

## IMO BALAST SUYU SÖZLEŞMESİ'NE GÖRE GEMİLERDE BALAST SUYU YÖNETİMİ VE GÜNCEL DEĞİŞİKLİKLER

Ceren BİLGİN GÜNEY

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi/ bilgincer@itu.edu.tr*

### ABSTRACT

The International Convention on the Control and Management of Ship Ballast Water and Sediments, which obliges the commercial vessels larger than 400 GT to treat their ballast water, entered into force on 8 September 2017. MEPC, affiliated to the IMO, linked the treatment schedule of the vessels to their IOPP renewal surveys at its 72th session in April 2018. At the same session, MEPC adopted the new guidelines for approval of the ballast water management systems, which was revised in 2016, as a code and made it mandatory for the implementation. While the installation process of the ballast water treatment system is planned according to the date of renewal of the IOPP certificate of the ship, it should be checked whether the selected IMO Type Approval is valid for scheduled dates; the suitability of the ballast water treatment systems to the ship should be assessed.

**Key words:** *IMO, ballast water management, ballast water treatment systems*

### 1. Giriş

Denizel canlıların gemilerin balast tanklarında doğal sınırlarının ötesine taşınması, 1970'lerin ortasından, günümüze kadar birçok çalışmaya konu olmuştur. [1]–[8]. Balast tanklarında taşınan canlı türleri oldukça geniş bir yelpazede bulunmaktadır ve bu türlerinden bazıları geldikleri yeni bölgelere yerleşmekte, buradaki yerel türlerle rekabet ederek yeni çevrelerini tamamen ele geçirmektedirler. [9]–[13]. Çevresel etkilerin yanı sıra, bu organizmalardan bazıları halk sağlığını da tehdit eder niteliktedir [14]–[16]. Balast tanklarında taşınan organizmaların etkileri geçen zamanla birlikte insan sağlığına yönelik potansiyel tehditleri de dâhil olmak üzere, artmakta ve geri dönülmez boyutlara doğru ilerleyebilmektedir.

Zararlı türlerin balast tanklarında taşınarak geldikleri yeni bölgelerde sebep oldukları sağlık, çevre ve ekonomi problemleri konunun bilim dünyasının ötesine taşınmasına; dünya genelinde ulusal, bölgesel ve uluslararası düzeyde çeşitli yasal düzenlemelerin yapılmasına neden olmuştur. IMO (*International Maritime Organization*-Uluslararası Denizcilik Örgütü) 14 Şubat 2004 tarihinde 'Gemi Balast Sularının ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Uluslararası Sözleşmesi'ni üye devletlerin onayına sunmuştur. Sözleşmenin yürürlüğe girme şartı, 18. Madde'de 'dünya ticaret filosunun % 35'ini temsil eden 30 ülkenin onayından 12 ay sonra yürürlüğe girecektir' şeklinde belirlenmiştir [17]. Bu şartların sağlanması 12 seneden fazla sürmüş; sözleşme ancak 8 Eylül 2017 tarihinde yürürlüğe girebilmiştir. Bunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Öncelikle sözleşmenin çeşitli maddeleri ve düzenlemeleri, IMO bünyesinde hazırlanacak rehberlere atıfta bulunmasına rağmen, problemin karmaşık ve farklı çalışma alanlarını ilgilendiren yapısı rehberlerin hazırlanmasını zorlaştırmıştır. Diğer taraftan sözleşmede işaret edilen balast suyu deşarj standartlarının sağlanması için teknoloji geliştirme çalışmaları ancak sözleşmenin imzaya

açılmasıyla hız kazanmış; sistemlerin geliştirilip onaylanma süreçlerini tamamlaması ve yeterli kapasiteye ulaşılması uzun yıllara yayılmıştır. Tüm bunlar sözleşmenin onaylanması aşamasında haklı tereddütlere neden olmuştur. Bunlara ek olarak sözleşme yürürlüğe girdikten sonra liman devleti kontrolü, balast suyu örnekleme ve analizindeki belirsizliklerde bu gecikmede önemli bir paya sahiptir.

