almışlardır.

Teorik olarak, organizmaların ıslah edildikten sonra tekrardan üreme yeteneklerinin ölçülmesi için, balast suyu bir test tüpüne alındıktan sonra, test edilecek özel türü tüpün içinde ıslah edip gelişimini izlemek gerekir. Ancak bu durum bir dizi teknik zorluğu beraberinde getirir. En önemlisi testin bütün organizmalar için değil sadece seçilen tür için yapılmasıdır. Diğer bir sorun ise, organizmanın laboratuvar ortamında üremesinin sürekli olarak nasıl teşvik edileceğidir. Birçok organizma laboratuvar ortamında üremez iken doğal koşullarında üreyebilmektedir. Son olarak, organizmaların ne kadar süre cansız kalacağı bilinememektedir. UV sistemler tarafından öldürülen bazı organizmaların zaman geçtikçe verilen hasarı onarıp tekrardan üreyebilme yeteneklerini kazandığı görülmüştür.

Bazı idareler ölü/diri yargılaması yapmaktan ziyade, organizmaların yaşayabilirliğinin ölçülmesinde başvurulan MPN (Most Probable Number) metodunu kullanan UV sistemlerine tip onay vermişlerdir. Yukarıda bahsedilen yaşayabilirliğin ölçülmesinde karşılaşılan bütün teknik zorluklar nedeniyle USCG tip onay sürecinde MPN metoduna hiçbir şekilde başvurmamakta ve organizmaların enzimsel aktivitelerine kontrol eden ve bu şekilde ölü/yaşayan ayrımı yapan FDA/CMFDA + hareketlilik testini uygulamaktadır. Bu nedenle, MPN metodu testlerine bağlı olarak organizmaların üremesi üzerine çalışmış ve onay almış üreticiler, organizmaların üremesini kontrol etmeyen FDA/CMFDA metodunu kullanan USCG onayını alamamaktadır.

MPN metodunu kullanan ve bu yöntemin etkinliğini göstermek isteyen bazı üretici firmalar USCG'a bu taleplerini iletmişlerdir (Knox, 2015).

4 Aralık 2018 tarihinde Başkan Trump tarafından VIDA (Vessel Incidental Discharge Act) isimli kanun imzalanmış ve "yaşayan" tabiri "üremeyen" olarak da ele alınacağı, dolayısıyla üreme testi için de MPN yönteminin kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle tip onay sürecinde MPN yöntemi kullanarak testi geçmiş cihazlar USCG onay sürecinde de MPN testine tabi olacaklardır (Trojan, 2018).

Haziran 2012 yılında yürürlüğe giren yasa, ABD sahil hattının 12 mil sınırına giren ve balast tanklarına sahip olan bütün gemileri kapsamaktadır. Bu nedenle en yakın karadan 12 mil uzakta tahliye edilen balast suları bu yasa kapsamında değildir.

Balast tankı, gemi planlarında ismi ne olursa olsun, geminin trim, draft ve stabilitesi için kullanılan tankların tamamına verilen isimdir.

Bu yasadan aşağıda belirtilmiş şartları sağlayan gemiler muaftır;

- Açık denizde seyir yapmayan,
- 1600 GRT ya da 3000 ITC'den küçük ve EEZ dışına çıkmayıp açık denizde seyir yapan,
- Sadece 1 COTP bölgesinde çalışan gemiler.

Bir geminin ABD standartlarını karşılaması için herhangi bir BWMS kurmasına gerek yoktur. Yasa, bu standartları karşılamak için farklı seçenekler de sunmuştur.

- Balast suyunu ABD karasularında denize basmayıp gemide tutabilir,
- USCG onaylı bir BWMS kullanabilir,
- Balast suyunu sahil alım tesisine ya da bu iş için dizayn edilmiş başka bir gemiye basabilir,
- ABD şehir suyunu ya da içme suyu kullanabilir.

Yukarıdaki opsiyonlara ek olarak iki adet geçici seçenek mevcuttur.

- AMS (Alternate Management System) kullanabilir,
- USCG'dan bir uzatma talep edebilir (USCG, 2017).

AMS, yabancı bir idare tarafından onaylanmış balast suyu yönetim sistemidir. USCG geminin uzatma süresinin bitiminden itibaren 5 yıl boyunca geminin balast tahliyesinde AMS kullanılmasına müsaade etmiştir. Ancak 5 yıllık sürenin bitiminden sonra, aynı sistemin

kullanılmaya devam edebilmesi için üretici firmanın bu 5 yıllık süre içinde USCG tip onayı alması gerekmektedir. Fakat bilinmelidir ki,

- AMS kabulü, sistemin USCG tip onayı alacağının bir garantisi değildir.
- AMS kabulü, USCG tip onayı alınmasına herhangi bir katkı sağlamaz.
- AMS kabulü, USCG tip onayı için herhangi bir ön koşul değildir (Anwar, 2015).

USCG'ın AMS olarak onayladığı sistemlerin tam listesine http://homeport.uscg.mil adresinden ulaşılabilir. Listeye erişmek için açılan sayfanın solundaki kısımdan "Enviromental" seçilir. Sonrasında "Ballast Water Management Program" sekmesi altında "Alternate Management System" bulunur (World Shipping Council, 2018).

USCG'ın son kuralına göre gemilerin balast suyu performans standardını uygulama süreleri de IMO'dan farklılık göstermektedir. İlgili zaman çizelgesi Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9: USCG son kuralına göre BWMS için uygulanacak zaman çizelgesi (USCG, 2017)

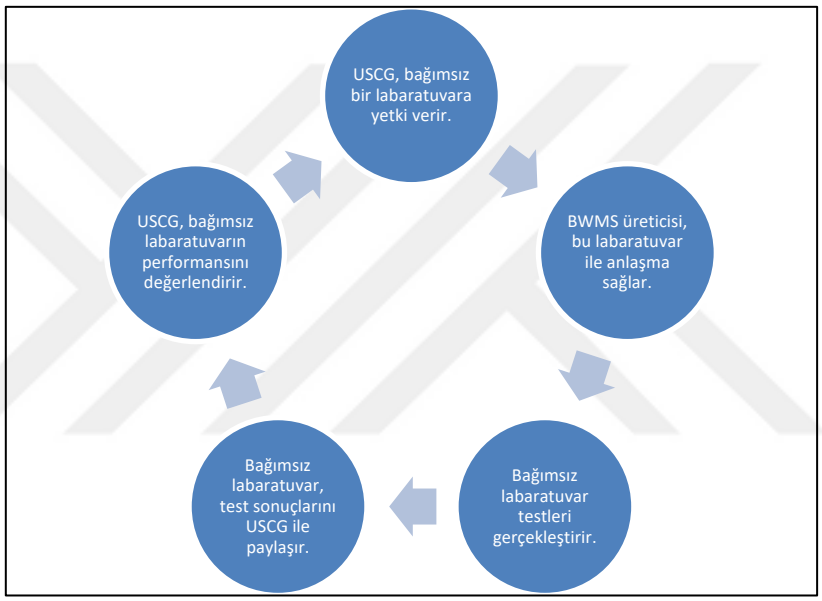
<table>
<tr><td>Yeni gemiler (Omurganın koyulduğu tarih: 1 Aralık 2013 ve sonrası)</td><td colspan="2">Teslimde</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Eski gemiler (Omurganın koyulduğu tarih 1 Aralık 2013 öncesi)</td><td>Balast suyu kapasitesi <1500m^3</td><td>1 Ocak 2016 tarihinden sonraki ilk planlanmış havuzlama</td></tr>
<tr><td>Balast suyu kapasitesi 1500m^3 – 5000m^3</td><td>1 Ocak 2014 tarihinden sonraki ilk planlanmış havuzlama</td></tr>
<tr><td>Balast suyu kapasitesi >5000m^3</td><td>1 Ocak 2016 tarihinden sonraki ilk planlanmış havuzlama</td></tr>
</table>

Su altı surveyi (UWS), su içi surveyi (IWS) ya da acil havuzlamalar, zaman sayımının başlamasına neden olmaz (USCG, 2017).

2.4.3 IMO G8 Kılavuzu ve USCG Tip Onay Test Prosedürü Farkları

Deniz Çevre Koruma Komitesi'nin 10 Ekim 2008 tarihinde aldığı kararla (MEPC.174(58)) Balast Suyu Yönetim Sistemleri Onay Kılavuzunu (G8) yayınlamıştır. Bu kılavuz, idarelere ya da idarelerin yetki verdiği kuruluşlara BWMS'lerin konvansiyonun D-2 standardına uygunluğunu test edip, onaylama sürecinde rehberlik etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, bu

kılavuz üretici ya da gemi sahipleri için de bir rehber görevi görmektedir (MPEC, 2008). Aynı amaçla yayınlanmış USCG Tip Onay Kılavuzu ile IMO G8 kılavuzu arasında standartların nasıl uygulanacağı ve yorumlanacağı konularında farklılar mevcuttur. G8 kılavuzu ve USCG kılavuzu benzer test gereklerine sahip olsalar da, G8 kılavuzu değerlendirmeyi idarelere bırakmıştır. Bu, sistem testlerinin değerlendirilmesinde uyumsuzluklar yaratmıştır. USCG, AMS başvuruları değerlendirme aşamasında farklı sonuçlarla karşılaşmıştır. USCG, onaylanmış bağımsız laboratuvarların sonuçlarına dayanan değerlendirmelere göre tip onay sürecine devam etmektedir ve şu anda beş onaylanmış laboratuvar mevcuttur. Şekil 2.6'da onaylanmış bir laboratuvar ile USCG'ın iletişim döngüsü verilmiştir.



Şekil 2.6: USCG ve bağımsız test laboratuvar döngüsü (USCG,2017)

USCG ve IMO konvansiyonu kılavuzu arasında;

1. Tahliye standardı
2. Gemi üzeri testler
3. Bekleme süresi
4. Parça / çevre testi olmak üzere dört fark mevcuttur.

Gemi üzeri testler, sistemin gerçek koşullar altında performansını gözlemlemek ve üretici kullanım kılavuzlarında belirtilen operasyonel ve bakım parametrelerini doğrulamak için tip onay sürecinde yapılmaktadır.

Her iki standartta en az 6 aylık gemi üzeri test süresi istemesine rağmen, G8 kılavuzu sıralı üç başarılı test döngüsünü yeterli görürken, USCG beş tane istemektedir. Ek olarak USCG, testin

gemi personeli tarafından yapılmasını talep ederken G8 kılavuzunda bu konu hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Bağımsız laboratuvar testleri, bazı sistemlerin üç başarılı test döngüsünü geçtiği halde, dördüncü ya da beşinci döngüde kaldığını göstermiştir (USCG, 2017).

G8 kılavuzunda (MEPC, 2008) bir gemi üzeri test döngüsünün;

1. Geminin balast alması,
2. Balast suyunun gemi üzerinde tutulması,
3. Cihazın normal koşullarda kullanılacağı akış hızı ile balast alınırken balastın ıslahının yapılması,
4. Balast suyunun gemiden basılması işlemlerini içerdiğini belirtmiştir.

Ayrıca G8 kılavuzu 2.2.2.5 sekmesinde geçerli test döngüsünü, sözleşmenin D-2.1 maddesinde belirtilen organizma sayısından 10 kat fazla sayıya sahip olan balast suyunun hem kontrol tankına hem de balast tankına alınıp ıslah edilmesini, basma esnasında ise suyun içindeki yaşayabilen organizmaların sayısının D-2 standardında belirtilen limitleri aşmadığı görülen döngüyü belirtmektedir.

Sözleşmenin D-2.1 maddesinde belirtilen organizma miktarı, zehirli vibrio kolera (O1 ve O139) için belirtilen değerlerdir.

G8 kılavuzu ve USCG tip onay kılavuzu arasındaki diğer bir fark da bekleme süresidir. Bekleme süresi, tahliye ve örnek alımından önce, tanka alınan balast suyunun tankta en az durması gereken zamanı ifade eder. Bu test parametresi, sistemin organizma üremesi konusundaki etkinliğini ölçmeye yaramaktadır. Genellikle sistemlerde balast suyu alınırken ıslah edildiği için, eğer bir organizma hayatta kalmış ise, tankta tekrardan üreyebilir. Bekleme süresi, bu üremenin olması durumunda sistemin D-2 standardını karşılayıp karşılamadığını gösterecektir. IMO standardında sahil testlerinde bu süre beş gün iken, USCG bu süreyi 24 saat olarak belirlemiştir.

Bağımsız laboratuvarlar, şu ana kadar herhangi bir uyumsuzlukla karşılaşmamış olsalar da her iki standardı da test edebilecek bir test programı üzerinde çalışmaktadırlar. Bazı sistemler, tanktaki bekleme süresini, ıslah için anahtar bir faktör olarak kullanmaktadırlar. Eğer böyle bir sistem USCG tip onayını almak istiyorsa, ek testler uygulayıp sistemlerini geliştirmelilerdir.

Parça ve çevre testi de iki kılavuz arasındaki farklardan bir tanesidir. Parça ve çevre testi, cihazın deniz koşullarındaki uzun süreli performansını belirlemek için elektrik ve elektronik parçalarının dayanıklılık testlerini içerir. G8 kılavuzu bu testi çevre testi olarak ele alsa da USCG bu testi parça testi olarak adlandırmaktadır. Buradaki ana fark, vibrasyon dayanıklılık için gerekli en az sürenin G8 kılavuzunda iki saat olup USCG'da dört saat olmasıdır. Bağımsız laboratuar çalışmaları göstermiştir ki, bazı sistemler iki saatlik vibrasyon testini geçerken dört saatlik testi geçememektedir. Bu durum, üreticileri cihaz dizaynlarında değişiklik yapmaya yöneltmektedir. Tablo 2.10'da G8 ve USCG kılavuzlarının farkları gösterilmiştir (USCG, 2017).

Tablo 2.10: G8 ve USCG Kılavuzları Teknik Farkları (USCG, 2017)

	IMO G8	**USCG**
Tahliye Standardı	<10 yaşayabilir **(viable)** / m^3	<10 yaşayan **(living)** / m^3
Gemi Üzeri Testler	3 test döngüsü	5 test döngüsü
Bekleme Süresi	>5 gün	>24 saat
Parça / Çevre Testi	2 saat dayanıklılık testi	4 saat dayanıklılık testi

Ayrıca USCG'ın BMWS'de aktif madde kullanan sistemleri, kullanılan aktif madde EPA (Environmental Protection Agency) tarafından kabul edilmedikçe onaylamayacağını belirtmek gerekir (USCG, 2017).

2.5 D-2 STANDARTI İÇİN GÜNÜMÜZDEKİ BALAST SUYU ARITMA TEKNOLOJİLERİ

Günümüzde balast suyu arıtması için dünya pazarında bir çok teknoloji mevcuttur. Ancak ıslah edeceğiniz sucul organizmalara yönelik bir teknoloji seçimi çok önemlidir. Örneğin, büyük boyuttaki organizmaların balast tanklarına alımını önlemek için bir filtre sistemi önerilirken, mikroskobik boyuttaki organizmaları engellemek için kimyasal ya da fiziksel bir arıtma sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat tek yöntemi kullanan bir sistem, gemi gibi farklı koşullarda çalışacak ortamlar için uygun olmayabilir. Bu yüzden birçok BWTS, filtreleme ile birlikte seçilen başka bir yöntemi kullanmaktadır. Böylelikle her aşama farklı türleri hedef almaktadır.

BWTS seçilirken, geminin balast tanklarının paslanmaya oldukça müsait bir ortam olduğu ve BWTS'in paslanmayı teşvik edici bir ortam hazırlamadığına emin olunması gerekir.

Eski bir gemiye BWTS montajı (retrofit), konulacak alanın kısıtlı olması, işçiliğin artması gibi sebeplerden ötürü maalesef yeni inşa montajdan daha karmaşık ve masraflı bir operasyondur. Bu hususta, gemi sahipleri bazı firmalardan danışmanlık hizmeti satın almaktadır.

BWTS kurulumdan önce aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulması gerekir

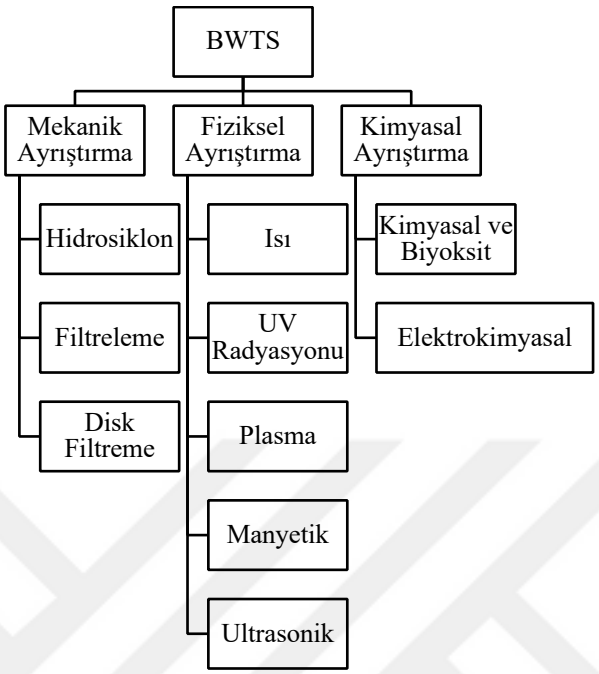
- BWTS'in tipi,
- BWTS'in büyüklüğü,
- Operasyon ve servis için yeterli alan olup olmadığı,
- Kontrol, görüntü ve kumanda konsollarının yerleri,
- Balast pompaları ve kinistinlerin yerleri,
- Geminin üzerinde yol varken oluşacak titreşim ve ek yükler,
- Sistemin kapasitesi,
- Devrelerden kaynaklanan basınç düşüşü,
- Deniz suyuna dayanıklı materyalden yapılıp yapılmadığı,
- Eğer kullanıyorsa, ek kimyasallar için depolama alanı.

Elektrik ve elektronik parçalarda aşağıdaki faktörler gön önüne alınarak seçilmelidir.

- Yüksek nem,
- Titreşim,
- Tuzlu su ve hava,
- Değişken sıcaklıklar,
- Elektrik motorlarından kaynaklanan değişken titreşim,
- Eğer gemi tanker ise ex-proof olma şartı.

Yetmiş bine yakın gemiye BWTS kurulumu yapılacağı öngörülüyor ve bu gemilerin sadece birkaçı yeni inşa gemilerdir. Bu gemilere kurulacak BWTS'in uygulama tarih çizelgesi daha önce verilmişti. Bazı firmalar BWTS seçim, ön hazırlanma, survey, kurulum, eğitim ve belgelendirme ile ilgili danışmanlık sağlamaktadırlar. Bu firmalar daha çok gemi servis, tamir onarım hizmetleri sunan gemi makinaları işletme mühendisliği ve gemi inşa mühendislik firmalarıdır. Böyle bir firmanın armatörün seçimi aşamasından önce sürece dahil olması

denizcilik firmalarına katkı sağlamaktadır. Bütün süreç bir buçuk yıl gibi bir süreyi almaktadır (Anwar, 2015).



Şekil 2.7: Günümüzde kullanılan BWTS teknolojileri

Günümüzde farklı BWMS'ler mevcut olmakla beraber, bu teknolojiler Şekil 2.7'de gösterildiği gibi mekanik, fiziksel ve kimyasal olarak üç ana kategoride toplanabilir.

2.5.1 Mekanik Ayrıştırma

Mekanik ayrıştırma filtreleme, siklonik ayrıştırma ve elektro-mekanik ayrıştırma gibi yöntemlerle yapılabilir. Mekanik ayrıştırma genel olarak sadece balast alımı sırasında gerçekleşip seyirin uzunluğundan etkilenmez.

Ekran ve disk filtreleme, organizma ve sediment miktarını düşürmek için balast suyu alımında kullanılabilir. Filtrelerin gözenek boyutları değişkenlik gösterir ve gözeneklerin boyutları ufaldıkça balast alımı sırasında suyun filtrelenme oranı artar. D-2 standardının karşılanması için günümüz BWTS'leri 50 μm ya da daha ufak ölçülü gözenekleri olan filtreler kullanmaktadır.

Çoğu filtre, ters yıkama kullanarak kendilerini temizlemektedir. Bu kirli su ise geminin basım devresine bağlı olup overboard üzerinden denize geri gönderilmektedir. Filtrenin kendi direnciyle beraber, ters yıkama da ters bir basınç sağlayacak ve akış hızını olumsuz yönde

etkileyecektir. (IMO, 2017) Ancak disk tipi filtrenin daha az geri yıkama kullanması nedeniyle, perde tipi filtrelerden daha avantajlıdır (Bilgin Güney, 2011).

Siklonik ayrıştırma, sudan katı cisimleri ayrıştırmak için merkezkaç kuvvetinden yararlanır. Fakat, bu yöntem sadece özgül ağırlığı sudan fazla olan parçacıklar için etkilidir. Elektro-mekanik ayrıştırma, organizma ve sedimente yapışan bir enjeksiyon sistemi ile çalışır. Katı parçacıklar sonrasında manyetik ayrıştırma ya da filtreleme ile sudan ayrılabilir.

Mekanik ayrıştırma genellikle kimyasal ve/veya fiziksel ayrıştırma metotları ile beraber kullanılmaktadır.

Mekanik ayrıştırmanın kısıtlamaları;

- Mekanik ayrıştırma suda çözünemeyen materyaller için etkilidir.
- Hidrosiklon yönteminin kullanıldığı durumlarda, yoğunluğu sudan az olan materyallerin sudan ayrıştırılması sadece bu yöntemle yapılamaz.
- Bakterilerin, virüslerin ve planktonların boyutları çok ufak olduğu ve suda askıda kaldıkları için, bu organizmaların azaltılmasında etkili değildir.

Avantajları ise;

- Mekanik ayrıştırma, büyük organizmaları ve sayıca en fazla şüpheli organizmayı ayırabilir.
- Yaşayan organizmalara sistemin içerisinden geçerken zarar vererek sayılarının azalmasına neden olur.
- Suyun bulanıklık oranının düşmesini sağlar.
- Sistemin montajı kolay ve ekonomiktir.
- Balast tankına sediment alımını engeller.
- Gemilerin pompalama kapasitelerine çok az bir düşüşe neden olur.

FineBallast MF BMWS, sadece filtreleme yöntemini kullanan sistemlerinin bir örneğidir (Anwar, 2015).

2.5.2 Fiziksel Ayrıştırma

Fiziksel ayrıştırma ısı, UV, de-oksidasyon (oksijensizleştirme), kavitasyon ya da ultrasound yöntemleri kapsamaktadır.

2.5.2.1 Isı ile Arıtma

Isı yöntemi ile gemide başka kaynaklardan oluşan ısı kullanılabilir. Bu ısı makine soğutma sistemlerinden, kazanlardan, bacadan vb. elde edilebilir. Ancak bu sistemler çalışmadığı zamanlarda ısının oluşması için ayrı bir ısı jeneratörüne ihtiyaç duyulacaktır. Birçok sucul organizma, suyun 40-45°C'lerde olması bu değerlerde muhafaza edilmesi halinde ölmektedir. Bu skalanın en alt değerinde uzun süre beklenilmesi, en üst değerinde kısa süre beklenilmesinden daha etkilidir.

Isı yönteminin kısıtlamaları;

- Gemiden oluşan ve boşa gidecek ısı kullanılsa dahi sistem için yüksek enerji kullanımı gerekecektir.
- Gemi bünyesi yüksek sıcaklığa maruz kalıp genleşme yaşayacak. Genleşme-soğuma da geminin çelik bünyesine zarar verecektir.
- Balast suyunun ısıtılması sistemdeki korozyon miktarını arttırabilir ve alglerin daha fazla üremesine neden olabilir.
- Bazı kısa seferlerde balast tankların sıcaklık seviyesi istenilen değere yükseltilemeyebilir ya da istenen aralıkta tutulamayabilir.
- Eğer alınan balast suyunun ya da ortamın sıcaklığı çok düşük ise sistem, sıcaklığı istenen seviyeye yükseltemeyebilir ya da yükseltmek için fazla miktarda enerjiye ihtiyaç duyabilir. Bu durum tropik bölgelerde çalışan gemiler için sorun olmayacaktır.
- Balast tahliyesinde, tahliye edilen su ortamdaki sıcaklıktan yüksek olduğu için ekosistemde bulunan canlılara zarar verebilir.
- Eğer suyun sıcaklığını arttırmak için ek jeneratöre ihtiyaç duyulursa, devreye alınan sistem de yakıt yakacağı için fazladan bir hava kirliliğine neden olur. Örneğin balast suyunu 5°C'den 45°C'ye çıkarmak için gerekli enerjiyi yaklaşık 1,8 m^3 yakıttan elde etmekteyiz.
- Ara ara sistemin açılıp temizlemesi gerekir.

Avantajları;

- Isı yöntemi, gemide herhangi bir kimyasalın bulundurulmasına gerek duymaz.
- Çevreye herhangi bir kimyasalın verilme kaygısı yoktur.
- Sistem, boşa gidecek ısı enerjisini kullanabilir.

- Gemi makine personeli zaten benzer ekipmanlara çok hakim olduklarından dolayı tamir ve onarım için özel bir eğitime ihtiyaç duymazlar (Anwar, 2015).

2.5.2.2 Ultraviole Radyason Teknolojisi

UV yöntemi, phytoplankton, zooplankton, insancıl patojenler ve bakteriler gibi organizmalara zarar vererek ya da öldürerek bu organizmaların üremesine engel olmak için kullanılmaktadır. Sistemin etkinliği, suyun bulanıklığı ve iletkenliğine bağlıdır. UV yöntemini kullanan birçok BWMS, mekanik ayrıştırma sistemleri ile iştiraklenmiştir. Ayrıca UV ayrıştırma yöntemi genellikle balast alım ve basımında kullanılmaktadır. UV sistemi, balast suyu ıslahında iki şekilde kullanılmaktadır.

1. UV ışını organizmaların DNA'larına doğrudan zarar vermekte ve onların tekrardan üremesini engellemekte. Bu şekilde sadece UV ışını kullanan sistemler IMO G8 Kılavuzuna tabidirler.
2. UV ışını, kısa süreli ve güçlü reaktif bir madde üretip organizmaları öldürür. İleri Oksidasyon Teknolojisini (Advanced Oxidation Technology-AOT) kullanan sistemler, sudaki zararlı organizmaları yok etmek için gerekli olan orta seviyede oksidasyonu UV ışığını kullanarak elde ederler. Elde edilen aktif madde çabucak yok olur ve bu sistemler G9 Kılavuzuna tabidirler.

UV yönteminin kısıtlamaları;

- Balast suyunun daha etkili bir şekilde arıtılması için ek sisteme ihtiyaç duyulmaktadır.
- Islah edilen balast suyunun UV ışığını iyi geçirecek özellikte olmalıdır. Yüksek bulanıklığa sahip bir suda UV'nin etkisi azaltacaktır.
- Suyun içinde bulunan bazı antioksidanlar, zararlı sucul organizmaların öldürmesine engel olabilir. Yüksek miktarda kullanılan kimyasal oksidanlar aynı etkiyi gösterebilir.
- Islah edilecek suyun içinde serbest halde bulunan ağır metal iyonları (10 mg/l'den az) yağ ya da gres UV lambalarının ya da kristallerin bozulmasına neden olabilir.
- UV ışığı elde etmek için yüksek miktarda enerji gerekir.
- Eğer sistem okside olan kimyasallar kullanıyor ise, bunların gemide bulundurulması ve emniyete alınması gerekir.

Avantajları;

- UV sistemi, otomatik olarak devreye girip kullanıcının özel dikkatine gerek duymaz.

- UV sistemi korozyona uğramaz.
- UV sistemi çalışması için, zararlı materyallerin, kimyasalların ikmallenmesine gerek duymaz.
- UV sisteminde doz aşımı gibi bir durum söz konusu değildir.
- Organizmaların UV sistemine karşı direnç geliştirdiği görülmemiştir.
- UV, suyun seyreltilmesine gerek duymaz.
- UV, yan etkisi olmayan %100 güvenli bir sistemdir. (Anwar, 2015)

2.5.2.3 Deoksijenasyon Teknolojisi

Balast suyunun içindeki çözülmüş oksijenin ayrıştırılması ile oksijene ihtiyaç duyan organizmaların etkilenmesini sağlayarak suyu ıslah etmeye de-oksijenerasyon denilmektedir. Oksijen, inert gazlarla (genellikle nitrojen) atılmaktadır. Korozyonu engellemenin yanında inert gaz kullanımı, kimyasal yöntemlerle etkilenmeyen organizmalar için kullanılmaktadır. De-oksijenarasyon sistemi, uzun tank bekleme süresine ihtiyaç duyduğu için kısa seferler yapan gemilerde kullanılması pek uygun değildir.(IMO, 2017) Bu yöntemde balast suyu tanka alındıktan sonra, motorin ya da fuel oili yakan inert gaz jeneratöründe üretilen inert gaz tanka basılarak suyun içindeki oksijenin dışarı atılması sağlanmaktadır. Deniz suyunun %35 oranında tuzluluk ve 25°C su sıcaklığında içinde çözülen oksijenin çözünme oranı 6,8 mg/l'dir. Bu değer 2,9 mg/l'nin altına düştüğüne su hipoksik olup birçok organizma sadece birkaç gün yaşayabilmektedir (Bilgin Güney, 2011).

Kısıtlamaları;

- Nitrojen ya da inert gazın üretilmesi için komplex ekipmanlara/jeneratörlere ihtiyaç vardır.

Avantajları;

- Nitrojen ya da inert jeneratöründe hareket eden sadece birkaç parça vardır.
- Bu yöntemi kullanan bir sistem balast suyunun tuzluluk oranı, bulanıklığı, organik maddeleri ihtiva edip etmemesi, sıcaklığı ya da balast suyunun basım debisi gibi faktörlerde etkilenmez.
- Balast tanklarındaki paslanmayı oksijeni dışarı attığı için engeller.
- Herhangi bir kimyasalın gemide bulundurulmasına ya da zehirli bir maddenin tahliye edilmesine gerek olmaz.

- Özellikle tanker tipi gemilerde çalışan gemi makine personeli zaten benzer ekipmanlara çok hakim olduklarından dolayı tamir ve onarım için özel bir eğitime ihtiyaç duymazlar.

Venturi Oxgyen Stripping (VOS), Coldharbour GLD, Bawat BWTS ve NiBallast BVMW bu sistemi kullanan markalardan birkaçıdır (Anwar, 2015).

2.5.2.4 Ultrasonic ve Hidrodinamik Kavitasyon Teknolojisi

Denizcilik için kavitasyon olumsuz ve engellenmesi gereken bir durumdur. Fakat, kontrol edilirse, kavitasyon organizmaların zarlarına hasar vererek tahliye edildikleri ortamlarda yaşamalarına ve üremelerine engel olabilir. Hidrodinamik kuvvetlerin ve ultrasonik salınımların materyallerin, çevrenin ve hatta insan vücudunun üzerindeki muhtemel etkileri hususuna dikkat edilmesi gereklidir (IMO, 2017).

2.5.3 Kimyasal Ayrıştırma

Balast suyu kimyasallarla, aktif maddelerle veya elektro-kimyasal yöntemlerle ıslah edilebilir. Aktif madde kullanılmasında dikkatli olunmalıdır. Çünkü aktif madde, suyun içindeki yaşayan organizmaları öldürdüğü gibi insan sağlığına da zarar verebilir. Genellikle aktif madde olarak sodyum hipoklorit, ozon ve hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Sodyum hipoklorit, yeterli tuzluluk oranına sahip sularda elektroliz yöntemini kullanarak gemide de elde edilebilir. Aktif madde, balast suyu ortama tahliye edilmeden önce nötrleşmeli ya da etkisi kaybetmelidir. Aktif maddenin ve nötrleştirme maddesinin (eğer varsa) oranları, BWMS'in tip onay sertifikasında belirtilmelidir.

Elektro kimyasal olarak suyun ıslah edilmesinde suyun tamamı elektroliz ile ıslah edilebilirken, suyun bir kısmı elektroliz edilerek dezenfektan (genellikle sodyum hipoklorite) üretilmekte, üretilen bu madde kullanılarak su ıslah edilmektedir (Bilgin Güney, 2011).

Klas kuruluşları, kimyasal ıslahı kullanan ve/veya tehlikeli gazları ortaya çıkaran BMWS'ler için sıkı kurulum kılavuzları ve kuralları ortaya koymuşlardır (IMO, 2017).

Kısıtlamaları;

- Kimyasalların insanlar ve tahliye edildiği çevre üzerinde zehirli etkileri vardır.
- Kimyasalların insanların üzerinde yakıcı etkileri vardır.
- Kimyasallar, geminin metal gövdesinde zamanla aşınmaya neden olur.
- Farklı seviyelerdeki zehirli kimyasallar birbiri ile reaksiyona girebilirler.

- İstenmeyen gazlar ortaya çıkabilir.

Avantajları;

- Uygulamanın kolay olması. Geminin balast pompası kapasitesine uygun olarak balast devresine eklenmiş ve basım konsantrasyonu belirlenmiş bir besleme pompası ile sistem kolaylıkla kurulabilir.
- Bakım maliyetleri çok azdır.
- Kimyasalların çoğunun kullanımları test edilmiş ve etkili oldukları belirlenmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Çalışmada armatör firmalarının BWTS tercihlerinde göz önünde bulundurdukları kriterlerin belirlenlenmesi için Ek 5'de verilmiş anket çalışması yapılmıştır.

BWTS için farklı yöntemler bulunmasına karşın piyasada armatör firmaların tercih edebileceği ve piyasaya hakim olan beş tane yöntem (UV, kimyasal enjeksiyon, elektrokimyasal tam-kısmi, inert gaz) bulunmakta olup seçim kriterlerinin birbirlerine göre ağırlıklarının bulunması amacı ile AHP yöntemi kullanılmaktadır.

Armatör firmaların sahip oldukları gemilerin pompa kapasiteleri, tonajları ve sefer bölgeleri birbirlerinden farklılık göstermektedir. Gemilerin büyüklükleri taşıma kapasitesini belirten deadweight tonu ile gösterilmekte olup balast tankları ve balast pompalarının kapasitelerini de gemilerin deadweight tonajı belirlemektedir. Gemi büyüklüğünün sefer bölgesi üzerinde karar verici etkisi olduğu için çalışmada firmalar 6000 DWT üstü ve altı olarak iki farklı başlık altında incelenmektedir.

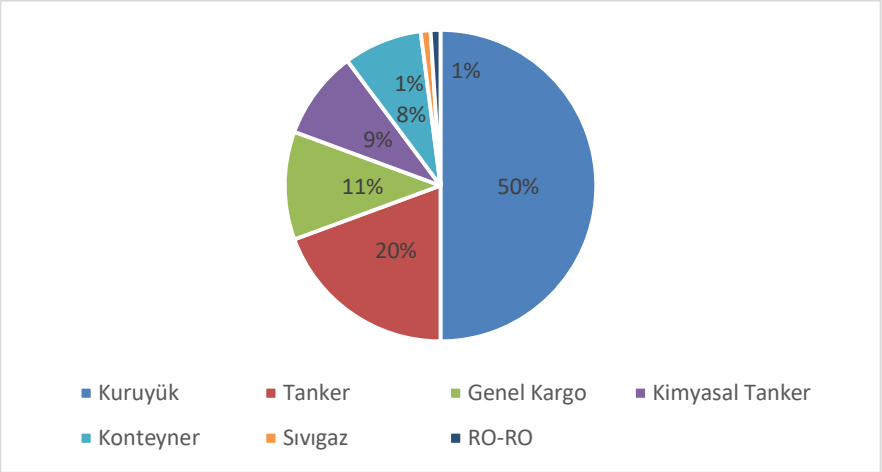
3.1 TÜRK DENİZ TİCARET FİLOSU

Türk armatörleri 1 Ocak 2017 itibari ile DTO verilerine göre 1000 GRT üzeri 567 adet gemiye sahiptir. Temmuz 2016 verilerine göre ise 984 adet yabancı bayraklı gemiye sahiptir.

Tablo 3.1: Tonaj ve yaşa göre milli bayrak taşıyan gemi adedi (Türk Armatörler Birliği, 2017)

Tonaj (GRT)	**0-9 Yaş (Adet)**	**10-19 Yaş (Adet)**	**20-29 Yaş (Adet)**	**30+ Yaş (Adet)**	**Toplam (Adet)**
150-1499	26	13	16	41	96
1500-5999	21	51	46	104	222
6000-9999	17	20	17	21	75
10000-34999	42	35	12	19	108
35000-52999	3	15	4	0	22
53000-79999	23	5	1	0	29
80000-119999	6	0	0	0	6
120000+	5	4	0	0	9
Genel Toplam	**143**	**143**	**96**	**185**	**567**

Türk Armatörler Birliği'nin (2018) hazırladığı Deniz Taşımacılığını Gözden Geçirme Raporu'nda Türk kontrollü 300 GRT üzeri gemi tonajını 28.611.000 ton olarak açıklamıştır. Bu tonajın gemi tiplerine göre dağılımını aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.1: Türk kontrollü gemilerin tonaj ve gemi tipine göre oranları (Türk Armatörler Birliği, 2018)

2018 yılı raporunda gemi tonaj ve tiplerine dağılım Tablo 3.2 ve 3.3'de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.2: 2018 yılı Türk kontrollü kuru yük ticaret filosu (Türk Armatörler Birliği, 2018)

Gemi Tipi	Toplam DWT	Adet
Capesize	1.616.752	9 adet
Supramax	4.686.892	86 adet
Panamax	4.523.355	61 adet
Handysize	2.389.864	77 adet
Küçük Tonaj	494.743	36 adet

Tablo 3.3: 2018 yılı Türk kontrollü tanker ticaret filosu (Türk Armatörler Birliği, 2018)

Gemi Tipi	Toplam DWT	Adet
Suezmax	3.286.125	21 adet
Aframax	1.580.089	14 adet
Handysize	1.897.310	83 adet
Küçük Tonaj	1.196.397	210 adet

Sayılar, armatörü Türk olup yabancı bayraklı gemileri olan armatörleri de kapsamaktadır. Raporda ayrıca Türk armatörlük firmaları belirtilmiş ve sahip oldukları toplam tonaj ve adete göre sıralanmıştır.

Tablo 3.4: Ocak 2018 Armatörlük firmaları sıralaması (Türk Armatörler Birliği, 2018)

Sıra	Şirket Adı	DWT	Adet	%
1	Ciner Ship Management	2141757	26	8
2	Ya Sa Shipping Industry	2048550	26	7
3	Marinsa Denizcilik	1726988	22	6
4	Advantage Tankers	1519335	11	5
5	Arkas Holding	1293853	57	5
6	Kıran Holding	1123308	17	4
7	Güngen Denizcilik ve Ticaret	903422	6	3

Tablo 3.4 (devam)

8	Karadeniz Holding	869247	26	1
9	İnce AB	867873	15	
10	Beşiktaş Shipping Group	781204	16	
11	Densay Denizcilik ve Ticaret	760813	13	
12	TÜPRAŞ	668105	26	
13	Akmar Shipping & Trading SA	514250	7	
14	Palmali shipping & Agency	497494	76	
15	Genel Denizcilik Nakliyat	385550	10	
16	Beks Denizcilik ve Ticaret	381103	6	
17	Kaptanoğlu holding	364755	8	
18	Deval Transport	276057	10	
19	ER Denizcilik Sanayi Nakliyat	262049	5	
20	Albros Shipping & Trading	258435	51	

Elde edilen verilerde belirtilen bütün gemilere BWTS kurulumu, IMO tarafından açıklanan zaman çizelgesine göre gerçekleştirilecektir.

3.2 PİYASADA GEMİ SAHİPLERİNE SUNULAN SİSTEMLER

Balast suyu arıtmasında farklı yöntemler kullanan sistemler bulunsa da zamanla birkaç yöntem ve üretici pazara hakim olmuşlardır. Bu durumun oluşmasında cihazların IMO onayının yanında USCG onayı almalarının da büyük etkisi olmuştur. Eklerdde USCG onayı almış ya da değerlendirme olan cihazların USCG MSC tarafından yayınlanmış listesi bulunmaktadır.

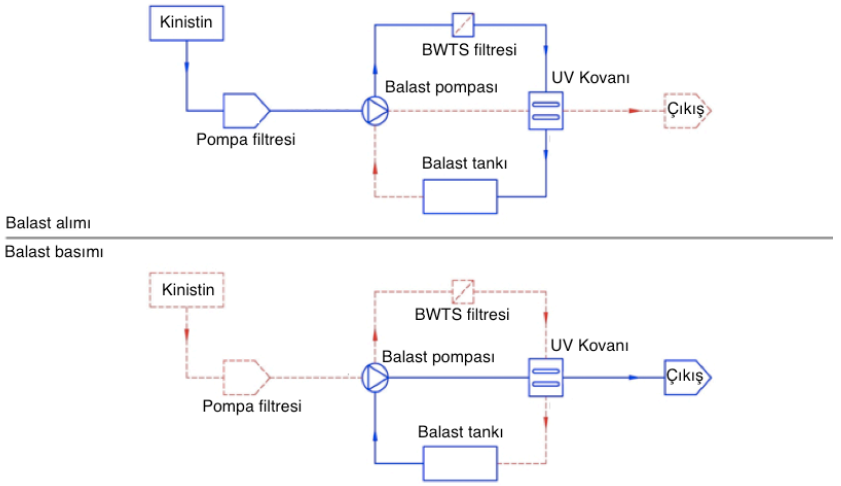
3.2.1 Filtreme + UV yöntemi kullanan sistemler

UV yönteminin avantajları nedeniyle ve bu sistemi kullanan firmalardan bazılarının uzun yıllardır denizcilik sektöründe bulunmasından dolayı günümüzde gemi sahiplerinin tercih ettiği sistemlerin başında filtreme ve UV'yi beraber kullanan sistemler gelmektedir.

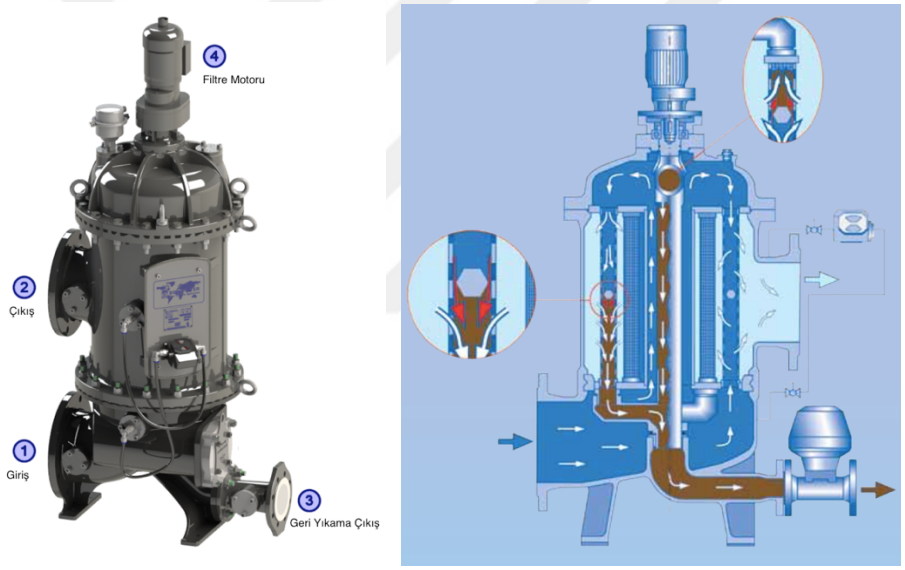
3.2.1.1 Filtreleme

Balast alımı esnasında, balast suyu öncellikle 40 mikronluk filtreden geçer. Bu filtre özellikle büyük boyutlu zooplanktonları da içeren organizmaları sudan ayırır. Filtrelemeden sonra su, yüksek dozda UV ışığa maruz kalacağı UV kovanına (UV Chamber) girecektir. Bu UV ışığı, suyun içindeki bakteri ve virüsleri öldürecek ya da üremelerini engelleyecektir.

Balast basımı esnasında ise, su filtreden geçmez ve direk UV kovanına girer. Böylelikle basılan balast suyunun IMO D-2 standardını karşılaması sağlanır (Optimarin, 2015).



Şekil 3.2: Filtreleme + UV sistem şeması (Wartsila, 2015)



Şekil 3.3: Filtre (Optimarine, 2015 - Bollfilter, 2014)

Balast suyu arıtımında zaman çok önemlidir ve büyük debiyle akan suyu filtreden geçirmek gerekir. Ancak filtrede büyük bir basınç düşüşü olur. Bu durum basıncı yükseltmek isteyen balast pompasının daha fazla enerji kullanmasına neden olur ya da bu düşüşü dengelemek için ayrı bir destek pompasına ihtiyaç duyulur. Basınç düşüşü daha çok filtrenin gözenekleri ile ilgidir. Çok küçük ölçülü gözeneklere sahip olan filtre, basıncın daha fazla düşmesine neden olacak ve balast operasyonunun uzamasına neden olacaktır.

Filtrenin gözeneklerinden geçemeyen büyük boyutlu organizmalar filtrede biriktiği zaman tıkanıklık oluşur ve giriş-çıkış basınçlarının arasındaki fark büyür. Geri yıkama (Back flushing), bu basınç farkının müsaade edilen limitlerin dışında olduğu zaman devreye giren otomatik bir yıkamadır. Geri yıkama, sistemin içindeki ufak bir pompa ile yapılır ve yıkama

için gerekli olan su ıslah edilen balast suyundan temin edilir. Kullanılan su temizlenmiş ve arıtılmış sudan alınmaktadır. Geri yıkamanın ne kadar suya ihtiyacı olduğu tam bilinmemektedir ancak Boll & Kirch bu yıkama için suyun %10'unu kullandığını belirtmektedir. Ancak pratikte bu değerin %30 olduğu görülmektedir. Hyde Marine ise filtresinin %1 oranla çalıştığını beyan etmektedir (Cappelen, 2012).

Geri yıkama, geri yıkama pompası ile gemi overboarduna bağlanmaktadır. Filtrenin yeri seçilirken, bakım tutum ya da sökümü düşünülerek en ideal yer bulunmalıdır. Filtre BWM sisteminin en ağır malzemesi olduğundan, gerekirse koyulacağı yerin (Foundation) kuvvetlendirilmesi gerekir. Gelecekte filtrenin kaldırılmasının gerekeceği düşünülerek filtrenin tam üzerine, güvenli çalışma limiti (SWL) filtrenin ağırlığından fazla olan bir mapa kaynatılması gereklidir (Optimarin, 2015).

3.2.1.2 UV Radyasyon Sistemi

Ultraviyole ışıkları ile su arıtma yöntemi 100 yıldır içme sularının dezenfekte edilmesi için kullanılmaktadır. UV radyasyon yöntemi farklı amaçlar için farklı dalga boyları kullanılarak uygulanır (Cappelen, 2012). UV ışınlarının dalga boyları Tablo 3.5'de verilmiştir.

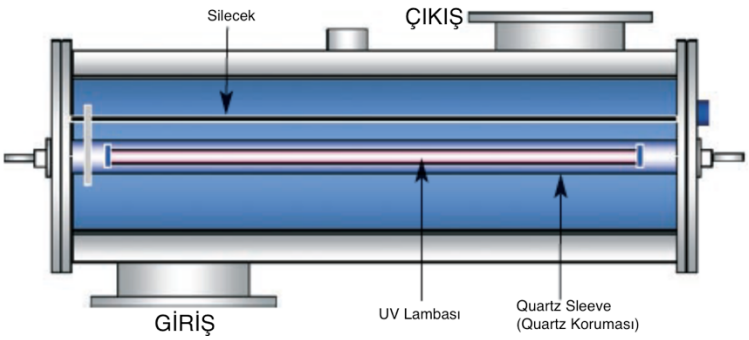
Tablo 3.5: UV dalga boyları (Anwar, 2015)

UV-Vac	10-200 nm
UV-C (Kısa dalga boyu)	200-280 nm
UV-B (Orta dalga boyu)	280-315 nm
UV-A (Uzun dalga boyu)	315-400 nm

200-300 nanometre arasında dalga boyu mikrop kırıcı aralık olarak adlandırılır ve UV ışınlarının en fazla mikroorganizmaya zarar verdiği aralıktır. Araştırmalar en etkili sonuca, dalga boyunun 254 nm olduğu zaman erişildiğini göstermiştir (Cappelen, 2012).

Dezenfeksiyonun etkinliği, mikroorganizmaların maruz kaldığı UV ışın dozuna bağlıdır. Doz, maruz kalınan radyasyon ve su arasındaki orana bağlı olup mJ/cm^2 cinsinden ölçülen yoğunluğa eşittir. Balast suyu arıtmada IMO D-2 standardının karşılanması için UV kovanında bu değerin ortalama olarak 100 mJ/cm^2 olması gereklidir.