IMO Balast Suyu Sözleşmesi'nde, balast suyu yönetimi 'Balast Suyu ve Sedimanı içerisindeki Zararlı Sucul Organizmaların ve Patojenlerin temizlenmesi, deşarjı veya alınmasının önlenmesi veya zararsız hale getirilmesi amacıyla tek başına veya birleşik olarak yapılan mekanik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemler' olarak tanımlanmaktadır. Gemi üzerinde balast suyu yönetimi burada belirtilen amaçla gemide yapılan uygulamaların tamamını içermektedir. 'Gemiler İçin Kontrol ve Yönetim Gereklilikleri', Balast Suyu Sözleşmesi'nin Ek'inde yer alan Bölüm B ile belirtilmektedir. Buna göre Sözleşmenin yürürlüğe girmesi ile sözleşmenin uygulanacağı tüm gemiler şunları sağlamak zorundadır [17] :

1. İdare tarafından onaylanmış Balast Suyu Yönetim Planı'na sahip olmalı
2. Balast Suyu Kayıt Defteri bulundurmalı
3. Uluslararası Balast Suyu Yönetimi Setrifikasına sahip olmalıdır.

Son maddede yer alan 'Uluslararası Balast Suyu Yönetimi Setrifikası' gemide kullanılan başlıca balast suyu yönetimi yöntem(ler)ini içermelidir. Bu yöntemler için belirlenen Balast Suyu Performans Standartları sözleşmenin ekinde Bölüm D'de Kural D-1 ve Kural D-2 ile belirtilmektedir. Kural D-1 mevcut gemilerin artıma sistemi takana kadar sağlamaları gereken balast suyu değişim standartlarını içermektedir. Kural D-2 ise nihai olarak gemilere uygulanacak balast suyu deşarj standardını içermektedir. Bu standartla balast suyunun beher hacminde bulunabilecek organizmalar, boyut sınıflandırmasına göre ayrılmıştır. Ayrıca insan sağlığı açısından zararlı üç indikatör mikrop tespit edilerek bunlara da sınırlandırma getirilmiştir. Kural D-2 ile getirilen limitler Tablo 1'de özetlenmektedir. Sözleşmeye göre bu standardı sağlamak için gemilerin iki alternatifi mevcuttur. Birinci alternatif gemilerin balast suyu arıtım sistemiyle donatılarak balast suyu arıtımı icra etmeleriyle ikinci alternatif gemilerin liman idareleri tarafından gösterilebilecek balast suyu kabul tesislerine balast sularını deşarj etmeleridir. Ancak balast suyu kabul tesisi bulundurmak liman idareleri için ihtiyari bir tedbirdir, zorunluluk değildir. Sözleşme, sadece gemiler için tedbir zorunluluğu getirmiştir. Bu da, pratikte, gemilerin balast suyu arıtım cihazıyla donatılmasını zorunlu hale getirmektedir.

**Tablo 1** Kural D-2 [18]

Organizma		Birim Hacimdeki İzin Verilen Yaşayabilir Organizma Miktarı
Organizma boyu $\geq 50 \mu\text{m}$		<10 adet / $\text{m}^3$
50 $\mu\text{m}$ > Organizma boyu $\geq 10 \mu\text{m}$		<10 adet / ml
İnsan sağlığı ile ilgili standartlar	Toxigenic Vibrio Chlorae (Serotip O1 ve O 139)	<1 *cfu/100ml (zooplankton örneklerinde ıslak ağırlık olarak 1 cfu/g'dan az)
	Escherichia coli	<250 *cfu/100 ml
	Intestinal Enterococci	<250 *cfu/100 ml

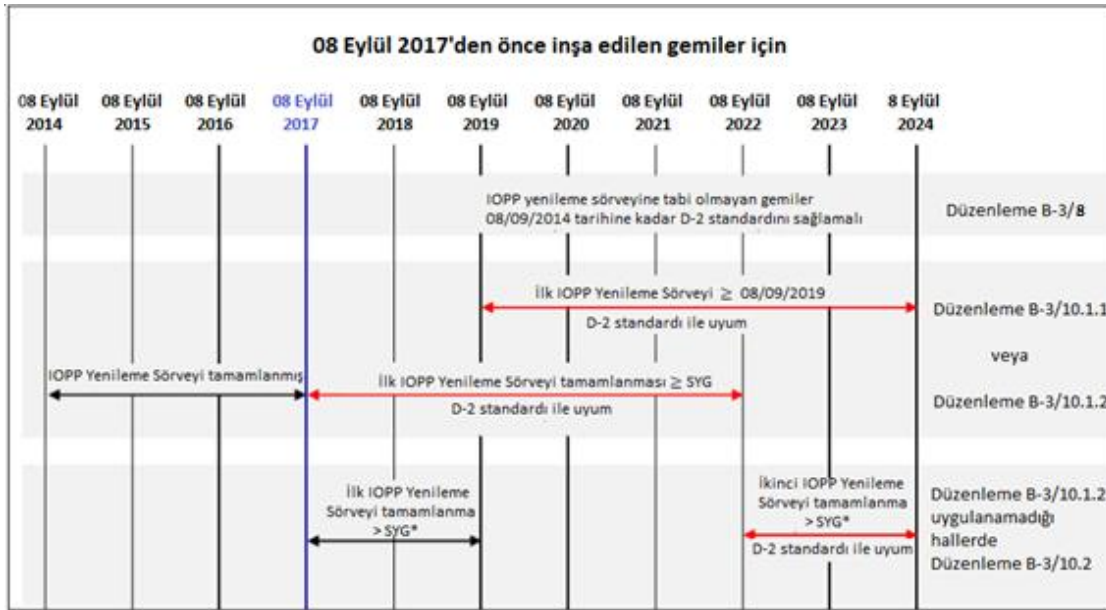
\* colony forming unit: koloni oluşturma birimi