UV ışınları mikroorganizmaların hücre duvarlarına çarptığı zaman hücrelerin DNA ve RNA'larına zarar verir ve bu hücrelerin tekrardan üreyememelerine *(non-viable)* neden olur. UV yönetimi herhangi bir kirliliğe yol açmaz ve balast suyu teknolojisinde en güvenli yöntem olarak değerlendirilir (Cosco, 2015).

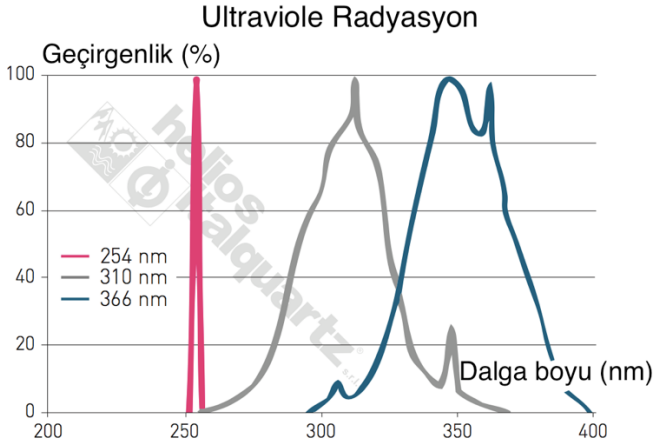


Şekil 3.4: UV Kovanı – UV Chamber (Cappellen, 2015)

UV lambaları Şekil 3.4'de gösterildiği gibi, düşük basınçlı lambalarda yaklaşık 2,5 cm çapındaki, orta basınçlı lambalarda ise 5-10 cm çapındaki bir kuvars korumasının içinde bulunurlar. Lamba ile koruma arasındaki mesafe ortalama 1cm'dir (Anses, 2010).

Kuvars bileşeni, elektrik uygulandığı zaman farklı şekillerde harekete geçen bir piezoelektrik materyaldir (Özkan, 2010). Bu nedenle saat pili osilatörlerinde sıkça kullanılır. Ayrıca yüksek sıcaklıklara, kimyasal ve mekanik ayrışmaya karşı son derece güçlü olduğu ve UV ışını geçirgenliği de oldukça fazla olduğu için UV lambalarında da koruma olarak kullanılmaktadır (Helios, 2016).

Mikrop kırıcı aralık harici UV ışınlarının mikroorganizmalar üzerinde ters etki yaratabilme ihtimaline karşı bazı üreticiler titanyum dioksit gibi yapay kuvars korumalar kullanmaktadırlar (Anses, 2010).



Şekil 3.5: Farklı dalga boylarında kuvars koruma geçirgenliği (Helios, 2016)

Temizleme yapılmaz ise, kuvars korumanın üzerinde zamanla kalsiyum karbonat ve metal iyonlarının oluşturduğu leke kalıntısı oluşacaktır. Bu kalıntılar, UV ışının geçişini engelleyeceği için sistemin performansını etkiler.

Bazı sistemler kuvars koruma temizliğini mekanik temizleme ile yaparken bazı sistemler otomatik olarak kendi içlerinde olan solüsyonu devir daim ederek sağlamaktadır. Mekanik temizleme, korumanın çıkarılmadan sistemin kendi içinde yer alan bir silicinin otomatik devreye girmesi, kendi yerinde temizliğin (CIP-Cleaning in Place) bir alternatifi olabilir. Fakat silecekler metal iyonlarının oluşturduğu katmanlarda etkisiz kalmaktadır. Bu tarz lekelerin çıkarılması için düşük ph değerine sahip bir sıvıya ihtiyaç vardır. Ayrıca gönderilen UV ışınının dalga boyunu ölçen sensorlar de kirlenmektedir. Düşük performansla çalışan sensor sistemin daha fazla enerji harcamasına ya da sistemin yanlış bir şekilde kontrol edilmesine neden olur.

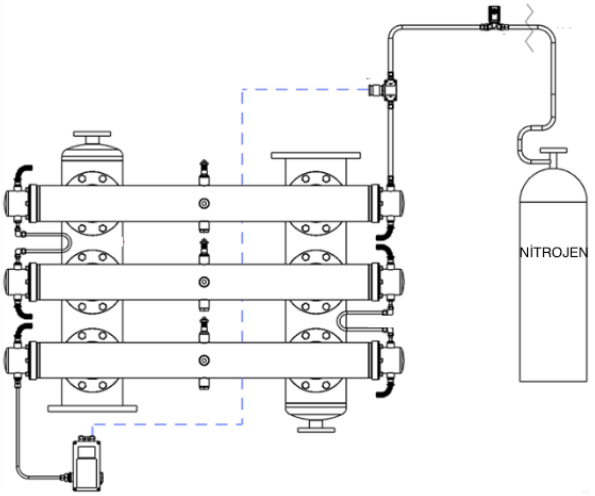
Mekanik temizleme (Silecek temizlemesi de dahil) kuvars korumanın üzerinde çizikler oluşturabilir. Bu çizikler, zamanla sistemin performansının düşmesine neden olur.

Gemiye kurulacak UV sisteminin, geminin balast pompası kapasitesini karşılaması gerekmektedir. Sistemin TRC (Treatment Rated Capacity) değeri, balast pompası ile uyumlu olmalıdır. Bazı üreticiler sistemden geçen balast miktarının TRC değerini aşmasını engellemek için sistemlerini dinamik akış valfleri ile donatmışlardır.

Birçok sistem, UV sistemini iki farklı seçenekle (düşük-yüksek seçenek) çalışacak şekilde dizayn etmişlerdir. Bu seçenekler arası geçiş otomatik olabileceği gibi isteğe bağlı da olabilir. Bazı sistemlerde, sistem otomatik ayarda çalıştığı zaman lamba arızası, kuvars korumanın zamanla saydamlığını yitirmesi gibi nedenlerden dolayı sistemin düşük performanslı çalıştığı durumlarda lambalara giden enerjiyi arttırıp yüksek moda geçer. (Hyde Marine, 2018) Bazı sistemler ise yüksek/düşük seçeneği USCG/IMO seçeneği olarak adlandırırlar ve sistem USCG seçeneğinde çalışırken yüksek miktarda enerji harcar.

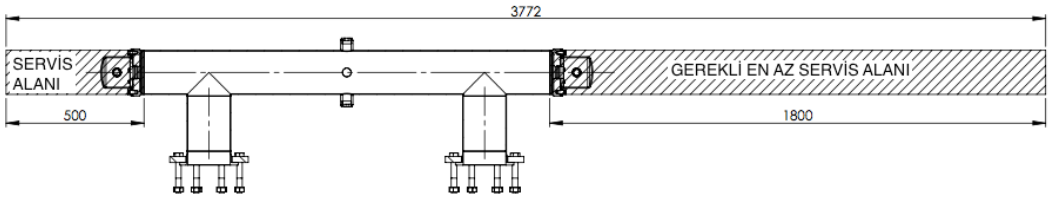
Örneğin; Optimarin OBS 167-370 BK2 Ex modeli, USCG seçeneğinde 35 kW elektrik enerjisi harcarken, IMO seçeneğinde 17 kW elektrik enerjisine ihtiyaç duymaktadır (Optimarin, 2015). Hyde Guardian Gold UV16B BWTS ise normal koşullarda 18 kW harcarken, sistemin performansı düştüğü zaman yüksek seçeneğe otomatik geçip harcadığı enerjiyi 25 kW'a çıkarmaktadır (Hyde Marine, 2018).

BWTS'lerin tankerlerde de kullanılacağını düşünürsek bu cihazların tehlikeli alanlarda kullanılması için ex-proof (explosion proof) özelliğe sahip olması ve bu durumun sertifikayla gösterilmesi gerekir. Üreticiler cihazlarının ex-proof özelliği sağlaması için UV kovanlarının içini devamlı pozitif basınçlı nitrojen ya da inert gaz ile doldurmuşlardır.

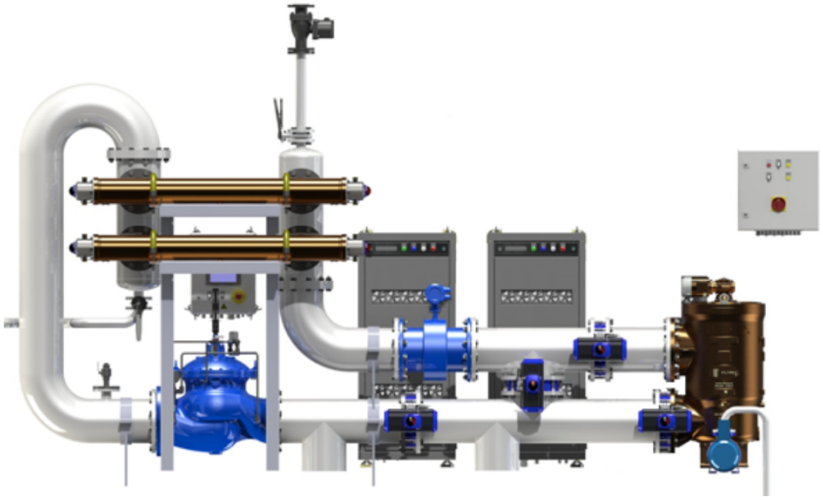


Şekil 3.6: Optimarin BWMS UV Ex-proof sistemi (Optimarin, 2015)

BWTS ünitesinin gemideki yeri planlanırken gelecekte bakım, tutum, onarım gibi nedenlerden dolayı sistemin sökülmesinin gerekeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle üreticiler kurulum kılavuzlarında bu durumlar için gerekli en az servis alanlarını belirtmişlerdir. Şekil 3.7'de Optimarin firmasının UV sisteminin açılması için gerekli alanının şeması görülmektedir. Bu alanın her an boş olmasına gerek yoktur ancak o bölgeye koyulacak malzemelerin taşınabilir olması gerekmektedir.



Şekil 3.7: UV sisteminin bakımı için gerekli alan (Optimarin, 2015)



Şekil 3.8: Optimarine BWTS (Optimarin, 2015)

Ancak bazı sistemler sayıca fazla ancak ufak boyutlu UV lambaları kullanarak geniş servis alanı gerektirmezler.



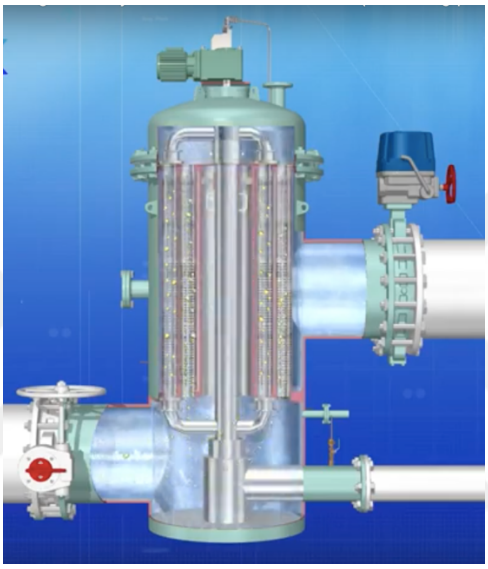
Şekil 3.9: Alfa Laval Pure Ballast 3.0 BWTS (Alfa Laval, 2015)

3.2.2 Filtre + Kimyasal Enjeksiyon Yöntemi Kullanan Sistemler

Oksitleyici ve oksitleyici olmayan biyoksitlerin dezenfektan özellikleri kullanılarak balast suyu ıslahı gerçekleştirilebilmektedir. Klor (Cl_2), klor dioksit (ClO_2), ozon (O_3), hidrojen peroksit (H_2O_2), sodyum hipoklorit (NaClO), sodyum hidroksit (NaOH) en önemli oksitleyici biyoksitler olup hücre zarı gibi organik yapılara zarar verirler. Menadione / Vitamin K, akrolein (C_3H_4O) ve gluturaldehit gibi oksitleyici olmayan biyoksitler ise böcek ilaçları gibi hücrelerin üreme, sinir sistemi gibi fizyolojik ve metabolik faaliyetlerini bozarak bakterilerin ölümünü sağlar (Vural, 2014).

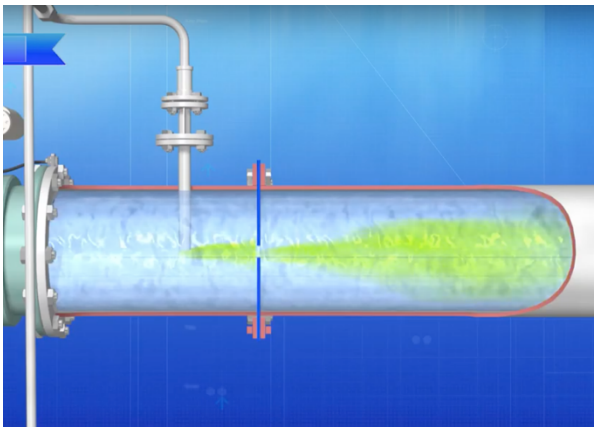
Şu anda kimyasal enjeksiyon yöntemini kullanıp hem IMO hem de USCG onayı almış iki adet balast arıtma sistemi (JFE Ballast Ace, Ecochlor) mevcuttur. Bu sistemler sıvı halde sodyum hipoklorite (NaClO), tablet halde Sodyum dichloroisocyanurate (C3Cl2N3NaO3) veya sodyum tuzlarından elde edilen klor dioksit (ClO_2) kullanmaktadırlar.

Bu sistemlerde, balast suyu filtreden geçerek büyük planktonların tanka alınması engellenir. Ayrıca filtreden geçseler dahi zarar görmüş ve parçalanmış olarak filtreden çıkacaklardır. Kalan mikroorganizmalar ve bakteriler ise dezenfektan madde ile temizlenecektir.



Şekil 3.10: Otomatik yıkamalı filtre (JFE, 2018)

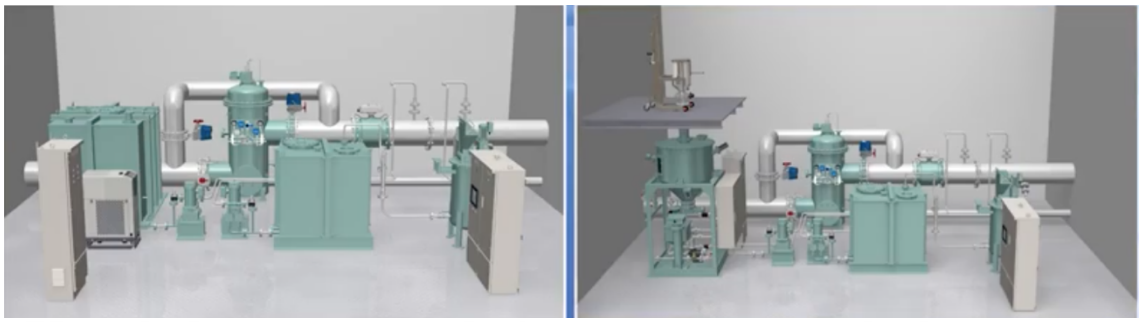
Sonrasında ise dezenfektan madde, Şekil 3.11'de gösterildiği gibi ana balast devresine bir dozaj pompası ile enjekte edilir.



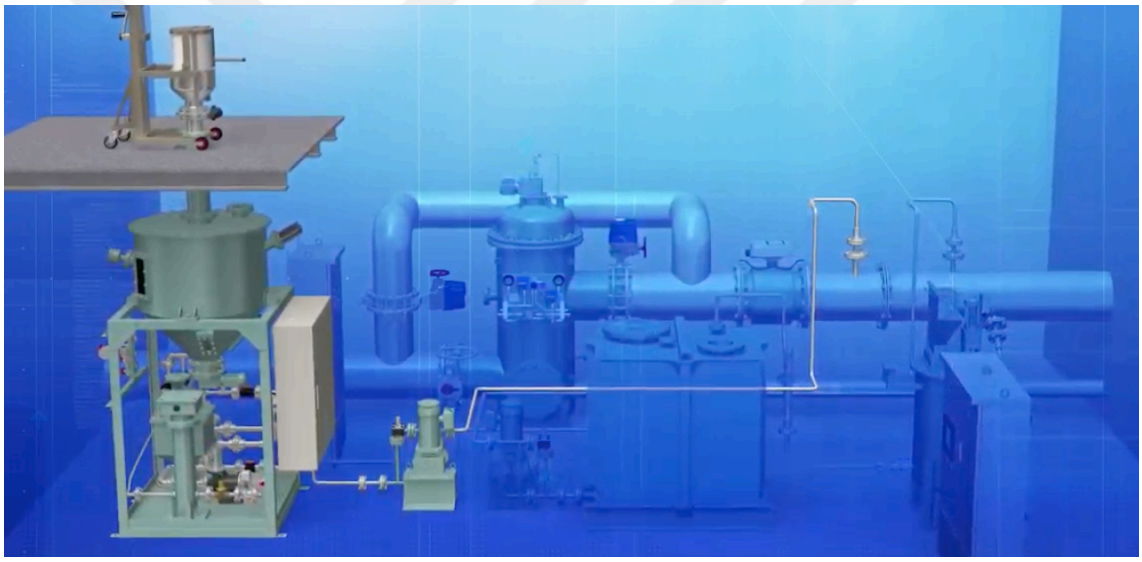
Şekil 3.11: Dezenfektan madde enjeksiyonu (JFE, 2018)

Dezenfektan madde, sıvı halde depolanabildiği gibi toz halinde depolanıp balast devresine enjekte edileceği sırada çözelti hale getirilip, ayrı bir dozaj pompası ile balast devresine

verilebilmektedir. Verilen dezenfektanın miktarı, TRO alıcısından gelen bilgiye göre dozaj pompaları ile otomatik olarak ayarlanmaktadır. Ana balast devresi üzerinde bulunan TRO alıcıları sayesinde devreden geçip tanka giden suyun içindeki dezenfektan oranının 2-2,5 ppm arasında olması sağlanır (JFE, 2018).



Şekil 3.12: Dezenfektan maddeyi sıvı ve tablet halinde depolayan sistem (JFE, 2018)



Şekil 3.13: Dozaj pompası ile dezenfektanın ana devreye enjektesi (JFE, 2018)

Balast suyunun tahliyesinde ise, çıkışa en yakın yerden alıcısı olan TRO sensorü tahliye edilecek suyun içiresindeki dezenfektan maddenin değerini ölçerler. Bu değerin yüksek seviyede olması halinde, kullanılan dezenfektanın etkilerini yok eden ve dezenfektan maddeye göre değişen nötralizasyon maddesi ana balast devresinde TRO alıcıların yerleştirildiği yerin gerisinden balast devresine enjekte edilir. Nötralizasyon maddesi genellikle toz halinde olup tatlı su ile karıştırılarak çözelti halinde devreye verilmektedir. Dezenfektan olarak sodyum hipoklorit (NaClO) veya sodium dichloroisocyanurate kullanan JFE Ballast Ace sisteminde nötralizasyon maddesi olarak sodyum sülfit (Na_2SO_3) kullanılmaktadır (JFE, 2017).

Kimyasal ya da elektrokimyasal yöntemde aktif madde kullanan sistemlerde balast suyu tanka alınırken, dezenfektan madde balast devresine enjekte edilir ve ıslah balast devresinde başlayıp tankın içinde devam eder. Tanka alınan bu dezenfektan madde bakterilerin tankın içinde üremesini de engellemektedir. Ancak tahliye edilecek bu balast suyunun içinde dezenfektan maddenin artığı ya da kullanılıp etkisini yitirmeyen aktif madde bulunuyor olabilir. Bu nedenle tahliye sırasında, overboard çıkışına yakın bir yerden TRO sensörü balast suyun içindeki aktif maddeleri ölçer. Eğer bu maddeler limitlerin dışında ise, ayrı bir dozaj pompası ile nötralizasyon maddesi balast devresine enjekte edilip aktif maddenin oranı düşürülür.

USCG tahliye edilen balast sularının, Tablo 3.6'da verilmiş Federal Böcek İlacı, Mantar İlacı ve Kemirgen Yasası'nda (FIFRA) belirtilen ve Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) da kabul ettiği limitlerin içinde olmasını şart koşmaktadır (N.E.I., 2012).

Tablo 3.6: Artık biyositler için maksimum balast suyu aktif madde limitleri (N.E.I., 2012)

Biyosit ya da Artık Madde	**Limit (Anlık maksimum)**
Klor Dioksit	200 μg/l = 0,2 ppm = 0,2 mg/l
Klorine (Klor) TRO	100 μg/l = 0,1 ppm = 0,1 mg/l
Ozon (TRO)	100 μg/l = 0,1 ppm = 0,1 mg/l
Perasetik Asit	500 μg/l = 0,5 ppm = 0,5 mg/l
Hidrojen Peroksit (Perasetik Asit kullanan sistemler)	1000 μg/l = 1 ppm = 1 mg/l

Ecochlor balast suyu ıslah sisteminde ise dezenfektan olarak klor dioksit (ClO_2) kullanılmaktadır. Klor dioksit, klorla aynı biçimde etkisi olduğu düşünülmesine rağmen farklı kimyasal yapılarından dolayı su içinde farklı şekilde çözünür. Suda çözünen klor, hipokloröz asit türleri meydana getirirken, klor dioksit su ile reaksiyona girmez ve suda gaz halinde çözünür.

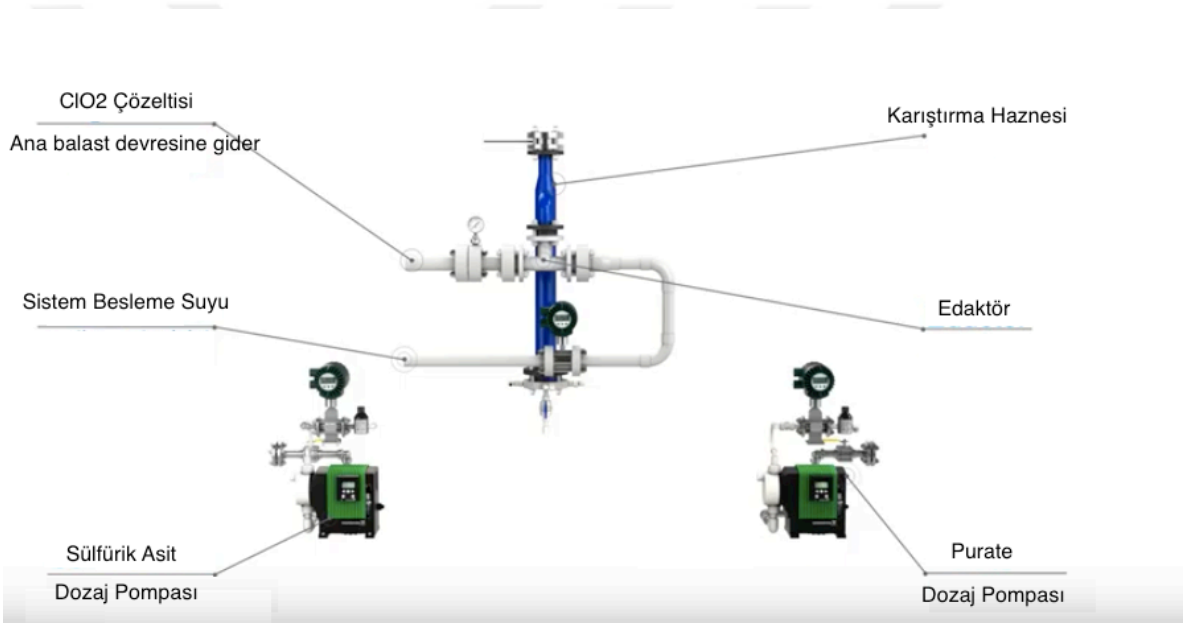
Klor dioksit, hücre zarlarına zarar verirken organik bileşiklerle reaksiyona girmez. Bir organizma ile karşılaşan klor dioksit bakterileri öldürmek için önemli aminoasitlerle reaksiyona girip bakterilerin zarlarını yok eder. Klor, organizmalara özel bir dezenfektan olmayıp bakterilerle beraber asitler, yıkama yağları, amonyum gibi organik bileşikleri de etkiler. Bu nedenle klorun kirli sularda bakterileri öldürme etkisi azalır. Ayrıca klor dioksit, klordan iki buçuk kat daha güçlü bir dezenfektandır.

Klor ile klor dioksit arasındaki diğer bir fark ise, klorun etkili olabilmesi için suyun ph değerinin 8'den küçük olması gerekir. Ancak klor dioksit ph değeri 2-10 arası sularda etkinliğini sürdürmektedir (Dixon, 2018).

Bu sistemde 40 mikrometre ölçüsüne sahip filtreden geçen balast suyundan ayrılan devre klor dioksit jeneratörüne girer. Jeneratör klor dioksiti, patentli Eka-Purate kimyasal teknolojisini kullanarak elde eder. Bu patentli teknoloji ile gerçekleşen metot, tehlikeli gaz çıkaran diğer klor dioksit yöntemlerinden farklıdır.

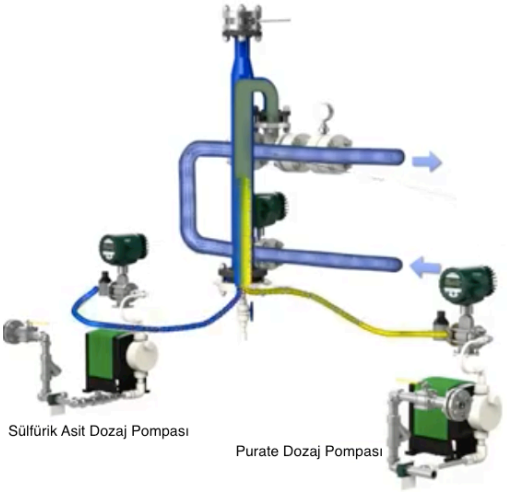
Bu sistemde, klor dioksit hiçbir zaman gemide depolanmayıp balast alımı sırasında üretilen klor dioksit ana balast devresine enjekte edilip tanka gönderilir. Böylece tankta bakterilerin üremesi de böylece engellenmiş olur (Veldhuis, Fuhr ve Stehouwer, 2009).

Patentli klor dioksit jeneratörü, sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisinde sodyum klorat (Purate) tuzunu çözerek klor dioksiti elde eder (Nouryon, 2018).

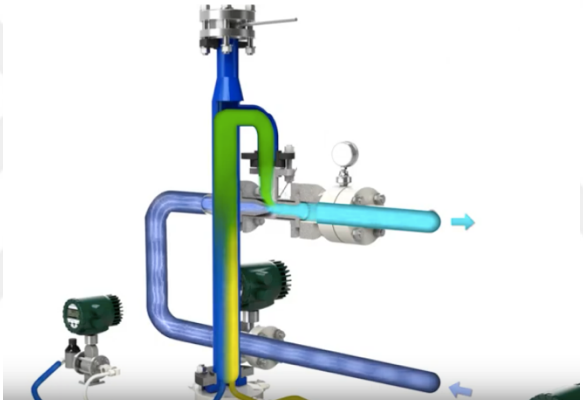


Şekil 3.14: EcoChlor Klordioksit Jeneratörü (Ecochlor, 2019)

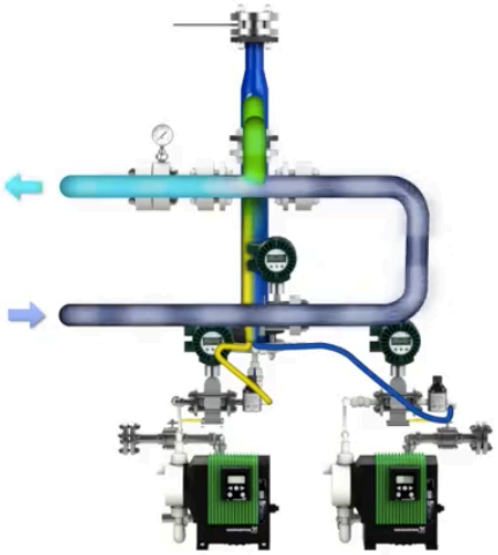
Balast pompası çalıştırıldığında ana balast devresinden ayrılan daha ufak çaplı devre (Sistem besleme suyu) jeneratöre girer. Jeneratörün içinden gelen suyun akışı edaktörde bir vakuma neden olur. Oluşan bu vakum, sülfürik asit ve Purate dozaj pompalarını devreye sokar. Bu pompalardan gelen sülfürik asit ve Purate, karışım haznesinde (Mixing Chamber) çözelti haline gelerek klor dioksiti meydana getirir. Üretilen klor dioksit, jeneratörden çıkan devreye enjekte edilir. Klor dioksit karıştırılmış balast suyu da ana balast devresine gönderilerek gemiye alınan balast suyu ıslah edilir (Ecochlor, 2019).



Şekil 3.15: Jeneratörün içinden geçen balast suyunun vakumu, sülfürik asit ve Purate dozaj pompalarını çalıştırır. (Ecochlor, 2019)



Şekil 3.16: Karışımdan elde edilen klor dioksit, balast suyuna enjekte edilir (Ecochlor, 2019).



Şekil 3.17: Klor dioksit karıştırılmış balast suyu, ana balast devresine gönderilir (Ecochlor, 2019).

Ecochlor diğer kimyasal yöntemi kullanan BWTS'lerin aksine balast basımı esnasında herhangi bir nötralizasyon maddesine ihtiyaç duymamaktadır (Ecochlor, 2019).

3.2.3 Filtre + Elektrokimyasal Yöntemi Kullanan Sistemler

Balast suyu ıslahı için kimyasal yöntemi kullanımında, ayrı bir tankta depolanan toz ya da granül halindeki kimyasallar bir dozaj pompası ile balast alım devresine verilirken; kimyasalların gemi üzerinde tutulma zorunluluğu, hem depolama alanı işgal etmelerine hem de personelin güvenliğini riske sokabilmelerine neden olmaktadır. Ayrıca bu kimyasalların her istenildiği yerde gemiye ikmal edilememesi, armatör açısından istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Bu risklerden dolayı, dezenfektan olarak kullanılacak kimyasalların yerinde üretim ile deniz suyundan elde edilmesi yöntemi elektrokimyasal yol ile sağlanmaktadır (Bilgin Güney, 2017).

Yerinde üretim yapan sistemlerde genel olarak öncelikle balast suyu 40-50 mikron ölçülerine sahip bir filtreden geçirilir. Sonrasında ise suyun bir kısmı sistemden ayrı bir devre ile dezenfektan olarak kullanılacak maddeyi üretecek jeneratörün içine sokulur. Daha sonra üretilen bu dezenfektan ana balast devresine dahil edilir. Dezenfekte eklenmiş balast suyu tanka yönlendirilir. Ana balast devresinden geçen suyun tamamını farklı teknolojilerle arıtan ya da bu suyu kullanarak dezenfektan üreten sistemler de mevcuttur.

Balast tahliyesinden önce ise aktif madde kullanan bütün sistemlerde olduğu gibi sistemin içinde yer alan TRO (Total Residual Oxidant) limit sensoru, suyun içindeki aktif oksidantların seviyesini ölçerek gerekirse yüksek seviyelerde olan oksidantın seviyesinin düşülmesi için nötralizasyon sistemini devreye sokup tahliye edilecek suyun TRO limitini kabul edilebilir seviyeye indirir.

Sistemlerin birbirlerine göre farklarından bir tanesi, filtreden sonra suyun arıtımı için dezenfektan olarak üretilen maddenin cinsinden kaynaklanmaktadır. Örneğin BalClor TM sisteminde jeneratör sodyum hipoklorite üretirken, Techcross sisteminde ise hipokloröz asit (HOCl) üretilmektedir.

Diğer bir fark ise bazı sistemlerde ana balast devresinden geçen bütün suyun elektroliz işlemine tabi tutup dezenfektesi sağlanırken, bazı sistemlerde alınan suyun bir kısmı dezenfektan üreten jeneratörün içine sokulup, ilgili dezenfektan üretimi sağlandıktan sonra dezenfektanla karıştırılmış suyun tekrardan ana balast devresine gönderilmesidir.

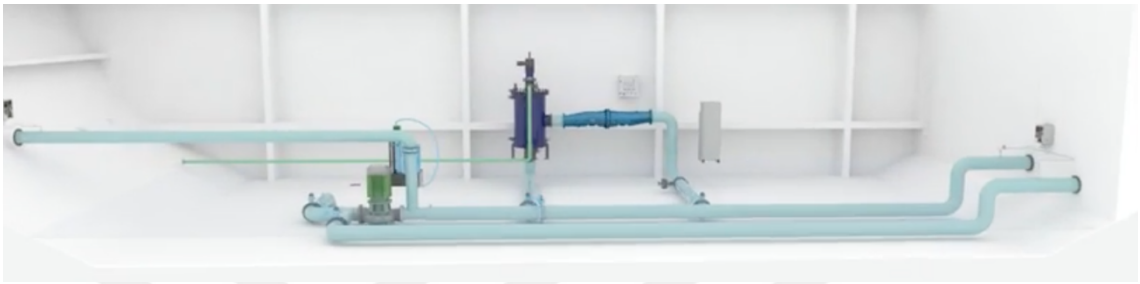
Tablo 3.7'de şu anda hem IMO hem USCG onayına sahip BWTS'lerin elektrolize uğrayan su, üretilen aktif madde, nötralizasyon maddesi ve güç harcamı bakımından karşılaştırma tablosunu bulabilirsiniz. Güç harcamaları söz konusu markaların 500 m^3/h kapasiteye sahip modelleri göz önünde bulundurularak verilmiştir.

Tablo 3.7: Elektrokimyasal yöntem kullanan BWTS karşılaştırma tablosu

Marka ***Üretici Firma***	**Elektroliz uygulanan su miktarı**	**Üretilen aktif madde**	**Nötralizasyon maddesi**	**Tuzluluk / Sıcaklık Kısıtlaması**	**Güç harcamı**
BalClor *Sunrui*	Kısmi	Sodyum hipoklorit (NaClO)	Sodyum tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$)	Tuzluluk: Yok Sıcaklık: Yok Bekleme Süresi: Yok Elektrolite Tuz Beslemesi >15 PSU	25 kW
Erma First *Erma First*	Tamamı	Klor (Cl_2 4-6mg)	Sodyum bisülfat ($NaHSO_4$)	Tuzluluk: Yok Sıcaklık: Yok Bekleme Süresi: Yok Elektrolite Tuz Beslemesi >0,9 PSU	4 kW – 19 kW
Electro-Cleen *Techcross,INC.*	Tamamı	Hipokloröz Asit (HClO)	Sodyum tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$)	Tuzluluk: Yok Sıcaklık: 0-45^{0}C Bekleme Süresi: 120 saat Elektrolite Tuz Beslemesi >1,5 PSU TRO: 9mg/l	3,4 kW / 100 m^3
Purimar *Samsung Heavy Ind.*	Kısmi	Sodyum hipoklorit (NaClO)	Sodyum tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$)	Tuzluluk: Yok Sıcaklık: 0-55^{0}C Bekleme Süresi: 24 saat Elektrolite Tuz Beslemesi >10 PSU TRO: 2,3-3 mg/l	12,7 kW
Aquarius EC *Wartsilla Water Systems*	Kısmi	Sodyum hipoklorit (NaClO)	Sodyum bisülfat ($NaHSO_4$)	Tuzluluk: Yok Sıcaklık: -2 -45^{0}C Bekleme Süresi: 24 saat Elektrolite Tuz Beslemesi >15 PSU TRO: 10 mg/l	33 kW
HiBallast *Hyundai Heavy Ind.*	Kısmi	Sodyum hipoklorit (NaClO)	Sodyum tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$)	Tuzluluk: Yok Sıcaklık: 0-55^{0}C Bekleme Süresi: 72 saat (Brakish ve Deniz Suyu) 48 saat (Tatlı Su) Elektrolite Tuz Beslemesi >15 PSU TRO: 8 mg/l	25 kW
BalPure *De Nora*	Kısmi	Sodyum hipoklorit (NaClO)	Sodyum tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$)	Tuzluluk: 0-36 PSU Sıcaklık: 0-50 (FW) -2 - 50^{0}C (Deniz suyu) Bekleme Süresi: > 24 saat Elektrolite Tuz Beslemesi: 18-36 PSU TRO: 7-15 mg/l	

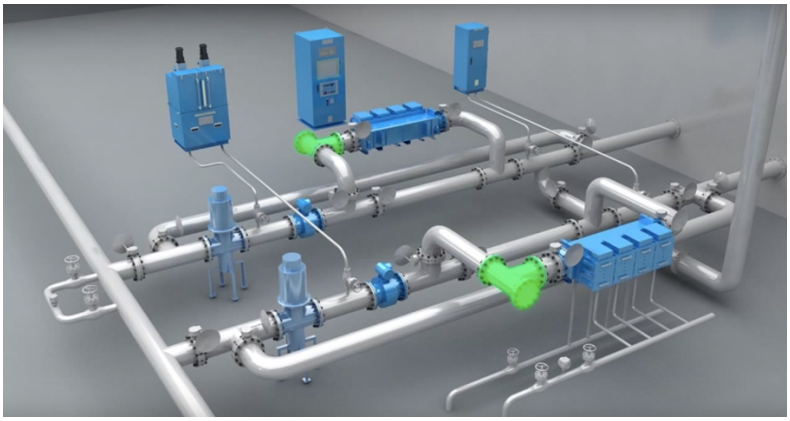
Elektro kimyasal yöntemi kullanan sistemleri açıklamaya balast tankına alınacak suyun filtreden geçtikten sonra tamamını elektrokimyasal işleme tutan sistemleri açıklayarak başlayalım.

USCG Onaylı Erma First BWTS'de kinistinden alınan su öncelikle otomatik geri yıkaması olan 40 mikronluk bir filtreden geçmektedir. 40 mikrondan büyük mikroorganizmalardan arınan su, aktif oksidantın üretildiği elektroliz ünitesinin içine girmektedir (Erma First, 2015).



Şekil 3.18: Erma First BWTS (Erma First, 2015)

Ancak yine USCG onaylı Techcross Electro-Cleen BWTS'nde geri yıkamalı bir otomatik filtre olmayıp, balast suyu 200 mikronluk bir T filtreden geçip elektroliz ünitesine girmektedir.



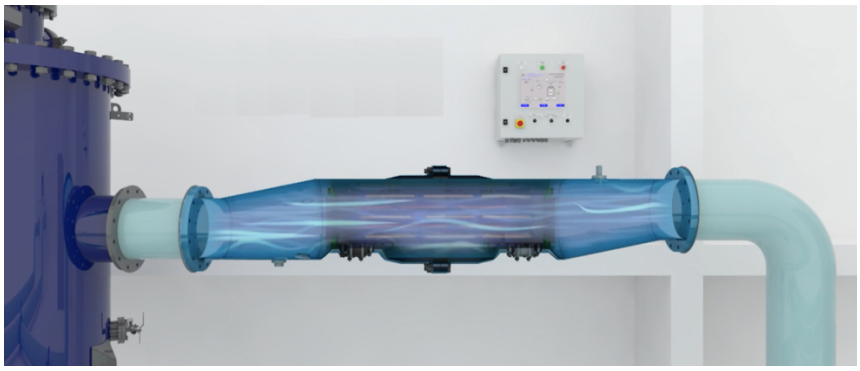
Şekil 3.19: Electro-Cleen BWTS (Techcross, 2018)

Filtreden çıkan su, dezenfektan maddenin üretileceği elektroliz ünitesine girer. Daha öncede belirtildiği üzere ünitelerin ürettikleri dezenfektan madde değişebilmektedir. Erma First sisteminde kalan mikroorganizmalar, elektroliz ünitesinde üretilen ve miktarı 6 mg/l'ye çıkabilen klor ile öldürülmektedir. Balast suyundan üretilen klor, yine balast suyu ile beraber tanka gönderilmektedir (Erma First, 2015).

Suda çözünmüş tuz (NaCl), Na^+ ve Cl^- iyonlarını oluşturur.

$$2\ Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\ e^-$$

$$2\ H_2O + 2\ Cl^- \rightarrow 2\ OH + H_2 + Cl_2 + 2\ e^-$$ (Britannica, 1998)



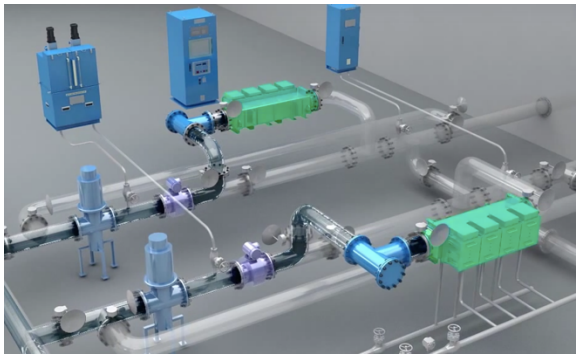
Şekil 3.20: Erma First BWTS Elektroliz Ünitesi (Erma First, 2015)

Electro-Cleen sisteminde ise "T" filtreden geçen balast suyu elektroliz ünitesine girer. Ünitede balast suyuna verilen elektrik akımı hem mikroorganizmaları parçalamaya hem de balast suyundan elektroliz yöntemi ile dezenfektan oksidantlar ve hipokolorik asit (HOCl) üretilmesini sağlar. Dezenfektan madde üretilmiş balast suyu da tanka gönderilir.

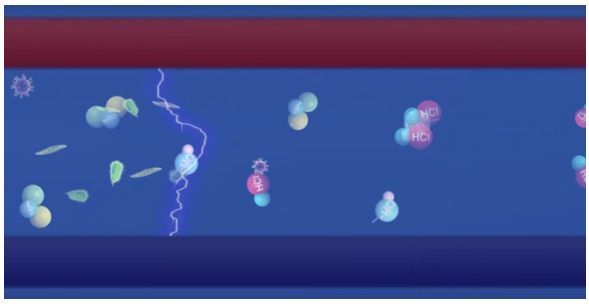
Suda çözünmüş tuz (NaCl), Na^+ ve Cl^- iyonlarını oluşturur.

$$2\ Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\ e^-$$

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$$ (Britannica, 1998)



Şekil 3.21: Techcross Electro-Cleen BWTS (Techcross, 2018)



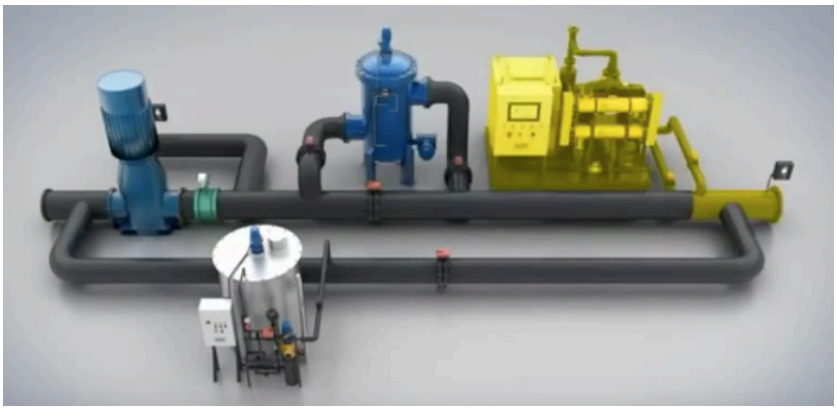
Şekil 3.22: Elektro-Cleen BWTS elektroliz ünitesi (Techcross, 2018)

BTWS'inin ana balast devrelerinin üzerine kurulması, devrelerde değişikliklere neden olabilmektedir. Ancak dezenfektan üretmek için gerekli deniz suyunu, ana devreden ayrılan yan devre ile üniteye sokan sistemlerde, ana devrenin üzerine yapılacak ufak değişikliklerle sistemler gemilere uygulanabilmektedir. Ancak bu tarz sistemlerde de filtrenin yerleştirilmesi için devre güncellenmesinin yapılmasıyla beraber jeneratörün montajı için uygun yer, kablo bağlantıları vb. işlemler bulunmaktadır.

Balast suyunun ıslah işlemi tankta beklerken, tankın içine verilmiş aktif maddeler sebebiyle devam etmektedir. Balast suyunun tahliyesinde ise bu aktif maddelerin ekolojik ortama zarar vermemesi için TRO sensörlerinden gelen uyarı ile nötralizasyon sistemi devreye girmekte ve suyun içindeki aktif madde miktarını aktif maddenin cinsine göre müsaade edilen limitlerin altına indirilmesi sağlanmaktadır.

Erma First BWTS'de tahliye edilen balast suyun içindeki aktif madde miktarı 0,1 mg/l'yi geçtiği zaman sodyum bisülfat kullanan nötralizasyon sistemi devreye girerken (Erma First, 2015), Electro-Cleen BWTS'nde TRO değeri 0,2 mg/l'yi aştığında sodyum ti sülfatı kullanan nötralizasyon sistemi devreye girmektedir (Techcross, 2018).

Daha önce bahsedildiği üzere elektrokimyasal yöntem kullanan bazı BWTS'lerde, ana balast suyu devresi üzerinden ayrılan yan bir devre ile suyun bir kısmı aktif madde üreten jeneratörün içine girmekte, daha sonra üretilen bu dezenfektan madde ana balast devresine verilip tanka gönderilmektedir.



Şekil 3.23: SunRui BalClor Devre Planı (TAS,2014)

Tablo 3.7 BWTS karşılaştırma tablosunda da görüleceği üzere suyun tamamını değil bir kısmını elektroliz ünitesine sokarak dezenfektan madde üreten sistemler güçlü bir aktif madde olan Sodyum hipoklorit (NaClO) üretmektedirler (TAS, 2014).

$$2Cl^- \text{----} Cl_2 + 2e^-$$

$$2Na^+ + 2H_2O + 2e^- \text{--------} 2NaOH + H_2$$

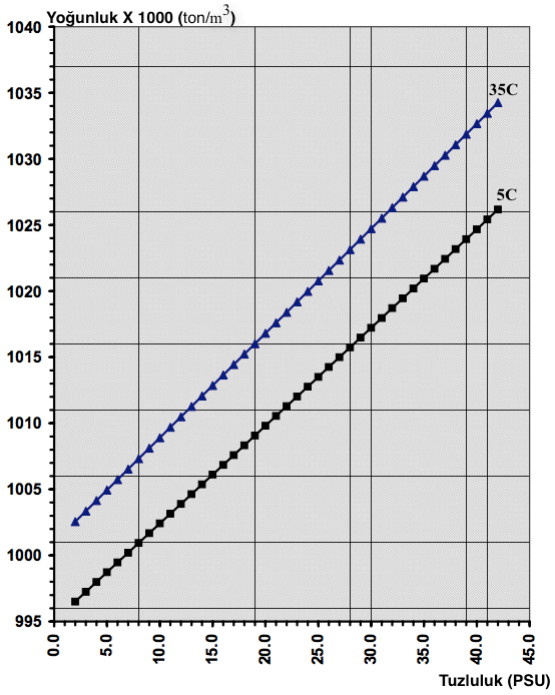
$$2NaOH + Cl_2 \text{--------} NaCl + NaClO + H_2O$$

$$NaCl + H_2O \text{-------} NaClO + H_2$$

Tahliye esnasında ise, aktif madde kullanan diğer sistemlerde anlatıldığı gibi tahliye edilen suyun içindeki TRO sensörleri tarafından okunan aktif madde miktarı limitlerin dışında olması halinde nötralizasyon maddesi dozaj pompası ile tahliye edilen suya verilmektedir.