## 2. IMO Balast Suyu Sözleşmesi'nin Uygulama Takviminde Yapılan Değişiklikler

Gemilerin balast suyu yönetimi gerekliliklerinin yerine getirilme takvimi sözleşmede Kural B-3 ile belirtilmiştir. Ancak sözleşmenin imzaya açıldığı tarihte, onaylanma sürecinde yaşanan gecikme öngörülemediği için belirlenmiş olan uygulama takvimi, sözleşmenin yürürlüğe girmesinin öncesinde kalmıştır. Sözleşmede Kural B-3'de yer alan takvim, taraf olan devletlerin bayrağını taşıyan 400 GT ve üzeri ticari gemilerin, yaş ve balast suyu kapasitelerine bağlı olarak 2009 - 2016 yılları arasında balast suyu standartlarını sağlayacak sistemleriyle donatılmış olmasını gerektirmektedir. Sözleşmenin yürürlüğe girmesi için gerek şartlar (dünya ticaret filosunun % 35'ini temsil eden 30 ülkenin onayı) ise ancak 8 Eylül 2016'da sağlanabilmiştir. Bu da sözleşmenin uygulanma takviminde değişiklik yapılması ihtiyacını doğurmuş; IMO'ya bağlı Deniz Çevresini Koruma Komitesi'nin (MEPC - *Marine Environment Protection Committee*) 3-7 Temmuz 2017 tarihlerinde gerçekleştirilen 71. Oturumunda uygulama takviminin yeniden düzenlenmesi onaylanmıştır. Bu düzenleme kapsamında sözleşmenin yürürlüğe girme tarihinden önce inşa edilen gemilerin D-2 standardını sağlamaları için tabi olacakları takvim, IOPP sertifikalarının yenileme tarihlerine göre düzenlenmiştir. Bunun sonucunda her bir gemiye özel ayrı bir takvim (Şekil 1) oluşmuş durumdadır [19]. Komitenin 71. Oturumunda onaylanmış olan bu düzenlemeler ise Komitenin 9-13 Nisan 2018 tarihlerinde gerçekleştirilen 72. Oturumunda sözleşmeye dâhil edilmiştir [20].

Bir önceki kısımda da belirtildiği gibi pratikte D-2 standardını sağlayabilmeleri için gemilerin arıtma sistemi ile donatılması gerekmektedir. Bu takvim aslında gemilerin arıtma sistemi ile donatılacağı tarihleri belirtmektedir. Yapılan düzenlemede de gemiler 'yeni gemiler' ve 'mevcut gemiler' olarak ikiye ayrılmaktadır:

**Yeni Gemiler:** Bu tanım 8 Eylül 2017'de veya sonrasında inşa edilen gemileri kapsamaktadır. Bu gemiler hizmete girildiklerinde balast suyu standardını (D-2) sağlamalıdır. Bu da mevcut koşullarda, gemilerin balast suyu arıtma sistemiyle donatılmış olmasını gerektirmektedir.



\*SYG: Sözleşmenin Yürürlüğe Girme Tarihi

Şekil 1. MEPC 72'de onaylanan uygulama takvimi [20]

**Mevcut Gemiler:** Bu tanım 8 Eylül 2017'den önce inşa edilen gemileri kapsamaktadır. Bu gemiler, IOPP yenileme sürvey tarihine bağlı olarak belirlenen takvimle D-2 standardını sağlamak, yani balast suyu arıtım sistemiyle donatılmak zorundadır. Bu tarihten önce balast suyu arıtma sistemi zorunlu değildir. Ancak tüm mevcut gemiler, arıtma sistemi ile donatılana kadar en asından azından D-1 standardına göre balast suyu değişimi icra etmelidir. Mevcut gemiler için IOPP yenileme sürveyinin uygulama takvimi şu şekilde özetlenebilir:

- IOPP yenileme sürveyi 9 Eylül 2019 sonrasında olan gemiler, bu tarihten sonraki ilk yenileme sürveyinde balast suyu arıtım sistemiyle donatılmış olmalıdır.
- IOPP yenileme sürveyi 8 Eylül 2017-8 Eylül 2019 arasında olan gemiler için, bir önceki IOPP yenileme sürvey zamanlarına göre, iki farklı durum söz konusudur;
  - Bir önceki IOPP yenileme sürveyini 8 Eylül 2014-8 Eylül 2017 tarihleri arasında yaptırmış olan gemiler sözleşmenin yürürlüğe girdiği tarihi takip eden ilk IOPP yenileme sürveyinde balast suyu arıtım sistemiyle donatılmış olmalıdır
  - Bir önceki IOPP yenileme sürveyini 8 Eylül 2014 öncesinde yaptırmış olan gemiler ise bir sonraki yenileme sürveyini (8 Eylül 2019'dan sonra olacak olan) bekleyebilirler.

Özetle gemilerin D-2 standardına uymak için arıtma sistemi ile donatılması, IOPP yenileme sertifikalarının tarihlerine göre aşamalı olarak, 8 Eylül 2024'de tamamlanacaktır.

### 3. Balast Suyu Arıtım Sistemlerinin Sahip Olması Gereken Onaylar ve Onay Süreçlerinde Yapılan Güncel Değişiklikler

Gemilerin donatılacağı balast suyu arıtma sistemlerinin MEPC tarafından hazırlanmış olan G(8) (Balast suyu yönetimi sistemlerinin onayı ile ilgili rehberler-*Guidelines for approval of ballast water management systems*) rehberine uygun olarak verilmiş Tip Onayı Sertifikasına sahip olmasını gerekmektedir. Balast suyu arıtım sistemleri, Tip Onayı için, hem karasal tesiste hem de gemi üzerinde test edilmeli ve sözleşmede belirtilen D-2 standartlarını sağladığını ispat etmelidir. Ancak bundan sonra sözleşmeye taraf olan bir Bayrak Devletinin yetkilendirdiği kurum tarafından onaylanabilir. Eğer bir balast suyu arıtma sistemi aktif madde<sup>1</sup> ihtiva ediyorsa, yukarıda belirtilen onay sürecine, sistemin güvenlik, insan sağlığı ve çevre açısından uygunluğunun değerlendirildiği çift aşamalı ikinci için bir onay süreci daha eklenmektedir. [21]. Bu ikinci onay sürecinin gereklilikleri, G(9) rehberinde (Aktif madde kullanan balast suyu yönetimi sistemlerinin onayı için süreçler - *Procedure for approval of ballast water management systems that make use of active substances*) yer almaktadır. Neticede eğer bir sistem aktif madde kullanıyor ise 'Tip Onayı'ndan önce G(9) rehberine göre 'Ön Onay- *Basic Approval*' ve 'Son Onay - *Final Approval*' belgelerini almalıdır.

Onay aşamasında tüm sistemlerin verimliliğinin hem karasal tesiste hem de gemi üzerinde test edilmesi ve istenilen standardı sağlaması gerekmektedir. Diğer taraftan dünya genelinde kabul görmüş olan ve onay idareleri tarafından güvenilir bulunan belli başlı bazı test kuruluşları bulunmaktadır. Ancak, bu kuruluşlar çevresel şartlar ve test koşulları açısından oldukça önemli farklılıklar göstermektedir ve bu farklılıkların test sonuçlarını etkileyebileceği bilinmektedir [22]. Hatta birçok sistemin, karasal tesisteki koşullarda sağladığı standardı gemi üzerindeki testlerde

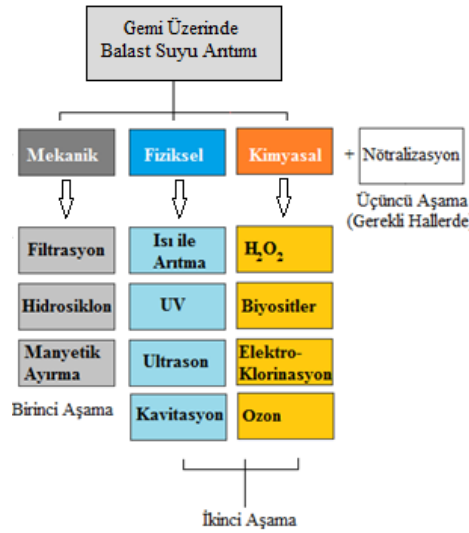
<sup>1</sup> Akif madde sözleşmede "zararlı sucul organizmalara ve patojenlere karşı genel veya belirli bir etkisi olan, virüs ve mantarların da dâhil olduğu, her türlü madde ve organizma" olarak tanımlanmaktadır.