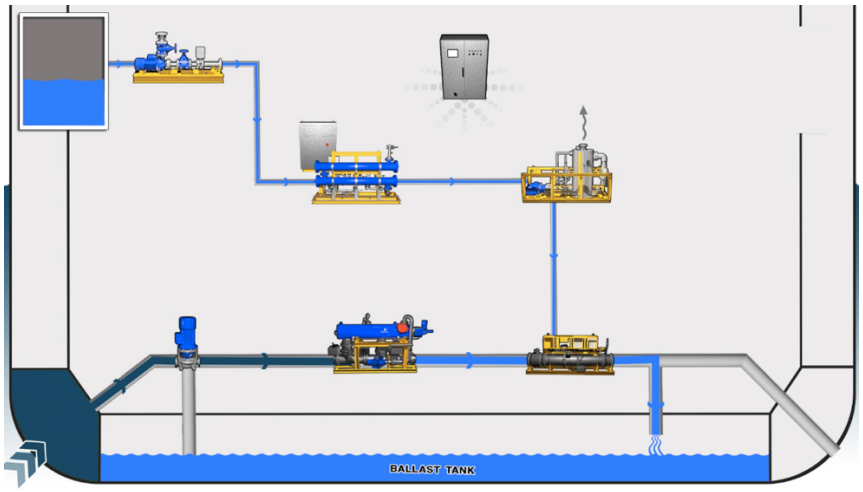
Görüldüğü üzere yerinde aktif madde üreten sistemlerde, dezenfektan madde üretilmesi aşamasında alınan balast suyunun içindeki tuza (NaCl) ihtiyaç vardır. Ancak dünyada tuz seviyesinin düşük olduğu yada nehirlerin içinde bulunan limanlar bulunmaktadır. Böyle bir durumda elektro-kimyasal yöntemini kullanan sistemlerin etkili çalışamaması durumuyla karşılaşılabilmektedir. Firmaların tip onay sertifikalarında sistemin çalışabileceği tuzluluk değeri PSU birimine göre belirtilmiştir. PSU (Pratik tuzluluk) aynı miktardaki suyun içinde potasyum klorit çözülerek oluşturulmuş çözeltinin elektrik iletkenliğinin karşılaştırılması ile bulunan değerdir. PSU, birimi olmayan bir değer olmakla birlikle "her bindeki parça (ppt-parts per thousand)" olarak da değerlendirilebilir. (Reid, 2006) Şekil 3.24'de görüldüğü üzere PSU değerinin suyun yoğunluğu ile değişmektedir ve denizciler genellikle su yoğunluğunun

gemi su çekimi üzerinde etkisi olduğu için su yoğunluğu ile ilgilenmekte olup geminin bulunduğu suyun PSU değeri denizciler tarafından bilinmeyebilir.



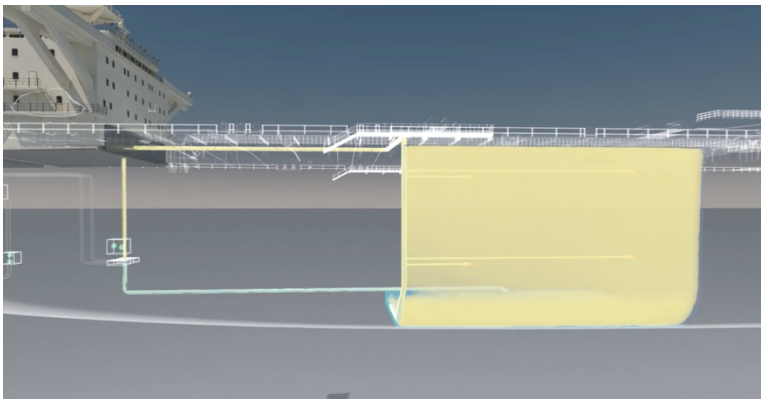
Şekil 3.24: Tuzluluk (PSU), yoğunluk ve sıcaklık ilişkisi (Reid, 2006)

Bu duruma çözüm olarak, geminin üzerinde zaten bulunan (Örneğin kıç pik tank, APT) ya da yeniden imal edilecek bir tankta PSU (Pratical Salinity Unit) seviyesi yüksek deniz suyu bulundurulması ve düşük PSU'ya sahip sularda sistemin kullanılması için gerekli tuzlu suyun buradan çekilmesi planlanmıştır.



Şekil 3.25: Elektoliz yönteminde tatlı su (FW) modu (Wartsila, 2016)

Elektrokimyasal yönteminde ayrıca elektroliz ve kimyasal enjeksiyon yöntemini beraber kullanan sistemlerde mevcuttur. Bu sistemde diğer sistemlerin aksine balast suyu alınırken değil tamamıyla balast tankında arıtılmaktadır. Balast tanklarına su alınırken hiçbir işlemden geçmez. Gemi seyirde iken kinistinden alınan su ile sodyum hipoklorit (NaOCl) üretilir. Üretilen bu aktif madde tanklardan ayrı ayrı çekilen balast suya verilir ve dezenfektan eklenmiş bu su yeniden yapılmış ayrı devreler ve devrelerin başındaki statik nozullarla tanka verilir.



Şekil 3.26: Envirocleanse, LCC BWTS (Marship, 2019)

Bu işlem tank başına bir-üç saat arası almaktadır. Tanka gönderilen suyun içindeki TRO düzeyi ölçülüp limitler içinde olana kadar aktif madde tanka verilir. Islah süresi genellikle 36 saattir. Nötralizasyon işlemi yine tahliyede değil tankın içinde yapılmaktadır. Bu nedenle gemi personeli su ıslahını liman operasyonları sırasında değil sefer esnasında yapacaktır (Marship, 2019).

Islah işleminin sefer esnasında yapıldığı düşünülürse bu yöntemle çalışan bir sistemin kısa seferler yapan gemiler için uygun olmadığı açıktır.

3.2.4 Ozon / Inert Gas Yöntemi Kullanan Sistemler

Yukarıda anlatılan sistemlere ek olarak, USCG onay sürecinde değerlendirme durumunda olup farklı yöntemler kullanan sistemler mevcuttur. Bu sistemler yine filtreden sonra ana balast devresine ozon ya da içinde oksijen bulunmayan ve gemilerde genellikle yangın önleyici sistemlerde kullanılan inert gaz verilmesi prensibine dayanmaktadır.

Ozonun, geniş spektrumlu anti-mikrobiyel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Geçmişteki kullanım zorluğu nedeniyle sadece içilebilir su dezenfektasyonunda kullanılmasına karşın ozon jeneratörlerinin üretilmesinin ardından kullanımı yaygınlaşmıştır. Ozonun kullanım alanlarından biri hastane veya sağlık sektöründe ısıya karşı hassas ekipmanların dezenfektasyonudur (Rickloff, 1987).

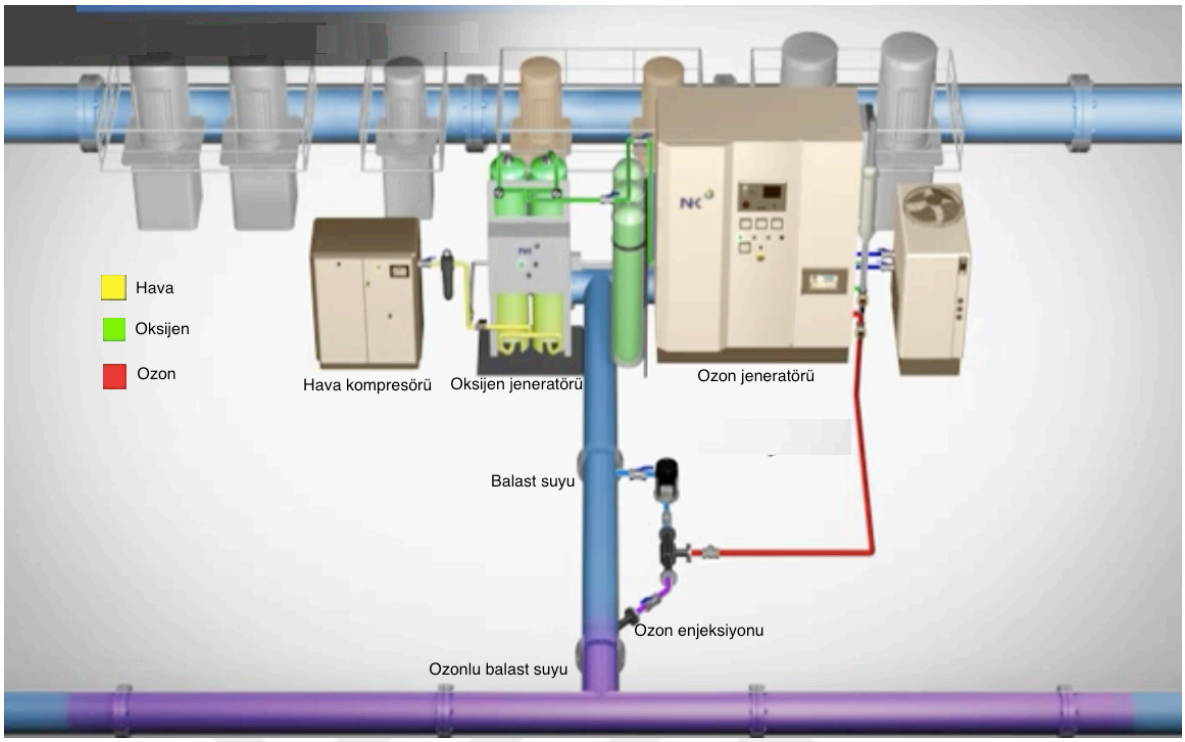
Ozon (O_3), üç oksijen atomunun birleşmesinden oluşan bir gazdır. Dünyayı saran ozon tabakası iki aşamalı bir kimyasal reaksiyon sonucu oluşmuştur. Öncelikle, dünya oluşumu sırasında meydana gelen şimşek ve güneş ışınlarının oksijen gazı molekülünü (O_2) ikiye ayırması, sonrasında ise ikiye ayrılan bu oksijen atomlarının üç tanesinin çarpışıp ozon gazını oluşturmasıdır.

$$O_2 + \text{Işık} \; (< 200 \text{ nm}) \rightarrow 2\,O$$

$$O_2 + O \rightarrow O_3$$

Oksijen molekülünü ikiye ayıran şimşek ve ışık yerine, ozon jeneratörlerinde yüksek voltajlı elektrik akımı verilir. Sonrasında ise ikiye ayrılan oksijen atomları yine elektrik akımı ile birleştirilerek ozon molekülünü oluşturur (Reid, 2018).

Ozon yöntemini kullanan sistemler suyun içindeki katı maddelerden etkilenmediği için ön filtrelemeye ihtiyaç duymazlar. Balast pompası çalıştığı zaman, hava kompresörü oksijen jeneratörüne hava basar ve oksijen jeneratörü bağlı olduğu oksijen tüpleri doldurur. Bu tüplerden ozon jeneratörüne alınan oksijen, jeneratörde ozon haline dönüşür. Üretilen ozon yan bir devre ile ana balast devresine verilir. Ozonlu bu balast suyu da balast tankına gönderilir. Tahliyede ise herhangi bir nötralizasyon işlemine gerek duyulmaz (Oceanking, 2014).



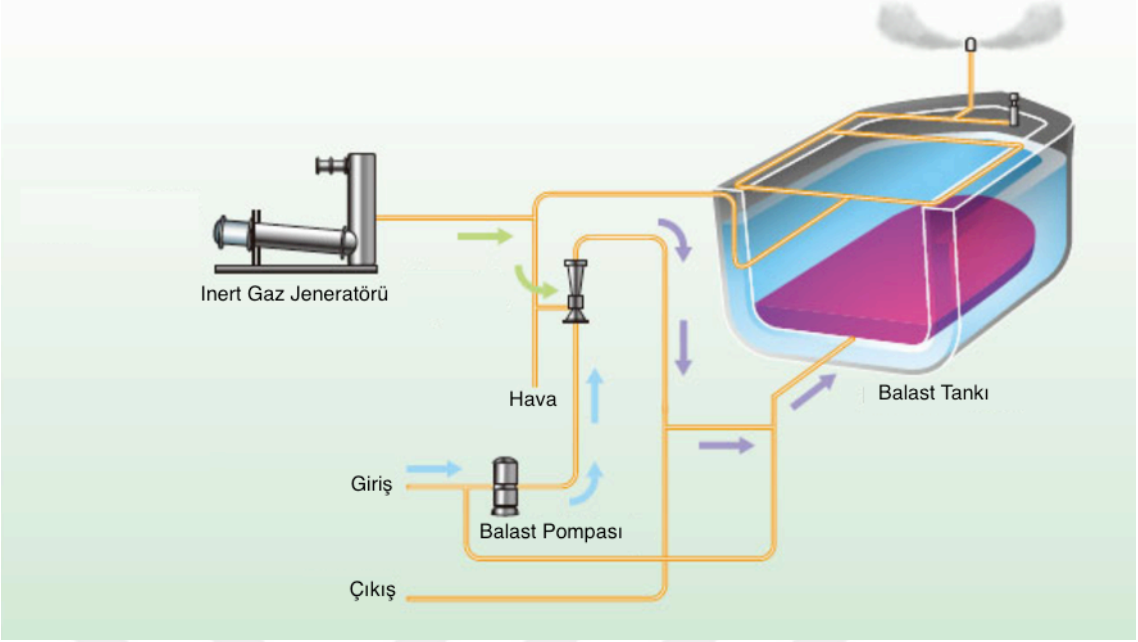
Şekil 3.27: NK-03 Blue Ballast BWTS şeması (Oceanking, 2014)

Balast ıslahında kullanılan diğer bir sistemde denizcilikte sıkça kullanılan, personelin çok aşina olduğu inert gaz sistemleridir. Ancak belirtmek gerekir ki bu yöntemi uygulayan ve şu anda USCG onayı alan ya da bekleyen bir üretici bulunmamaktadır.

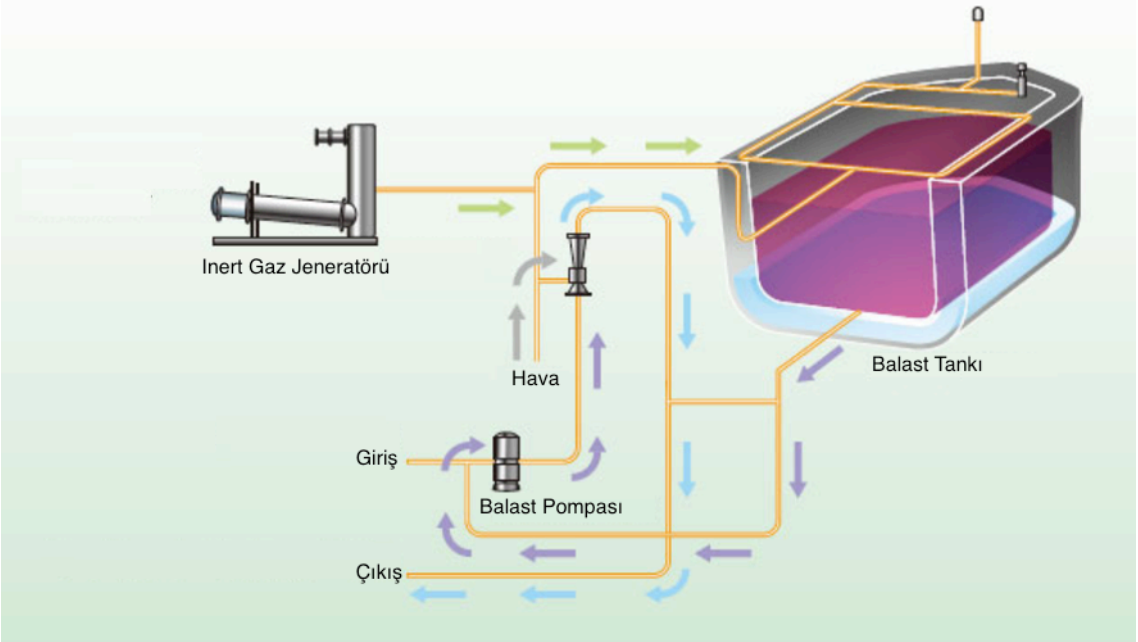
Bu sistemde inert gaz jeneratöründe yakıt yakılarak elde edilen oksijensiz inert gaz, balast ana devresine enjekte edilerek tanka gönderilir. D-2 standardında belirtilen bütün organizmlar aerob olmasından dolayı inert gaz verilmiş ve oksijensiz kalmış balast suyunda hayatta kalamayacaklardır.

Tahliye esnasında ise balast suyuna bu kez hava enjekte ederken, balast tankında boşalan kısma inert gaz basılmaktadır.

İnert gaz yöntemi, balast tanklarındaki oksijen seviyesi sürekli düşük tutulduğu için anti korozif bir etkisi olmaktadır. Özellikle gemi insanlarının aşina olduğu bir sistem olduğu için herhangi bir durumda gemi tarafından müdahalesi kolay olacaktır. Sistem suyun tuzluluğundan bağımsız olarak çalışmaktadır. Herhangi bir kimyasala gerek duymaz. İhtiyaç duyulan inert gazı yakıt yakarak elde eder.



Şekil 3.28: Mitsubishi VOS BWTS balast alımı (Mitsubishi, 2019)



Şekil 3.29: Mitsubishi VOS BWTS balast basımı (Mitsubishi, 2019)

3.1 ANALİTİK HİYERAŞİ SÜRECİ

Thomas Saaty tarafından geliştirilen AHP yöntemi, karmaşık karar verme süreçleri için etkili bir çözüm yolu yanı sıra seçim kriterlerini belirlemek, bu kriterlere ağırlıklar vermek ve kriterler için toplanan verileri analiz edip karar alma sürecini hızlandırmak için kullanılır (Satır ve diğ., 2007). AHP yöntemi nitel ve nicel verilerin seçim aşamasında aynı anda değerlendirilmelerini sağlamaktadır.

Planlı şekilde bir karar alma süreci için aşağıdaki basamakların adım adım uygulanması gerekmektedir.

1- Problemin tanımlanması.
2- Kriterlerin belirlenmesi.
3- Alternatiflerin ortaya koyulması.
4- Hiyeraşik ağaç diyagramının çizilmesi.
5- Görece ağırlıkların belirlenmesi.
6- Alternatiflerin çok kriterli puanın elde edilmesi ve en iyi alternatifin seçilmesi.

Görece ağırlıkların belirlenmesi için kriterlerin birbirlerine göre ve alternatiflerin kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisleri (A_{nxn}) oluşturulur. İkili matrislerin oluşturulması için Tablo 3.8'de verilen 1-9 önem skalası kullanılmaktadır.

Tablo 3.8: 1-9 önem skalası (Saaty, 2008)

Önem değeri	Önem düzeyi	Açıklama
1	Eşit önemlilik	İki seçenek karar alma sürecine eşit oranda katkı yapmakta.
2	Zayıf ya da hafif	
3	Orta önemli	Tecrübeler ve yargılar bir seçeneği diğerine göre daha önemli görmekte.
4	Daha önemli	
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübeler ve yargılar bir seçeneği diğerine göre kuvvetli ölçüde önemli görmekte.
6	Daha kuvvetli derecede önemli	
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğer kritere göre çok güçlü şekilde üstündür.
8	Çok çok kuvvetli derecede önemli	
9	Aşırı derecede önemli	Bir kriter diğer kritere olabilecek en yüksek değerle önemlidir.

Kriterlerin görece ağırlıkları ve seçeneklerin kriterlere göre göreceli ağırlıklarının belirlenmesi için kriterlerin birbirlerine göre ve seçeneklerin kriterlere göre ikili karşılaştırma matrislerinin ve normalleştirilmiş matrislerin oluşturulması gerekmektedir.

Verilen bir hiyaraşide "n" adet kriter olduğu varsayılırsa kriterlerin görece önemini gösteren ikili karşılaştırma matrisi;

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada herhangi bir a_{ij} elemanı *"i"* kriterinin "*j"* kriterine göre ne derece önemli olduğunu gösterir. Buna göre herhangi bir $a_{ij} = k$ ise $a_{ji} = 1/k$ olmalıdır. Ayrıca $a_{11}=a_{22}=a_{33}=\ldots=a_{nn}$ elemanlarının değeri 1'dir.

Buradan kriterlerin ve seçeneklerin kriterlere göre normalleştirilmiş matrisi [N]'nin b_{ij} elemanı;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad (3.2)$$

şeklinde belirlenir. Görece ağırlıklar ise normalleştirilmiş matrisin satır ortalamaları hesaplanarak bulunur.

Herhangi bir alternatifin çok kriterli puanı, söz konusu alternatifin kriterlere göre görece ağırlıkları ile kriterlerin görece ağırlıklarının çarpımlarının toplamından oluşur. En büyük çok kriterli puana sahip alternatif en uygun tercih olarak seçilir.

AHP yönteminde kurulan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılıklarının ölçülmesi gerekmektedir. Kriter yada alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken verilen değerler uyumluluk göstermelidir. Matematiksel olarak a_{ij} x a_{jk} = a_{ik} ise A karşılaştırma matrisi tutarlıdır.

Oluşacak tutarsızlık (Consistency ratio - CR), 0,10 değerinden ufak olması durumda tutarsızlığın kabul edilebilir seviyede olduğu düşünülür (Dündar, 2008). Eğer tutarsızlık değeri kabul edilen değerlerin dışında olur ise matristeki değerlendirmelerin yeniden gözden

geçirilmesi gerekmektedir. Tutarlılık oranı (CR) aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Saaty, 1990).

$$CR = \frac{\text{CI}}{\text{RI}} \tag{3.3}$$

$$\text{CI = Matrisin tutarlılık indexi} = \frac{\lambda \max - n}{n-1} \tag{3.4}$$

$$\text{RI = Matrisin rastgele tutarlılık indexi} = \frac{1{,}98\ (\text{n}-2)}{\text{n}} \tag{3.5}$$

λ_{max} değeri n sayısına ne kadar yaklaşırsa tutarlılık o derece artar. λ_{max} değeri n sayısına eşit olduğu durumlarda CI değeri “0” bulunacak ve mükemmel tutarlılıkla karşılaşılacaktır (Taha, 1997).

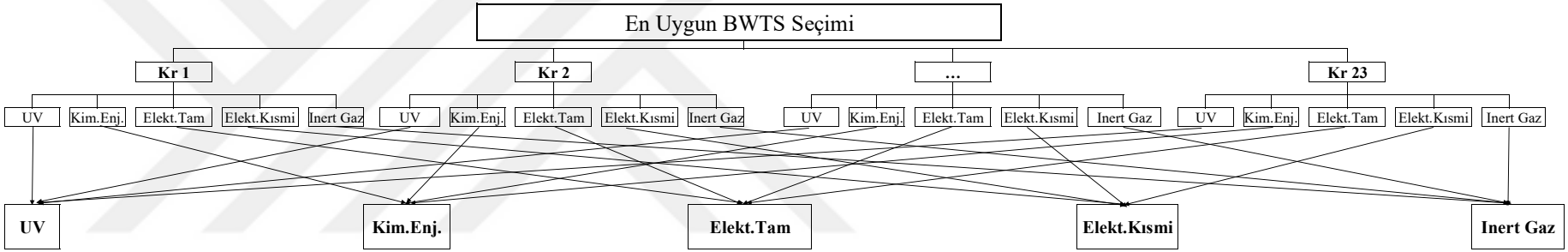
4. BULGULAR

4.1 KRİTER VE KRİTER PUANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Denizcilik firmaları ile yapılan görüşmeler sonucunda, BWTS yöntem seçiminde firmaların göz önünde bulundurduğu kriterler belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Kriter açıklamaları

Kriter No	Kriter açıklaması
Kr 1	Tankta bekleme süresi
Kr 2	Tuza bağlılık
Kr 3	Sıcaklık
Kr 4	Yüksek TRO
Kr 5	Basınç düşmesi
Kr 6	Filtre markası
Kr 7	Harcadığı enerji
Kr 8	Balast alım ve basımda kullanılma
Kr 9	En kısa zamanda teslim
Kr 10	Teslim yeri
Kr 11	Ödeme koşulları
Kr 12	Garanti süresi
Kr 13	Kurulum maliyeti
Kr 14	Devre değişikliği
Kr 15	Üretici sektör itibarı
Kr 16	Satış sonrası destek
Kr 17	Yedek parça
Kr 18	Korozyon etkisi
Kr 19	USCG onayı
Kr 20	Tehlikeli gaz
Kr 21	Bulanıklılık
Kr 22	Kolay kullanım
Kr 23	Kullanım maliyeti



Şekil 4.1: BWTS yöntem seçim diagramı

Tablo 4.2: 6000 DWT ve altı tonaja sahip firma ortalama puanları ve standart sapmaları

Kriter	Ortalama Puan	Standart Sapma
Kurulum maliyeti	8,688	0,814
Korozyon etkisi	8,313	0,822
Satış sonrası destek	8,250	0,745
Yedek parça	8,188	0,808
Garanti süresi	8,063	1,192
Kolay kullanım	7,875	1,386
Kullanım maliyeti	7,688	1,382
Bulanıklılık	7,375	1,945
Balast alım ve basımı	7,250	1,418
Devre değişikliği	7,250	1,792
Ödeme koşulları	7,063	1,672
Harcadığı enerji	6,938	1,464
En kısa zamanda teslim	6,563	2,036
Tehlikeli gaz	6,000	2,355
Teslim yeri	5,625	2,478
Basınç düşmesi	5,500	1,988
Sektör itibarı	5,250	1,798
Tuza bağlılık	4,938	2,365
Yüksek TRO	4,938	2,203
Filtre markası	4,938	2,417
Tankta bekleme süresi	4,813	2,221
Sıcaklık	4,688	2,458
USCG onayı	3,813	2,587

Tablo 4.2'de görüldüğü üzere 6000 DWT ve altı tonaja sahip olan gemi firmalarının en önemli kriteri 8,688 ortalama puanla kurulum maliyeti olmuştur. Yine bu kriterin standart sapması değerinden bu sorulara verilen cevapların birbirlerine çok yakın oldukları anlaşılmaktadır.

Kurulum maliyetini 8,313 ortalama puan alan korozyon etkisi takip etmektedir. Armatör firmaları, cihazın dezenfektan olarak ürettiği aktif maddenin herhangi bir korozyona neden olmamasını istememektedirler. Standart sapma değerine bakıldığında anketi dolduran kişilerin puanlamalarının benzer değerde olduğu görülmektedir.

Satış sonrası destek, yedek parça müsaitliği ve kalitesi, kolay kullanım ve kullanım maliyeti 7,5 puan almış diğer kriterlerdir. Özellikle ufak tonajlı gemilere sahip firmalar personelin bilgi seviyelerinden tatmin olmadıkları için yeni kurulacak BWTS cihazının kullanımının kolay ve anlaşılır olmasını istemektedirler.

6000 DWT ve altı tonajlı gemilere sahip olan firmaların en az önem verdikleri kriter ise sistemin USCG onayına sahip olması olarak ortaya çıkmıştır. Gemi tonajlarının ufak olması ve gemilerin Amerika kıtasına sefer atma ihtimallerinin çok düşük olması, bu kriterin en az

değere sahip kriter olmasına neden olmuştur. Ortalaması 3,813 olarak bulunan bu değerin daha düşük çıkması beklenirken firma çalışanlarından farklı olarak özellikle gemi sahibi olan armatörler, gemileri satma ihtimalinde USCG onaylı sisteme sahip gemilerin daha kolay satılabileceğini düşündükleri için bu kritere yüksek değer vermişler, dolayısı ile kriterin ortalama puanı artmıştır. Bu durumdan dolayı bu kritere ait standart sapma, en büyük değere sahiptir.

Tablo 4.3: 6000 DWT üstü tonaja sahip firma ortalama puanları ve standart sapmaları

Kriter	Ortalama Puan	Standart Sapma
USCG onayı	8,813	0,767
Satış sonrası destek	8,625	0,818
Korozyon etkisi	8,438	0,897
Kullanım maliyeti	8,438	0,949
Yedek parça	8,313	0,934
Harcadığı enerji	8,250	0,834
Kurulum maliyeti	8,125	1,127
Garanti süresi	7,875	1,434
Kolay kullanım	7,813	0,973
Balast alım ve basımı	7,563	1,388
Ödeme koşulları	7,438	1,966
Bulanıklılık	7,375	1,953
Devre değişikliği	7,250	1,597
Tuza bağlılık	7,125	1,668
Sektör itibarı	6,938	2,597
Basınç düşmesi	6,875	1,856
En kısa zamanda teslim	6,313	2,491
Tankta bekleme süresi	5,938	2,109
Yüksek TRO	5,688	2,391
Tehlikeli gaz	5,688	2,601
Filtre markası	5,563	2,839
Teslim yeri	5,313	1,402
Sıcaklık	5,188	2,123

Tablo 4.3'de görüldüğü üzere 6000 DWT üstü tonaja sahip gemileri olan firmaların en önem verdiği kriter 8,813 puan ile sistemin USCG onayına sahip olması olarak ortaya çıkmıştır. 0,767 standart sapma değeri ile katılımcıların birbirlerine çok yakın puanlamalar verdikleri açıktır. Büyük tonajlı gemilerin her Amerika Birleşik Devletleri sularına sefer yapma ihtimaline karşı armatör firmaların vazgeçemediği kriterlerin başında gelmektedir.

Cihazın sektörde yeni bir cihaz oluşu ve çıkaracağı sorunların henüz tam olarak bilinmemesi nedeniyle, özellikle çok sayıda gemisi olan firmalar gemilerinde yaşanacak sorunlara üretici firmanın hızlı ve kolay çözümler bulmasını beklemektedir. Cihazda çıkabilecek sorunlar geminin balast operasyonu durduracağı, buna bağlı olarak da yükleme ya da tahliyenin etkilenip uzayabileceği düşünüldüğü için satış sonrası destek kurulum maliyetinden fazla bir

puan almıştır. Ayrıca büyük tonajlı gemiler genellikle dünya çapında hizmet verdikleri için üretici firmanın servis ağı da çok büyük önem arz etmektedir.

Cihazın korozyona neden olma durumu, bu grup için de çok önemli bir kriter olarak bulunmuştur. Ortalama puanı 8,438 olarak hesaplanırken standart sapması değeri 0,897'dir.

Tablo 4.3 incelendiğinde, 8,250 puandan yüksek bir ortalamaya sahip olan ve çok önemli olarak değerlendireceğimiz kriterlerin standart sapmaları da 1'den küçük çıkmıştır. Bu durum bu kriterlerin bütün katılımcılar için büyük öneme sahip olduğunun bir göstergesidir.

6000 DWT üstü tonaja sahip gemileri olan firmaların en düşük ortalama puan verdiği kriter, cihazın sıcaklığa bağlı etkili çalışması olarak bulunmuştur. Ancak standart sapma bu değer için 2,123'dir.

Standart sapmanın en fazla bulunduğu değer 2,601 ile cihazın çalışırken tehlikeli gaz üretmesidir. Katılımcıların birbirlerinden farklı değer vermelerinin sebebi her firmanın farklı tip gemilere sahip olması olarak yorumlanabilir. Tanker tipi gemilere sahip firmalar, gemilerin üzerinde zaten taşıdığı yüklerin zehirli gazları olduğu için bu kritere çok önem vermezken, kuru yük ya da konteynır firmaları gemilerinde tehlikeli gaz üreten cihazlar bulunmasına sıcak bakmamaktadırlar.

4.2 GÖRECE AĞIRLIKLARIN BELİRLENMESİ VE EN UYGUN SİSTEMİN SEÇİMİ

1-9 önem skalası kullanılarak kriterlerin birbirlerine göre ve seçeneklerin kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken bazı kriter için cihazların kullanım kılavuzlarında, cihazlara ait USCG ve IMO sertifikalarında belirtilen değerler kullanılmıştır. Ancak nitel kriterler için değerler katılımcılarla yapılan görüşmeler referans alınarak belirlenmiştir.

Bu matrisler yardımıyla hesaplanmış olan normalleştirilmiş matrisler Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de verilmektedir.

Tablo 4.4: Kriterlerin normalleştirilmiş matrisi (6000 DWT ve altı)

	Kr 1	Kr 2	Kr 3	Kr 4	Kr 5	Kr 6	Kr 7	Kr 8	Kr 9	Kr 10	Kr 11	Kr 12	Kr 13	Kr 14	Kr 15	Kr 16	Kr 17	Kr 18	Kr 19	Kr 20	Kr 21	Kr 22	Kr 23
Kr 1	0,017	0,017	0,017	0,017	0,013	0,017	0,014	0,014	0,013	0,013	0,014	0,018	0,025	0,014	0,017	0,018	0,018	0,018	0,025	0,013	0,014	0,018	0,018
Kr 2	0,017	0,017	0,017	0,017	0,013	0,017	0,014	0,014	0,013	0,013	0,014	0,018	0,025	0,014	0,017	0,018	0,018	0,018	0,025	0,013	0,014	0,018	0,018
Kr 3	0,017	0,017	0,017	0,017	0,013	0,017	0,014	0,014	0,013	0,013	0,014	0,018	0,025	0,014	0,017	0,018	0,018	0,018	0,025	0,013	0,014	0,018	0,018
Kr 4	0,017	0,017	0,017	0,017	0,013	0,017	0,014	0,014	0,013	0,013	0,014	0,018	0,025	0,014	0,017	0,018	0,018	0,018	0,025	0,013	0,014	0,018	0,018
Kr 5	0,034	0,034	0,034	0,034	0,025	0,034	0,021	0,021	0,025	0,025	0,021	0,025	0,031	0,021	0,034	0,025	0,025	0,025	0,037	0,025	0,021	0,025	0,025
Kr 6	0,017	0,017	0,017	0,017	0,013	0,017	0,014	0,014	0,013	0,013	0,014	0,018	0,025	0,014	0,017	0,018	0,018	0,018	0,025	0,013	0,014	0,018	0,018
Kr 7	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,041	0,041	0,051	0,051	0,041	0,037	0,041	0,041	0,051	0,037	0,037	0,037	0,049	0,051	0,041	0,037	0,037
Kr 8	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,041	0,041	0,051	0,051	0,041	0,037	0,041	0,041	0,051	0,037	0,037	0,037	0,049	0,051	0,041	0,037	0,037
Kr 9	0,034	0,034	0,034	0,034	0,025	0,034	0,021	0,021	0,025	0,025	0,021	0,025	0,031	0,021	0,034	0,025	0,025	0,025	0,037	0,025	0,021	0,025	0,025
Kr 10	0,034	0,034	0,034	0,034	0,025	0,034	0,021	0,021	0,025	0,025	0,021	0,025	0,031	0,021	0,034	0,025	0,025	0,025	0,037	0,025	0,021	0,025	0,025
Kr 11	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,041	0,041	0,051	0,051	0,041	0,037	0,041	0,041	0,051	0,037	0,037	0,037	0,049	0,051	0,041	0,037	0,037
Kr 12	0,068	0,068	0,068	0,068	0,076	0,068	0,082	0,082	0,076	0,076	0,082	0,074	0,062	0,082	0,068	0,074	0,074	0,074	0,062	0,076	0,082	0,074	0,074
Kr 13	0,085	0,085	0,085	0,085	0,102	0,085	0,124	0,124	0,102	0,102	0,124	0,148	0,124	0,124	0,085	0,148	0,148	0,148	0,074	0,102	0,124	0,148	0,148
Kr 14	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,041	0,041	0,051	0,051	0,041	0,037	0,041	0,041	0,051	0,037	0,037	0,037	0,049	0,051	0,041	0,037	0,037
Kr 15	0,017	0,017	0,017	0,017	0,013	0,017	0,014	0,014	0,013	0,013	0,014	0,018	0,025	0,014	0,017	0,018	0,018	0,018	0,025	0,013	0,014	0,018	0,018
Kr 16	0,068	0,068	0,068	0,068	0,076	0,068	0,082	0,082	0,076	0,076	0,082	0,074	0,062	0,082	0,068	0,074	0,074	0,074	0,062	0,076	0,082	0,074	0,074
Kr 17	0,068	0,068	0,068	0,068	0,076	0,068	0,082	0,082	0,076	0,076	0,082	0,074	0,062	0,082	0,068	0,074	0,074	0,074	0,062	0,076	0,082	0,074	0,074
Kr 18	0,068	0,068	0,068	0,068	0,076	0,068	0,082	0,082	0,076	0,076	0,082	0,074	0,062	0,082	0,068	0,074	0,074	0,074	0,062	0,076	0,082	0,074	0,074
Kr 19	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008	0,009	0,010	0,010	0,008	0,008	0,010	0,015	0,021	0,010	0,009	0,015	0,015	0,015	0,012	0,008	0,010	0,015	0,015
Kr 20	0,034	0,034	0,034	0,034	0,025	0,034	0,021	0,021	0,025	0,025	0,021	0,025	0,031	0,021	0,034	0,025	0,025	0,025	0,037	0,025	0,021	0,025	0,025
Kr 21	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,041	0,041	0,051	0,051	0,041	0,037	0,041	0,041	0,051	0,037	0,037	0,037	0,049	0,051	0,041	0,037	0,037
Kr 22	0,068	0,068	0,068	0,068	0,076	0,068	0,082	0,082	0,076	0,076	0,082	0,074	0,062	0,082	0,068	0,074	0,074	0,074	0,062	0,076	0,082	0,074	0,074
Kr 23	0,068	0,068	0,068	0,068	0,076	0,068	0,082	0,082	0,076	0,076	0,082	0,074	0,062	0,082	0,068	0,074	0,074	0,074	0,062	0,076	0,082	0,074	0,074

Elde edilen matrisin tutarlılık oranı (CR) 0,00706 olarak hesaplanmıştır. CR değeri 0,1'den küçük olduğu için matrisin tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 4.5: Kriterlerin normalleştirilmiş matrisi (6000 DWT üstü)

	Kr 1	Kr 2	Kr 3	Kr 4	Kr 5	Kr 6	Kr 7	Kr 8	Kr 9	Kr 10	Kr 11	Kr 12	Kr 13	Kr 14	Kr 15	Kr 16	Kr 17	Kr 18	Kr 19	Kr 20	Kr 21	Kr 22	Kr 23
Kr 1	0,020	0,016	0,028	0,020	0,016	0,020	0,019	0,019	0,020	0,028	0,016	0,019	0,019	0,016	0,016	0,026	0,019	0,019	0,026	0,020	0,016	0,019	0,019
Kr 2	0,040	0,032	0,042	0,040	0,032	0,040	0,029	0,029	0,040	0,042	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,035	0,029	0,029	0,035	0,040	0,032	0,029	0,029
Kr 3	0,010	0,011	0,014	0,010	0,011	0,010	0,015	0,015	0,010	0,014	0,011	0,015	0,015	0,011	0,011	0,021	0,015	0,015	0,021	0,010	0,011	0,015	0,015
Kr 4	0,020	0,016	0,028	0,020	0,016	0,020	0,019	0,019	0,020	0,028	0,016	0,019	0,019	0,016	0,016	0,026	0,019	0,019	0,026	0,020	0,016	0,019	0,019
Kr 5	0,040	0,032	0,042	0,040	0,032	0,040	0,029	0,029	0,040	0,042	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,035	0,029	0,029	0,035	0,040	0,032	0,029	0,029
Kr 6	0,020	0,016	0,028	0,020	0,016	0,020	0,019	0,019	0,020	0,028	0,016	0,019	0,019	0,016	0,016	0,026	0,019	0,019	0,026	0,020	0,016	0,019	0,019
Kr 7	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 8	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 9	0,020	0,016	0,028	0,020	0,016	0,020	0,019	0,019	0,020	0,028	0,016	0,019	0,019	0,016	0,016	0,026	0,019	0,019	0,026	0,020	0,016	0,019	0,019
Kr 10	0,010	0,011	0,014	0,010	0,011	0,010	0,015	0,015	0,010	0,014	0,011	0,015	0,015	0,011	0,011	0,021	0,015	0,015	0,021	0,010	0,011	0,015	0,015
Kr 11	0,040	0,032	0,042	0,040	0,032	0,040	0,029	0,029	0,040	0,042	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,035	0,029	0,029	0,035	0,040	0,032	0,029	0,029
Kr 12	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 13	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 14	0,040	0,032	0,042	0,040	0,032	0,040	0,029	0,029	0,040	0,042	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,035	0,029	0,029	0,035	0,040	0,032	0,029	0,029
Kr 15	0,040	0,032	0,042	0,040	0,032	0,040	0,029	0,029	0,040	0,042	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,035	0,029	0,029	0,035	0,040	0,032	0,029	0,029
Kr 16	0,080	0,096	0,069	0,080	0,096	0,080	0,117	0,117	0,080	0,069	0,096	0,117	0,117	0,096	0,096	0,104	0,117	0,117	0,104	0,080	0,096	0,117	0,117
Kr 17	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 18	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 19	0,080	0,096	0,069	0,080	0,096	0,080	0,117	0,117	0,080	0,069	0,096	0,117	0,117	0,096	0,096	0,104	0,117	0,117	0,104	0,080	0,096	0,117	0,117
Kr 20	0,020	0,016	0,028	0,020	0,016	0,020	0,019	0,019	0,020	0,028	0,016	0,019	0,019	0,016	0,016	0,026	0,019	0,019	0,026	0,020	0,016	0,019	0,019
Kr 21	0,040	0,032	0,042	0,040	0,032	0,040	0,029	0,029	0,040	0,042	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,035	0,029	0,029	0,035	0,040	0,032	0,029	0,029
Kr 22	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058
Kr 23	0,060	0,064	0,056	0,060	0,064	0,060	0,058	0,058	0,060	0,056	0,064	0,058	0,058	0,064	0,064	0,052	0,058	0,058	0,052	0,060	0,064	0,058	0,058

6000 DWT üstü tonaja sahip firmaların anket sonuçlarına göre ortaya çıkan normalleştirilmiş matrisin tutarlılık oranı (CR) 0,00502 olarak bulunmuştur.

Seçenekler için ise aşağıdaki yöntemleri kullanan BWTS'leri ele alınmıştır.

- UV yöntemi kullanan sistemler,
- Kimyasal enjeksiyon yöntemini kullanan sistemler,
- Elektrokimyasal (Ana devreden geçen suyun tamamını ıslah eden) yöntemi kullanan sistemler,
- Elektrokimyasal (Ana devreden ayrılan yan devre ile dezenfektan üreten) yöntemi kullanan sistemler,
- Oksijensizleştirme (Inert gaz) yönemini kullanan sistemler.

BWTS yöntem seçeneklerinin kriterlere göre normalleştirilmiş matrisleri Ek 6'da verilmiştir. Bu matrislere göre hesaplanmış olan seçeneklerin kriterlere göre görece ağırlıkları aşağıdaki Tablo 4.6'de özetlenmektedir.

Tablo 4.6: Seçeneklerin kriterlere göre görece ağırlıkları tablosu

	Kr 1	Kr 2	Kr 3	Kr 4	Kr 5	Kr 6	Kr 7	Kr 8	Kr 9	Kr 10	Kr 11	Kr 12	Kr 13	Kr 14	Kr 15	Kr 16	Kr 17	Kr 18	Kr 19	Kr 20	Kr 21	Kr 22	Kr 23
UV	0,5263	0,3103	0,1765	0,3674	0,0625	0,0870	0,0400	0,0400	0,2000	0,2000	0,4545	0,1220	0,2439	0,1205	0,5981	0,4548	0,3530	0,2227	0,2432	0,6329	0,0303	0,5656	0,0775
Kimyasal Enjeksiyon	0,1053	0,3103	0,3530	0,1837	0,1250	0,0174	0,3600	0,3600	0,2000	0,2000	0,1364	0,1220	0,1463	0,3614	0,1794	0,1514	0,1765	0,0445	0,2432	0,0918	0,2727	0,1883	0,0698
Elektrokimyasal (Tam)	0,1053	0,0345	0,0588	0,0408	0,4375	0,0870	0,2800	0,2800	0,2000	0,2000	0,1364	0,3659	0,2317	0,1205	0,0664	0,1514	0,1765	0,0323	0,2432	0,0918	0,2121	0,0820	0,3876
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,1579	0,0345	0,0588	0,0408	0,1875	0,0261	0,2800	0,2800	0,2000	0,2000	0,1364	0,3659	0,2317	0,3614	0,0664	0,1514	0,1765	0,0323	0,2432	0,0918	0,2121	0,0820	0,3876
Inert gaz	0,1053	0,3103	0,3530	0,3674	0,1875	0,7826	0,0400	0,0400	0,2000	0,2000	0,1364	0,0244	0,1463	0,0361	0,0897	0,0910	0,1175	0,6682	0,0270	0,0918	0,2727	0,0820	0,0775

BWTS yöntem seçeneklerinin kriterlere göre görece ağırlıkları ve kriterlerin birbirlerine göre göre ağırlıkları kullanılarak hesaplanan BWTS yöntem seçeneklerinin çok kriterli puanı Tablo 4.7'de verilmektedir.

Tablo 4.7: BWTS yöntem seçeneklerinin çok kriterli puanları

BWTS Yöntemi	6000 DWT ve altı	6000 DWT üstü
UV	0,258	0,262
Kimyasal Enjeksiyon	0,178	0,192
Elektrokimyasal (Tam)	0,195	0,196
Elektrokimyasal (Kismi)	0,199	0,195
İnert Gaz	0,171	0,156

En yüksek değer alan seçeneğin en iyi seçenek olduğu düşünülürse, her iki grup gemiler için 0,258 ve 0,262 değer alan UV yöntemini kullanan sistemlerin en iyi seçenek olduğu söylenebilir. Bunun yanında 0,171 ve 0,156 değeri alan inert gaz kullanan sistemler karar vericilerin kriterlerine göre en düşük puanı almış yöntemdir.

Kimyasal enjeksiyon yöntemini kullanan sistemlerde 6000 DWT üstü gemiler için 0,192 puan alıp UV yöntemine yaklaşmıştır. Bu yöntemi 0,196 değerini alan ve balast devresinden geçen suyun tamamını elektrolize tabii tutan elektrokimyasal yöntem takip etmektedir. Ancak görülecektir ki kimyasal enjeksiyon ve elektrokimyasal yöntemlerinin aldıkları puanlar birbirlerine çok yakındır.

6000 DWT ve altı gemilere sahip firmaların yanıtlarına göre UV yöntemini seçen sistemleri 0,195 ve 0,199 puan alan elektrokimyasal yöntemleri takip etmiştir. Sonrasında ise kimyasal enjeksiyon yöntemi 0,178 puan alırken, inert gazı kullanan sistemler yine 0,171 puan alıp son sırada yer almıştır. Bu durumun oluşmasının ana nedeni kimyasal enjeksiyon yönteminin olası korozyon etkisi ve bu yöntemi kullanan sistemlerin kurulum maliyetlerinin fazla olmasıdır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Balast Suyu Yönetim Sözleşmesi'ne göre balast suyu performans standardı olan D2 standardına gemilerin uyum sağlaması için BWTS ile donatılması gerekmektedir. Farklı yöntem kullanan BWTS'lerin gemilere uygulanması hususunda gemi armatörünün uygun cihaz ya da cihaz yöntemi seçimi aşamasında maliyet hesabı gibi nicel kriterlerin yanında nitel kriterleri de göz önünde bulundurmaktadır.

IMO'nun D2 standardı yanında sözleşmeye taraf olmayan ABD'nin de D2 standardına çok benzer standardı bulunmaktadır. ABD, sularında balast tahliyesi yapacak gemilerin bu standardı sağlamalarını talep etmektedir. Arıtım sistemlerinin IMO D2 standardını sağladığını kanıtlaması için tip onay sertifikasına, Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik (USCG) standardını sağladığını belgelemesi için ise USCG tip onay sertifikasına sahip olmalıdır.

Bu nedenle gemilerine BWTS montajı yapmak zorunda olan armatörler farklı kriterleri göz önüne alarak bu seçimi yapmalıdır. Her yöntemin avantaj ve kısıtlamaları mevcuttur. Armatör geminin tonajı, sefer bölgesi gibi faktörleri göz önünde bulundurup elde ettiği verileri sistemlerin özellikleri ile eşleştirerek en uygun yöntemi kullanan sistemi seçmelidir.

Var olan gemilere kurulum aşamasında, sistemin nereye yerleştirileceği, yeni dizayn edilecek devrelerin nasıl konumlandırılacağı, sistemin büyüklüğü gibi faktörlerin önceden düşünülmesi ve bu süreçte uzmanlaşmış bir firma ile geminin balast dairesi ya da makine dairesinin üç boyutlu çiziminin çıkarılması gerekmektedir. Çıkan sonuç, en uygun sistemin seçilmesi noktasında etkili olacaktır.

Sistemin kullanım süresi de tercih sürecinde düşünülmesi gereken faktörlerdendir. Bazı sistemler sadece balast alımında kullanılıyor iken bazı sistemler D-2 standardına ulaşabilmek için hem balast alımında hem de balast basımında suyu ıslah etme ihtiyacı duymaktadır. Bu da sistemin, sadece balast alma ile kullanılan bir sisteme oranla iki kat daha fazla kullanılmasına, daha fazla enerji ya da yakıt tüketmesine, sistemin bakım saatlerinin daha erken gelmesine, dolayısı ile bakım maliyetlerinin artmasına neden olacaktır.

Aynı kapasiteye ve aynı yönteme sahip iki sistemin seçiminde, sistemlerin harcadığı enerji ya da yakıt miktarı önemli bir kriter haline gelecektir.

Armatörün sistem seçiminde göz önünde tutması gereken başka bir etmen de teslimat tarihi ve teslimat yeridir. Gemiye uzak bir bölgede teslimatın gerçekleşmesi ve sistemin ulaşım bedeli, düşünülmesi gereken miktarlarda olabilir. Teslimat tarihi ise daha önemlidir. Çünkü geminin seferleri bu tarihe göre ayarlanacaktır. Özellikle geminin kiraya girememesine, kirada olan bir geminin kiradan düşmesine (off-hire) neden olabilir.

Ödeme koşulları da armatörlerlerin seçimini etkilemektedir. Bazı firmalar ödemenin %30'unu kontrat imzalandığı zaman isterken bazı firmalar %10 kontrat imzalarken, %30 çizimlerin bitiminde kalanını ise cihaz kurulumundan sonra talep etmektedir. Bu durumda armatör, firmasının finansal durumunu göz önünde bulundurmalı ve seçimini ona göre yapmalıdır.

Pazarda, çok sayıda BWTS üretici firma mevcuttur ve bu firmaların bazıları uzun yıllardır denizcilik sektöründe iken bazı firmalar denizcilik pazarına yeni girmişlerdir. Özellikle denizcilik sektöründe bilinen firmaların bazıları gemi sahiplerinin gözünde iyi bir imaja sahiptir. Üreticilerin bu sektörel tanınmışlıkları ve itibarları, ürünlerinin gemi sahipleri tarafından tercih edilmesi noktasında avantaj sağlamaktadır.

Firmaların güvenirliliklerinin yanı sıra satış sonrası destek, dünya çapında verilecek servis hizmeti, yedek parça imkanı da düşünülmesi gereken hususlardır. Dünya denizlerinde sefer yapan bir geminin sisteminde çıkan arıza nedeniyle balast basamaması ve alabileceği yükten daha azını alması ya da yükün düşmesine neden olacağından servis hizmetlerinin çok hızlı ve satış sonrası desteğin azami ölçüde sağlanması gereklidir.

Cihazların kolay kullanılabilir olması, bakım tutumunun gemi personeli tarafından kolaylıkla ve emniyetli bir şekilde yapılabilmesi firmaların göz önünde bulundurması gereken kriterlerden bazılarıdır.

Kriterler, firmadan firmaya ya da firma içinde karar verme yetkisi olan kişilere göre de farklılık göstermektedir. Ancak bazı kriterlerin her iki grup içinde çok önemli oldukları bu çalışmada ortaya konmuştur. Bu kriterlerden ilki kurulum maliyetidir. Sistem armatöre gelecekte para getirecek bir yatırım aracı olmayıp çevreyi koruma adına uluslararası sözleşmelerin ve kuralların şart koştuğu bir sistem olduğundan dolayı armatör en az maliyetle bu süreci atlatmak istemektedir.

Cihazın montajı sonrasında ise cihazın armatöre en az maliyet çıkarması esastır. Maliyet olarak cihazın senelik harcaması, bakım maliyetleri, yedek parça maliyetleri düşünüleceği

gibi, geminin bünyesinde neden olacağı sorunun çözümü için katlanılmak zorunda olan maliyetler de göz önüne alınmalıdır.

Bu nedenle, UV sistemlerinin hem balast alırken hem de balast kullanılma zorunluluğu, aynı kapasiteye sahip farklı yöntemler kullanan cihazlardan daha fazla enerji harcaması, UV lambaların değiştirilmesi durumunda (genellikle 2,5-5 yılda bir) maliyetlerin fazla olması durumlarına rağmen her iki grup için de UV yönteminin en uygun seçim olarak çıkması, elektrokimyasal yöntemlerin neden olduğu düşünüldüğü korozyon etkisidir. UV yönteminin gemi bünyesinde herhangi bir korozyona neden olmayacağı açık olduğu için pazar verileri de en çok satan sistemlerin UV yöntemi kullanan sistemler olduğunu göstermiştir. Hatta yakın zamanda KOSDER derneği üyelerinin toplu olarak gemilerine BWTS alımı yapacakları ve alacakları bu sistemin de UV yöntemini kullanan bir sistem olacağı yapılan görüşmelerde öğrenilmiştir.

Elektrokimyasal yöntemi kullanan sistem üreticileri laboratuvarlarda yaptıkları testlerle cihazlarının ürettikleri aktif maddenin gemi balast tanklarında korozyona neden olmadıklarını gösterseler de armatörler devrelerde korozyon ya da pittinge neden olacağını düşünmektedirler. Çalışmada görüldüğü üzere cihazların korozyon etkisi en yüksek değeri alan kriterlerden biri olduğu için sonucu büyük oranda etkilemekte, bazı armatörlerin bu yöntemi kullanan sistemlerden uzak durmasına neden olmaktadır.

Sistemlerin kolay kullanımı ve herhangi bir kazaya neden olmaması da en önemli noktalardandır. Yine elektrokimyasal yöntemi kullanan bir sistemin iki ayrı kazaya neden olması yine armatörleri korkutan nedenlerdir. Üretici firma konuyu araştırmış ve kamuoyunu aydınlatmak için kaza raporunu yayınlamıştır. Bu rapora göre, cihaz kullanıcı tarafından "otomatik" moddan çıkarılıp "manual" olarak çalıştırılmıştır. Manual halde çalıştırılan cihazın balast tahliyesinde sadece nötralizasyon ünitesi çalıştırılması gerekirken elektroliz ünitesi de kullanıcı tarafından devreye alınmıştır. Cihazların elektroliz ünitesinden balast suyu tahliyesinde su geçmediği için cihazın elektroliz ünitesi ısınmış ve yanmıştır.

Pazar çekişmelerinin yoğun olduğu bu dönemde böyle bir olayın gerçekleşmesi sadece üretici firmaya zarar vermemiş elektrokimyasal yöntemi kullanan bütün firmaları zor duruma sokmuştur.

Bu süreçte bazı armatörler, bazı BWTS distribütörlüğünü almış ya da üretici firmaya ortak olmuştur. Bu durumun diğer armatörlerin seçimlerini etkilediği tahmin edilmektedir.

Çalışmada her iki grup için en iyi yöntemin UV olarak bulunmasının ve seçimlerin büyük oranda UV yöntemi üzerinde yoğunlaşmasının en önemli nedeni korozyon etkisidir. Kimyasal enjeksiyon ve elektrokimyasal yöntemlerinin neden olduğu düşünüldüğü korozyon/pitting etkisi üzerinde herhangi bir çalışma yoktur. Üretici firmaların kendi yaptırdığı testler olmasına karşın taraflı bakış açısından dolayı sonuçlar bazı armatör firmalar tarafından inandırıcı bulunmamaktadır. İleride yapılacak çalışmalarla elektrokimyasal yöntemlerin oluşturdukları sodyum hipoklorit, klor, hipokloröz asit gibi maddelerin gemi sacında ve özellikle devrelerde korozyona neden olup olmadıkları, oluyor ise etkisinin sayısal değerlerle gösterilmesi satışların yönünü doğrudan etkileyecektir. Bu testler yapılırken boyalı balast tankının içi olduğu kadar boyasız tankların da çalışmaya dahil edilmesi gerekmektedir. Özellikle kuru yük gemilerinde tahliye ve yüklemelerde kullanılan kepçe ve benzeri vinç ekipmanları ambar kenarlarına çarparak balast tankında göçüklere neden olmaktadır. Bu göçükler ise balast tankı tarafında boya kırılmalarına neden olup ıslah edilmiş balast suyunun tankın boyasız sacına temas etmesine neden olacaktır.

KAYNAKLAR

Akyüz, E., Karahalios, H., Çelik, M., 2014, Assesment of the Maritime Labour Convention Compliance Using Balanced Scorecard and Analytic Hierarchy Process Approach, Maritime Policy and Management, 42, 145-162

American Bureau of Shipping, 2010, *Guide for Ballast Water Exchange*, Houston.

Anwar, N., 2015, *Ballast Water Management*, 6th Edition, Witherby Semanship International, Edinburg, ISBN: 978-1856096904

Anses, 2010, *Safety Assessment of Reactors Fitted With Ultraviolet Lamps and The Efficacy of These Systems for The Disenfection of Water Intended for Human Consumption*, Report and Guideliness Request No:2009-SA-0002, France.

Aşıkoğlu, B., 2014, *Gemi Balast Suyu İle Yayılan İstilacı Türlerin Bertaraftı İçin Alternatif Yöntemler*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ballast Water Environmental & Economic Protection, 2019, Testing Methods, http://mpnballastwaterfacts.com/testing-methods/, [Ziyaret Tarihi: 03 Nisan 2019]

Baltalar, H., 2008, Analitik Hiyeraşi Süreci (AHP), http://www.hasanbaltalar.com/index.php?id=43, [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2019]

Bailey, S.A., Duggan, I.C., Overdijk, C.D.A.V., Jenkins, P.T., MacIsaac, H.J., 2003, Viability of invertebrate diapausing eggs collected from residual ballast sediment, *Limnology and Oceanography*, 48(4), 1701-1710.

Bilgin Güney, C., 2011, *Balast Suyu Arıtımında Elektrokimyasal Hücre Uygulaması*, Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bilgin Güney, C., 2017, *Balast Suyu Arıtım Cihazlarının İncelenmesi*, Teknik Rapor No: DEN 2017/2, İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü.

Britannica Encyclopaedia, 1998, Chlorine Production and Uses, https://www.britannica.com/science/chlorine/Production-and-use, [Ziyaret Tarihi: 30 Ocak 2019]

Cappelen, A., 2012, *Decision Making Tool for Ballast Water Management Systems*, Master Thesis, Norwegian University of Life Science Departmant of Mathematical Science and Technology.

Celik, E., Akyüz, E., 2018, An Interval Type-2 Fuzzy AHP and TOPSIS Methods for Decision Making Problems in Maritime Transportation Engineering: The Case of Ship Loader, *Ocean Engineering*, 155, 371-381.

Class NK, 2016, Technical Information, Tech-1085.

Coast Guard, 2015, Ballast water – U.S. Regulations compared to International Convention, http://mariners.coastguard.dodlive.mil/2015/12/04/1242015-ballast-water-u-s-regulations-compared-to-international-convention/ , [Ziyaret Tarihi: 23 Şubat 2017]

Committee on ships' ballast operations, 1996, *Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water,* National Academy Press, Washington, D.C. ISBN: 0-309-58932-0

Cosco Shipping Weihai, 2015, Products, http://en.wecosco.com/http:/en.wecosco.com/products, [Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2018]

Demirsoylu, O.A., 2017, *8400 DWT Tanker M/T Med Antarctic Ballast Water Management Plan*, Admarine Denizcilik San. Ve Tic. LTD.STI., İstanbul.

Deniz Ticaret Odası, 2017, Balast Suyu Yönetimi Sözleşmesi Hakkında, Sirküler No:476/2017.

Dixon, R., 2018, Chlorine Dioxide is Not Chlorine, https://ecochlor.com/wp-content/uploads/2016/07/chlorineDioxideIsNotChlorine.pdf, [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

D.P.A., 2008, *Mardeniz Balast Yönetim Planı*, Mardeniz Denizcilik İşletmeleri A.Ş., İstanbul.

Drake, L.A., Doblin, M.A., Dobbs, F.C., 2007, Potential mictobial bioinvasions via ships' balast water, sediment and biofilm, *Marine Pollution Bulletin*, 55, 333-341.

Dündar, S., 2008, Ders Seçiminde Analitik Hiyeraşi Proses Uygulaması, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.13, S.2, 217-226.

Ecocholor BWTS, 2019, Treatment, https://ecochlor.com/treatment/, [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

Erma First ESK Engineering Solutions S.A., 2015, *Equipment Operations & Technical Manual*, Perama.

Endersen, Ø.,Behrens, H.L., Brynestad, S., Andersen, A.B., Skjong, R., 2004, Challenges in global ballast water management, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 615-623.

Gibraltar Maritime Administration, 2016, Ballast Water Management Convention to Enter Into Force 8th September 2017 Guidance, Rev.2, Gibraltar.

Gollash, S., Davic, M., Voight, M., Dragsund, E., Hewitt, C., Fukuyo, Y. 2007, Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments, *Harmful Algea*, 6, 585-600.

Göktürk, D., 2005, *İstanbul Limanlarında Balast Suyu Örneklemeleri*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Helios Quartz, 2016, UV Lamps, https://www.heliosquartz.com/prodotti/uv-lamps/?lang=en, [Ziyaret Tarihi: 17 Mart 2018]

Hyde Marine, 2018, Hyde Guardian Gold Ballast Water Treatment System HG250GX Technical Specifications, Coraopolis.

IMO, 2004, *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*, London.

IMO, 2014, Application of the International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments 2004 – Resolution A.1088(28).

IMO, 2016, Global treaty to halt invasive aquatic species to enter into force in 2017, http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/22-BWM-.aspx, [Ziyaret Tarihi: 15 Şubat 2017]

IMO, 2016, Ballast water management, http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx, [Ziyaret Tarihi: 29 Haziran 2016]

IMO, 2016, Global treaty to halt invasive aquatic species to enter into force in 2017, **http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/22-BWM-.aspx,** [Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2016]

IMO, 2017, Invasive Aquatic Species (IAS), http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/AquaticInvasiveSpecies(AIS).aspx, [Ziyaret Tarihi: 05 Mart 2019]

IMO, 2017, *Ballast Water Management - How to do it,* London, ISBN: 9280116819

JFE Engineering Corporation, 2017, JFE BallastAce® Ballast Water Management System Product, https://jfe-ballast-ace.com/product/ , [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2018]

JFE Engineering Corporation, 2018, JFE BallastAce® Ballast Water Management System Treatment Process(Ballasting process flow), https://www.youtube.com/watch?v=Hmmedc3dPBQ, [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2018]

Karahalios, H., 2017, The Application of the AHP-TOPSIS for Evaluating Ballast Water Treatment Systems by Ship Operators, *Transportation Research*, 52, 172-184

Knox, J., 2015, Ballast Water Living vs. Viable, https://mariners.coastguard.dodlive.mil/2015/12/07/1272015-ballast-water-living-vs-viable/ , [Ziyaret Tarihi: 05 Aralık 2017]

Körpe, Ö., 2009, *Balast Suyu Yönetimi*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Lacasa, E., Tsolaki, E., Sbokou, Z., Rodrigo, M. A., Mantzavinos, D., Diamadopoulos, E., 2013, Electrochemical Disinfection of Simulated Ballast Water on Conductive Diamond Electrodes, Chemical Engineering Journal, 223, 516-523.

Lloyd's Register, 2016, Understanding ballast water management – Guidance for shipowners and operators, 3rd Ed., Southhampton.

Lloyd's Register, 2017, Statutory Alerts: IMO Ballast Water Management Convention – New Implementation Dates Agreed for Installation of Ballast Water Treatment Systems, Class News No:16/2017, London.

Mamlook, R., Badran, O., Abu-Khader, M. M., Holdo, A., Dales, J., 2008, Fuzzy Sets Analysis for Ballast Water Treatment Systems: Best Available Control Technology, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 10, 397-407.

Marine Environment Protection Comittee, 2006, *Guidelines for Ballast Water Exchange Design and Construction Standarts,* Resolution MEPC.145(55), Annex I, Adopted on 13 October 2006.

Marine Environment Protection Comittee, 2008, *Guidelenes for Ballast Water Sampling (G2)* Resolution MEPC.173(58), Annex 3, Adopted on 10 October 2008.

Marine Environment Protection Comitte, 2008, *Guidelines for Approval of Ballast Water Management Systems (G8),* Resolution MEPC.174(58), Annex 4, Adopted on 10 October 2008.

Marship Engineering, 2019, *Envirocleanse LCC*, https://www.marshipengineering.com/products/intank-ballast-water-treatment-systems/Envirocleanse-LLC/, [Ziyaret Tarihi: 07 Ocak 2019]

Mitsubishi Kakoki Kaisha LTD., Mitsubishi VOS Ballast Water Treatment System, http://www.kakoki.co.jp/english/products/m-006/index.html, [Ziyaret Tarihi: 14 Şubat 2019]

Nouryon, 2018, Eka ClO2 Effective Elemental Chlorine-Free Pulp Bleaching, https://eka.nouryon.com/products/chlorine-dioxide/, [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

N.E.I. Treatment Systems, 2012, *The U.S. Ballast Water Rules and The IMO Ballast Water Convention*, PowerPoint Slides, Lake Oswego.

Oceanking Technical & Trading SA, 2014, NK-03 Blue Ballast Water Treatment, https://www.oceanking.gr/sauer-manometer-2/, [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

OCIMF, 2005, *Ship Inspection Report (SIRE) Programme,* 3rd Ed., London.

Optimarin, 2015, *Installation Manual for Optimarin Ballast System 30792-01*, Sandnes.

Özkan, B., 2010, *Growth Of Gold Fılms On Quartz Surfaces For Quartz Crystal Mıcrobalance Applıcatıon*, Master Degree, Middle East Technical University Chemistry Department.

Rahman, S., 2017, Implementation of Ballast Water Management Plan in Ships Through Ballast Water Exchange System, *Procedia Engineering*, 194, 323-329.

Reid, D.,F., 2006, *Conversation of Spesific Gravity To Salinity For Ballast Water Regulatory Management*, Great Lakes Environmental Research Laboratory, Michigan.

Reid, D., 2018, Ozone: Formula, Structure & Properties, https://study.com/academy/lesson/ozone-formula-structure-properties.html, [Ziyaret Tarihi: 23 Şubat 2019]

Rickloff, J.,R., 1987, An Evaluation of the Sporicidal Activity of Ozone, *Applied and Environmental Microbiology*, 53(4), 683-686.

Saaty, T.,L., 1990, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operation Research*, 48, 9-26.

Saaty, T.,L., 2008, Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, *Int. J. Service Sciencies*, Vol:1(1), 83-98.

Saaty, T.,L., Vargas, L.G., 2012, Model, *Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, 2nd Ed. Springer,Pittsburgh, ISBN: 978-1-4614-3596-9

Sahin, T., 2018, *SWOT-AHP Strategy Modelling for Enchancing Recognition of Turkish Marine Officers' Competencies Based on STCW Implementations*, M.Sc.Thesis, Istanbul Technical University Graduate School of Science Engineering and Technology.

Satır, T., 2014, Ballast Water Treatment Systems: Design, Regulations and Selection Under the Choice Varying Priorities, Environmental Science and Pollution Research, 21, 10686-10695.

Satır, T., Alkan, G.,B., Can, S., Bak, O.,A., 2007, Port Reception Facilities: Using Multi Criteria Decision Making, Istanbul Technical University.

Taha, H.A., 2002, *Yöneylem Araştırması 6.Basımdan Çeviri*, Çev. Ş. Alp Baray ve Şakir Esnaf, Literatür Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 975-8431-06-4

TAS Company BV, 2014, SunRui Balclor Ballast Water Treatment, https://www.youtube.com/watch?v=Diysek5tLz0, [Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2018]

Techcross Engineering, 2018, ECS Manual, Busan.

The Boll & Kirch, 2014, *Bollfilter Protection Systems Automatic and Manual Filtration Systems Product Brochure*, Essex.

Trojan Marinex, 2018, Vessel Incidental Act (VIDA) Signed Into Law, https://www.trojanmarinex.com/vida-signed-into-law/, [Ziyaret Tarihi: 03 Nisan 2019]

Tsolaki, E., Diamadopoulos, E., 2010, Technologies for ballast water treatment: A review, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, Cilt No: 85, 19-32

Turan, H.S., 2017, *Denizcilik Sektöründeki Kamu Kuruluşlarına Yönelik Bir Kurumsal Performans Değerlendirme Modeli Önerisi*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türk Armatörler Birliği, 2017, Bilgi Notu-2017/5, 20 Temmuz 2017, İstanbul.

Türk Armatörler Birliği, 2018, *Deniz Taşımacılığı Gözden Geçirme Raporu*, İstanbul.

United States Coast Guard, 2018, Ballast Water Management for Control of Non-Indigenous Species in Waters of the United States, Washington.

United States Coast Guard, 2017, *U.S. Ballast Water Requlations,* PowerPoint Slides, U.S. Coast Guard Headquarters Office of Operating and Environmental Standards, Washington.

Veldhuis, M.J.W., Fuhr, F., Stehouwer, P.P., 2009, Fınal Report of The Land- Based Testıng of The Ecochlor®-System, for Type Approval Accordıng to Regulatıon-D2 and The Relevant IMO Guıdeline (Aprıl – July 2008), Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Vural, G., 2014, *Balast Suyu Arıtma Sistemlerinin Seçiminde KPI (Anahtar Performans Göstergeleri),* Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yingzhi, C., Xiaoting, F., 2008, The Concept of Ocean Dumping, *China Oceans Law Review*, 1, 243-274

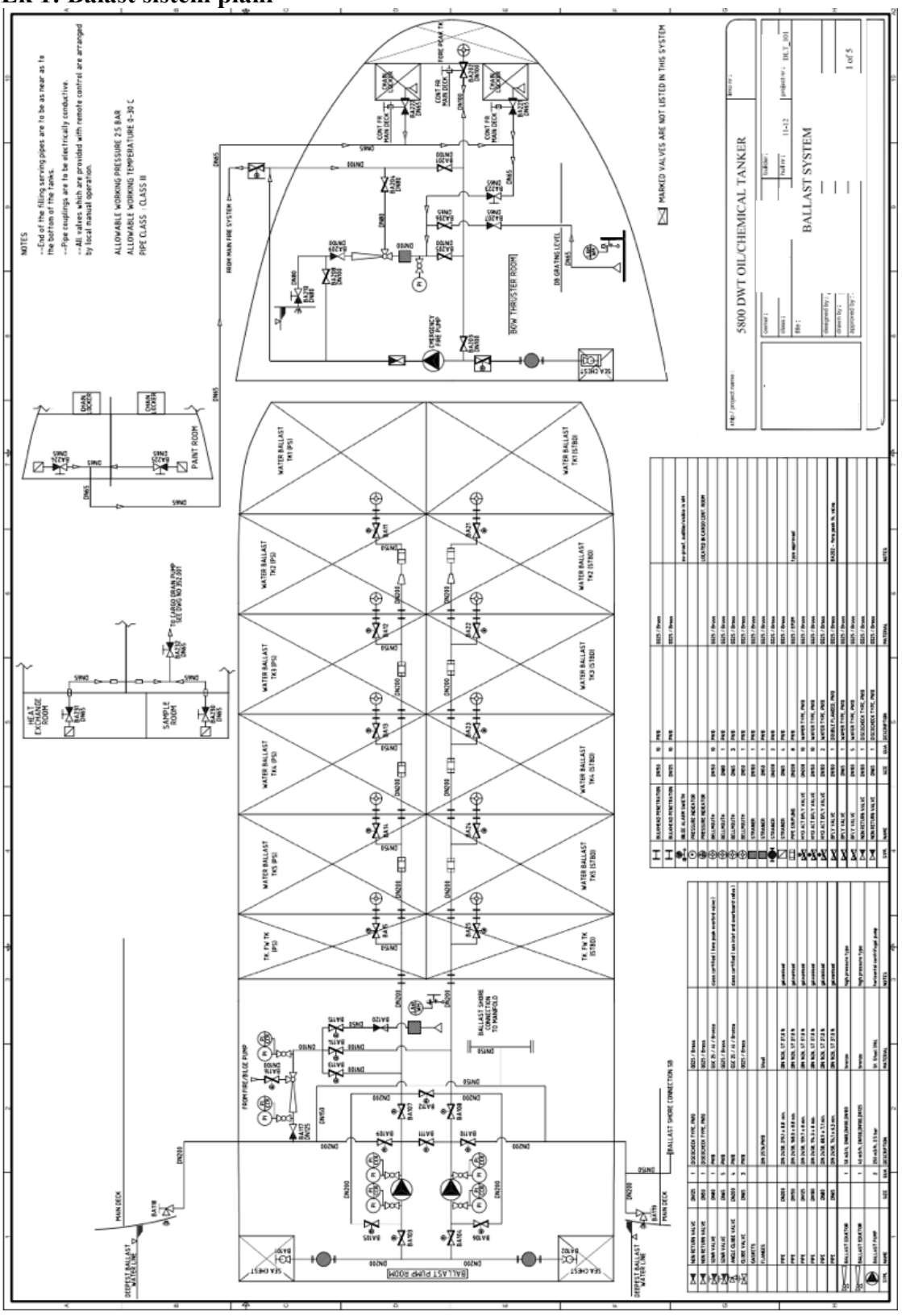
Wärtsilä, 2015, *Aquarious Ballast Water System Management System Technical Specifications Number: 10472901A-02*, Istanbul.

Wärtsilä, 2016, *Wärtsilä Aquarious EC Ballast Water Management Systems*, PowerPoint Slides, Istanbul.

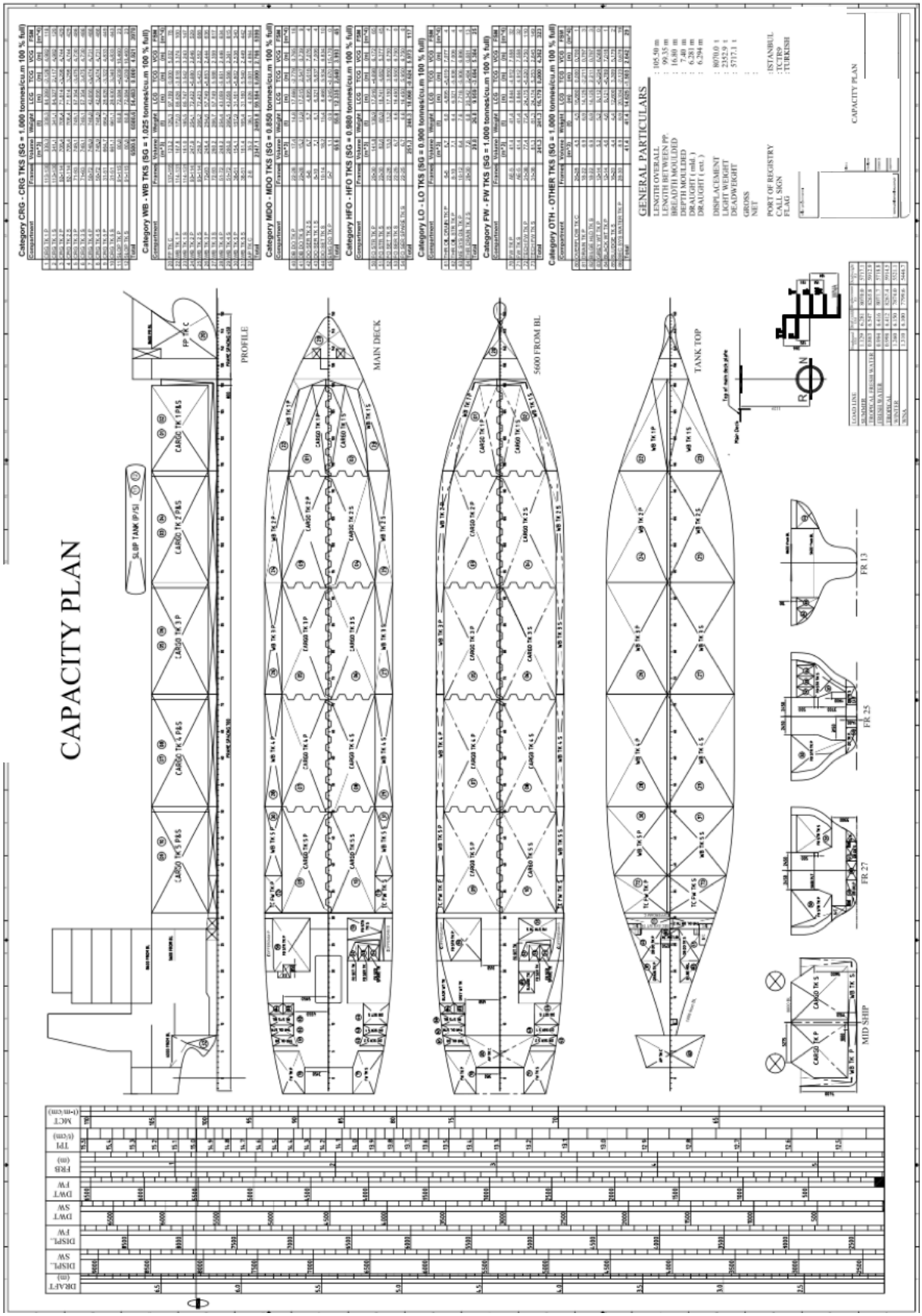
World Shipping Council, 2017, *U.S. Approval for Ballast Water Treatment Technology*, http://www.worldshipping.org/industry-issues/environment/vessel-discharges/u-s-approval-for-ballast-water-treatment-technology , [Ziyaret Tarihi: 25 Şubat 2017]

EKLER

Ek 1: Balast sistem planı



Ek 2: Kapasite plan



Ek 3: IOPP Sertifikası

INTERNATIONAL OIL POLLUTION PREVENTION CERTIFICATE

No [redacted]

Issued under the provisions of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978 relating thereto, as amended, (hereinafter referred to as "the Convention") under the authority of the Government of

MALTA

By BUREAU VERITAS

(Note : This Certificate shall be supplemented by a Record of Construction and Equipment.)

Name of Ship BV No [redacted]	Distinctive Number or Letters	Port of Registry	Gross Tonnage	IMO Number
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Deadweight of ship (metric tons) *(for oil tankers)* : 6404

TYPE OF SHIP

X Oil tanker

. . Ship other than oil tanker with cargo tanks coming under Regulation 2(2) of Annex I of the Convention

. . Ship other than any of the above

THIS IS TO CERTIFY

1. That the ship has been surveyed in accordance with Regulation 6 of Annex I of the Convention; and
2. That the survey shows that the structure, equipment systems, fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex I of the Convention.

This Certificate is valid until **14 May 2020** *
subject to surveys in accordance with Regulation 6 of Annex I of the Convention.
Completion date of the survey on which this certificate is based : 11/05/2015

Issued a[redacted], on the 11 May 2015

Valid only when the Supplement No[redacted] is available for inspection.

The undersigned declares that he is duly authorized by the said Government to issue this certificate.

BUREAU VERITAS

[redacted]

By Order of the Secreta

BUREAU VERITAS

BUREAU VERITAS - DISTRICT DE BUENOS AIRES - PARIS 1828 - REGISTRE INTERNATIONAL

** Insert the date of expiry as specified by the Administration in accordance with regulation 10(1) of Annex I of the Convention. The day and month of this date correspond to the anniversary date as defined in regulation 1(27) of annex I of the Convention, unless amended in accordance with regulation 10(6) of Annex I of the Convention.*

Ek 4: USCG onayı almış ya da değerlendirme aşamasında olan sistemler

Marine Safety Center
BWMS Type Approval Status

Approved

Application Received	Manufacturer (Country)	Model	Independent Laboratory	System Type	Capacity	Certificate Issued* (Amended)
20 Sep 2016	Optimarin (Norway)	OBS/OBS Ex	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	167 – 3,000 m^3/h	02 Dec 2016 (03 Nov 2017)
21 Sep 2016	Alfa Laval (Sweden)	PureBallast 3	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	150 – 3,000 m^3/h	23 Dec 2016 (21 Dec 2017)
23 Sep 2016	TeamTec OceanSaver AS (Norway)	OceanSaver MK II	DNV GL	Filtration + Electrodialysis	200 – 7,200 m^3/h	23 Dec 2016 (18 Oct 2017)
24 Jan 2017	Sunrui (China)	BalClor	DNV GL	Filtration + Electrolysis	50 – 8,500 m^3/h	06 Jun 2017 (05 Jan 2018)
31 Mar 2017	Ecochlor, Inc. (USA)	Ecochlor BWTS	DNV GL	Filtration + Chemical Injection	500 – 16,200 m^3/h	10 Aug 2017 (26 Apr 2018)
02 May 2017	ERMA FIRST (Greece)	Erma First FIT	Lloyd's Register	Filtration + Electrolysis	100 – 3,740 m^3/h	18 Oct 2017 (13 Feb 2019)
31 Oct 2017	Techcross, Inc. (Republic of Korea)	Electro-Cleen	Korean Register	Electrolysis	150 – 12,000 m^3/h	05 Jun 2018
28 Sep 2017	Samsung Heavy Industries Co., Ltd (Republic of Korea)	Purimar	Korean Register	Filtration + Electrolysis	250 – 10,000 m^3/h	15 Jun 2018 (20 Jul 2018)
12 Mar 2018	BIO-UV Group (France)	BIO-SEA B	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	55 – 1,400 m^3/h	20 Jun 2018
09 Apr 2018	Wärtsilä Water Systems, Ltd. (UK)	Aquarius EC	DNV GL	Filtration + Electrolysis	250 – 4,000 m^3/h	30 Aug 2018
31 May 2018	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. (Republic of Korea)	HiBallast	DNV GL	Filtration + Electrolysis	75 – 10,000 m^3/h	26 Oct 2018
09 May 2018	Headway Technology Co., Ltd. (People's Republic of China)	OceanGuard	DNV GL	Filtration + Electrolysis	65 – 5,200 m^3/h	06 Nov 2018
29 Mar 2018	JFE Engineering Corporation (Japan)	BallastAce	Control Union	Filtration + Chemical Injection	500 – 3,500 m^3/h	13 Nov 2018 (08 Feb 2019)
30 Mar 2018	Panasia Co., Ltd. (Republic of Korea)	GloEn-Patrol	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	50 – 6,000 m^3/h	14 Dec 2018
03 Mar 2018	De Nora (USA)	BALPURE	Lloyd's Register	Filtration + Electrolysis	400 – 8,570 m^3/h	19 Dec 2018
20 Jul 2018	Envirocleanse, LLC (USA)	inTank BWTS	DNV GL	Electrolysis + Chemical Injection	Up to 200,000 m^3	01 Feb 2019

Marine Safety Center
BWMS Type Approval Status

Under Review

Application Received	Manufacturer (Country)	Model	Independent Laboratory	System Type	Capacity	Certificate Issued* (Amended)
16 Mar 2018	Alfa Laval (Sweden)	PureBallast 3	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	150 – 3,000 m^3/h	23 Dec 2016 (21 Dec 2017)
22 Mar 2018	Optimarin (Norway)	OBS/OBS Ex	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	167 – 3,000 m^3/h	02 Dec 2016 (03 Nov 2017)
30 Aug 2018	NK BMS Co., Ltd. (Republic of Korea)	NK-O3 BlueBallast II	Lloyd's Register	Ozone	200 – 8,000 m^3/h	Pending
27 Sep 2018	NK BMS Co., Ltd. (Republic of Korea)	NK-O3 Blue-Ballast II Plus	Lloyd's Register	Ozone	200 – 8,000 m^3/h	Pending
18 Oct 2018	DESMI Ocean Guard A/S (Denmark)	CompactClean	Lloyd's Register	Filtration + Ultraviolet	135 – 3,000 m^3/h	Pending
19 Oct 2018	Wärtsilä Water Systems, Ltd. (UK)	Aquarius UV	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	50 – 1,000 m^3/h	Pending
19 Oct 2018	Cathelco Ltd. (UK)	Evolution	Lloyd's Register	Filtration + Ultraviolet	34 – 1,500 m^3/h	Pending
23 Oct 2018	Techcross, Inc. (Republic of Korea)	Electro-Cleen	Korean Register	Electrolysis	150 – 12,000 m^3/h	05 Jun 2018 (Pending)
27 Nov 2018	Semb-Eco Pte, Ltd. (Singapore)	LUV U1	Lloyd's Register	Filtration + Ultraviolet	500 m^3/h	Pending
12 Dec 2018	Wärtsilä Water Systems, Ltd. (UK)	Aquarius EC	DNV GL	Filtration + Electrolysis	250 – 4,000 m^3/h	30 Aug 2018 (Pending)
23 Jan 2019	Miura Co., Ltd. (Japan)	HK-S(E)	NSF International	Filtration + UV	200 – 900 m^3/h	Pending

Ek 5: BWTS Seçiminde AHP Uygulaması Soruları

1. **Sizce sistemin etkili çalışması için tankta bekleme süresinin uzunluğu ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

2. **Sizce sistemin tuz oranına bağlı olarak etkili çalışması sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

3. **Sizce sistemim sıcaklığa bağlı olarak etkili çalışması sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

4. **Sizce sistemin yüksek TRO limiti ile çalışması için sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

5. **Sizce sistemin çalışması esnasında yaşanacak basınç düşmesi (pressure drop) sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

6. **Sizce sistemin kullandığı filtrenin markası sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

7. **Sizce sistemin harcadığı enerji sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

8. **Sizce sistemin hem balast alırken hem de balast basarken kullanılması sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

9. **Sizce üretici firmanın anlaşmadan sonra en kısa zamanda ürünü teslim etmesi sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

10. **Sizce üretici firmanın ürünü teslimatını yapacağı yer sistemin seçiminde ne kadar önemli?**

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

11. Sizce ürünün ödeme koşulları (peşin, taksit) sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

12. Sizce ürünün garanti süresinin uzunluğu sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

13. Sizce ürünün kurulum maliyeti sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

14. Sizce BWTS sisteminin kurulumu için geminin balast pompaları/devrelerinde büyük köklü değişikliklere gerek duyması sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

15. Sizce sistemin üretici firmasının sektör itibarı sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

16. Sizce sistemin satış sonrası destek, servis hizmetlerinin etkinliği sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

17. Sizce sistemin yedek parça müsaitliği ve kalitesi sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

18. Sizce BWTS seçiminde sistemin korozyon/pittinge neden olması ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

19. Sizce BWTS seçiminde sistemin USCG onayı almış olması sizce ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

20. Sizce BWTS seçiminde sistemin tehlikeli gaz üretmesi (H_2, Cl_2,,N_2...vb) sistemin seçiminde sizce ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

21. Sizce sistemin bulanıklığa bağlı olarak çalışması için sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

22. Sizce sistemin kullanımının/bakım tutum operasyonlarının kolaylığı sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

23. Sizce sistemin yıllık operasyonel maliyeti sistemin seçiminde ne kadar önemli?

Hiç önemli değil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çok önemli

Firmaya özel sorular

1 Çalıştığınız firmanın gemi sayısı nedir?

a. 1-3
b. 3-10
c. 10 ve üzeri

2 Çalıştığınız firmanın gemilerinde bulunan balast pompalarının kapasitesi nedir?

a. 50m^3/saat -250 m^3/saat
b. 251 m^3/saat - 500m^3/saat
c. 500 m^3/saat - 1000m^3/saat
d. 1001 m^3/saat ve üzeri

3 Çalıştığınız firmanın tonaj ortalaması nedir?

a. 1-2999 DWT
b. 3000-6000 DWT
c. 6001 - 59999 DWT
d. 60000 ve üzeri

4 Çalıştığınız firmanın filo yaşı nedir?

a. 1-5 yaş
b. 5-20 yaş
c. 20 ve üzeri

Ek 6: Seçeneklerin Kriterlere Göre Normalleştirilmiş Matrisi

BEKLEME SÜRESİ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,5263158	0,5263158	0,5263158	0,5263158	0,5263158
Kimyasal Enjeksiyon	0,1052632	0,1052632	0,1052632	0,1052632	0,1052632
Elektrokimyasal (Tam)	0,1052632	0,1052632	0,1052632	0,1052632	0,1052632
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,1578947	0,1578947	0,1578947	0,1578947	0,1578947
Inert gaz	0,1052632	0,1052632	0,1052632	0,1052632	0,1052632

TUZLULUK					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,3103448	0,3103448	0,3103448	0,3103448	0,3103448
Kimyasal Enjeksiyon	0,3103448	0,3103448	0,3103448	0,3103448	0,3103448
Elektrokimyasal (Tam)	0,0344828	0,0344828	0,0344828	0,0344828	0,0344828
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0344828	0,0344828	0,0344828	0,0344828	0,0344828
Inert gaz	0,3103448	0,3103448	0,3103448	0,3103448	0,3103448

SICAKLIK					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914
Kimyasal Enjeksiyon	0,3529827	0,3529827	0,3529827	0,3529827	0,3529827
Elektrokimyasal (Tam)	0,0587716	0,0587716	0,0587716	0,0587716	0,0587716
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0587716	0,0587716	0,0587716	0,0587716	0,0587716
Inert gaz	0,3529827	0,3529827	0,3529827	0,3529827	0,3529827

YÜKSEK TRO LİMİT					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,3673769	0,3673769	0,3673769	0,3673769	0,3673769
Kimyasal Enjeksiyon	0,1836885	0,1836885	0,1836885	0,1836885	0,1836885
Elektrokimyasal (Tam)	0,0407788	0,0407788	0,0407788	0,0407788	0,0407788
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0407788	0,0407788	0,0407788	0,0407788	0,0407788
Inert gaz	0,3673769	0,3673769	0,3673769	0,3673769	0,3673769

BASINÇ DÜŞMESİ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,0625000	0,0625000	0,0625000	0,0625000	0,0625000
Kimyasal Enjeksiyon	0,1250000	0,1250000	0,1250000	0,1250000	0,1250000
Elektrokimyasal (Tam)	0,4375000	0,4375000	0,4375000	0,4375000	0,4375000
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,1875000	0,1875000	0,1875000	0,1875000	0,1875000
Inert gaz	0,1875000	0,1875000	0,1875000	0,1875000	0,1875000

FİLTRE MARKASI					
CR: 0,073	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,0869565	0,2325581	0,0869565	0,1923077	0,0769231
Kimyasal Enjeksiyon	0,0173913	0,0465116	0,0173913	0,0384615	0,0769231
Elektrokimyasal (Tam)	0,0869565	0,2325581	0,0869565	0,1923077	0,0769231
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0260870	0,0697674	0,0260870	0,0576923	0,0769231
Inert gaz	0,7826087	0,4186047	0,7826087	0,5192308	0,6923077

ENERJİ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,0906208	0,0906208	0,0906208	0,0906208	0,0906208
Kimyasal Enjeksiyon	0,3964658	0,3964658	0,3964658	0,3964658	0,3964658
Elektrokimyasal (Tam)	0,2111464	0,2111464	0,2111464	0,2111464	0,2111464
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2111464	0,2111464	0,2111464	0,2111464	0,2111464
Inert gaz	0,0906208	0,0906208	0,0906208	0,0906208	0,0906208

HEM BALAST ALMA HEM BASMADA KULLANILMASI					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,0400000	0,0400000	0,0400000	0,0400000	0,0400000
Kimyasal Enjeksiyon	0,3600000	0,3600000	0,3600000	0,3600000	0,3600000
Elektrokimyasal (Tam)	0,2800000	0,2800000	0,2800000	0,2800000	0,2800000
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2800000	0,2800000	0,2800000	0,2800000	0,2800000
Inert gaz	0,0400000	0,0400000	0,0400000	0,0400000	0,0400000

KISA ZAMANDA TESLİM					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Kimyasal Enjeksiyon	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Elektrokimyasal (Tam)	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Inert gaz	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000

TESLİM YERİ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Kimyasal Enjeksiyon	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Elektrokimyasal (Tam)	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000
Inert gaz	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000	0,2000000

ÖDEME KOŞULLARI					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,4545455	0,4545455	0,4545455	0,4545455	0,4545455
Kimyasal Enjeksiyon	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636
Elektrokimyasal (Tam)	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636
Inert gaz	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636	0,1363636

GARANTİ SÜRESİ					
CR: 0,045	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,1219512	0,1219512	0,1219512	0,1219512	0,2000000
Kimyasal Enjeksiyon	0,1219512	0,1219512	0,1219512	0,1219512	0,2000000
Elektrokimyasal (Tam)	0,3658537	0,3658537	0,3658537	0,3658537	0,2800000
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,3658537	0,3658537	0,3658537	0,3658537	0,2800000
Inert gaz	0,0243902	0,0243902	0,0243902	0,0243902	0,0400000

KURULUM MALİYETİ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,2439024	0,2439024	0,2439024	0,2439024	0,2439024
Kimyasal Enjeksiyon	0,1463415	0,1463415	0,1463415	0,1463415	0,1463415
Elektrokimyasal (Tam)	0,2317073	0,2317073	0,2317073	0,2317073	0,2317073
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2317073	0,2317073	0,2317073	0,2317073	0,2317073
Inert gaz	0,1463415	0,1463415	0,1463415	0,1463415	0,1463415

DEVRE DEĞİŞİKLİĞİ					
CR: 0,008	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,1204819	0,1204819	0,1204819	0,1204819	0,1298701
Kimyasal Enjeksiyon	0,3614458	0,3614458	0,3614458	0,3614458	0,3506494
Elektrokimyasal (Tam)	0,1204819	0,1204819	0,1204819	0,1204819	0,1298701
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,3614458	0,3614458	0,3614458	0,3614458	0,3506494
Inert gaz	0,0361446	0,0361446	0,0361446	0,0361446	0,0389610

SEKTÖR İTİBARI					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,5980861	0,5980861	0,5980861	0,5980861	0,5980861
Kimyasal Enjeksiyon	0,1794258	0,1794258	0,1794258	0,1794258	0,1794258
Elektrokimyasal (Tam)	0,0663876	0,0663876	0,0663876	0,0663876	0,0663876
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0663876	0,0663876	0,0663876	0,0663876	0,0663876
Inert gaz	0,0897129	0,0897129	0,0897129	0,0897129	0,0897129

SATIŞ SONRASI DESTEK					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,4547522	0,4547522	0,4547522	0,4547522	0,4547522
Kimyasal Enjeksiyon	0,1514325	0,1514325	0,1514325	0,1514325	0,1514325
Elektrokimyasal (Tam)	0,1514325	0,1514325	0,1514325	0,1514325	0,1514325
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,1514325	0,1514325	0,1514325	0,1514325	0,1514325
Inert gaz	0,0909504	0,0909504	0,0909504	0,0909504	0,0909504

YEDEK PARÇA					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,3529827	0,3529827	0,3529827	0,3529827	0,3529827
Kimyasal Enjeksiyon	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914
Elektrokimyasal (Tam)	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914	0,1764914
Inert gaz	0,1175432	0,1175432	0,1175432	0,1175432	0,1175432

KOROZYON					
CR: 0,016	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,2227171	0,3039514	0,3577818	0,3577818	0,2000000
Kimyasal Enjeksiyon	0,0445434	0,0607903	0,0715564	0,0715564	0,0666667
Elektrokimyasal (Tam)	0,0322940	0,0440729	0,0518784	0,0518784	0,0666667
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0322940	0,0440729	0,0518784	0,0518784	0,0666667
Inert gaz	0,6681514	0,5471125	0,4669052	0,4669052	0,6000000

USCG					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498
Kimyasal Enjeksiyon	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498
Elektrokimyasal (Tam)	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498	0,2432498
Inert gaz	0,0270007	0,0270007	0,0270007	0,0270007	0,0270007

TEHLİKELİ GAZ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,6329114	0,6329114	0,6329114	0,6329114	0,6329114
Kimyasal Enjeksiyon	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722
Elektrokimyasal (Tam)	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722
Inert gaz	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722	0,0917722

BULANIKLILIK					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,0303030	0,0303030	0,0303030	0,0303030	0,0303030
Kimyasal Enjeksiyon	0,2727273	0,2727273	0,2727273	0,2727273	0,2727273
Elektrokimyasal (Tam)	0,2121212	0,2121212	0,2121212	0,2121212	0,2121212
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,2121212	0,2121212	0,2121212	0,2121212	0,2121212
Inert gaz	0,2727273	0,2727273	0,2727273	0,2727273	0,2727273

KOLAY KULLANIM					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,5656109	0,5656109	0,5656109	0,5656109	0,5656109
Kimyasal Enjeksiyon	0,1883484	0,1883484	0,1883484	0,1883484	0,1883484
Elektrokimyasal (Tam)	0,0820136	0,0820136	0,0820136	0,0820136	0,0820136
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,0820136	0,0820136	0,0820136	0,0820136	0,0820136
Inert gaz	0,0820136	0,0820136	0,0820136	0,0820136	0,0820136

YILLIK KULLANIM MALİYETİ					
CR: 0	UV	Kimyasal Enjeksiyon	Elektrokimyasal (Tam)	Elektrokimyasal (Kısmi)	Inert Gaz
UV	0,0775194	0,0775194	0,0775194	0,0775194	0,0775194
Kimyasal Enjeksiyon	0,0697674	0,0697674	0,0697674	0,0697674	0,0697674
Elektrokimyasal (Tam)	0,3875969	0,3875969	0,3875969	0,3875969	0,3875969
Elektrokimyasal (Kısmi)	0,3875969	0,3875969	0,3875969	0,3875969	0,3875969
Inert gaz	0,0775194	0,0775194	0,0775194	0,0775194	0,0775194

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Çağlayan TOP
Doğum Yeri	Eskişehir
Doğum Tarihi	04.10.1983
Uyruğu	❒x T.C. ❒ Diğer:
Telefon	+90 537 894 5535
E-Posta Adresi	caglayantop@gmail.com
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri Lisans	
Üniversite	İstanbul Teknik Üniversitesi
Fakülte	Denizcilik Fakültesi
Bölümü	Güverte
Mezuniyet Yılı	2005

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Programı
Mezuniyet Yılı	2019

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Anabilim Dalı Adı
Programı	Program Adı

Makale ve Bildiriler

III. Global Maritime Conference - Criteria Comparison of Companies Which Have Different Tonnage of Vessels for BWTS Selection