dahi gösteremediği tespit edilmiştir [23]. Sistemlerin onay süreçlerinde yaşanan farklılıkları gözden geçiren IMO Deniz Çevresi Koruma Komitesi, onay süreçleri için yayınlamış olduğu G(8) rehberinde bazı belirsizlikler olduğunu ve bu belirsizliklerin sistem güvenilirliğini etkileyebileceğini tespit etmiştir. Bu nedenle Komite, sözleşmede yer alan standartların muntazam ve düzgün bir şekilde uygulanmasını sağlamak için bu belirsizlikleri ortadan kaldırarak G(8) rehberini revize etmiştir [24]. Revize edilen G(8) rehberi, Komitenin Nisan 2018'de gerçekleştirilen 72. Oturumda balast suyu yönetim sistemlerinin onaylanması için zorunlu hale getirilmiştir ve BWMS Kodu (Balast Suyu Yönetim Sistemlerinin Onaylanması İçin Kod- *Code for Approval of Ballast Water Management Systems*) olarak kabul edilmiştir. [20]. Bu yeni kod 28 Ekim 2018 tarihinden sonra onay sürecine başlayan tüm sistemler için zorunlu olarak uygulanacaktır. Balast suyu arıtım sistemleri ile donatılacak gemiler için ise 28 Ekim 2020 tarihi belirleyicidir. Buna göre;

- 28 Ekim 2020 tarihinden önce gemilere takılacak olan balast suyu arıtım sistemleri eski veya revize edilmiş G(8) rehberine göre onay almış olmalıdır.
- 28 Ekim 2020 tarihinden sonra gemilere takılacak olan balast suyu arıtım sistemleri BWMS Koduna uygun olarak onay almış olmalıdır.

#### 4. Balast Suyu Arıtım Sistemlerinde ve IMO Tip Onayı Almış Sistemler

Mevcut gemi ve teknoloji kısıtları nedeniyle, hiç bir yöntem balast suyu arıtımı için tek başına yeterli değildir. Bu nedenle birden fazla yöntemin bir arada kullanıldığı karma sistemler geliştirilerek, piyasaya sunulmaktadır. Bu sistemlerde genel olarak iki farklı aşama bulunur (Şekil 2). Birinci aşamada balast suyundaki mevcut partikül ve büyük organizmalar mekanik yöntemlerle tutulmakta ve balast suyu ikinci aşamada yer alan yöntemlere hazırlanmaktadır. İkinci aşamada ise bir veya daha fazla yöntem birlikte kullanılarak arıtım gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2. Balast suyu arıtımının aşamaları

Eğer sistemlerde aktif madde mevcutsa çıkış suyunda kalan dezenfektan yan ürünleri ve kalıntıları, üçüncü bir aşama ile nötrale edilmektedir. Bu sistemlerde birincil arıtımda genellikle filtreler ve hidrosiklonlar kullanılmaktadır. İkincil aşamada kullanılan fiziksel yöntemlerin en yaygını UV ile arıtma yöntemidir. Bununla birlikte oksijensizleştirme, kavitasyon ve ısı ile arıtma da kullanılan fiziksel yöntemler arasındadır. Kimyasal yöntemlerde çeşitli kimyasallar doğrudan kullanılabilir gibi, deniz suyunun elektrolizi ile gemi üzerinde de dezenfektan

üretilebilmektedir [18], [25]. Her bir yöntemin birbirine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır, bunlar Tablo 2’de kısaca özetlenmektedir.

Diğer taraftan piyasada yüzün üzerinde sistem mevcuttur. Bu sistemler Şekil 2’de belirtilen yöntemlerin farklı kombinasyonlarından oluşmaktadır. IMO tarafından Mayıs 2018’de güncellenen listeye göre piyasadaki sistemlerden 75’i Tip Onayı sertifikasına sahiptir [26]. Tablo 3’de IMO tip Onayı almış sistemler üretici firma adına göre alfabetik olarak listelenmiş ve kullanılan teknolojiler özetlenmiştir. Bu tabloda IMO Tip Onayı listesinde farklı kapasiteler için birden fazla onay aldığı anlaşılan sistemlere birer kez yer verilmiştir, bu nedenle Tablo 3’de yer alan sistem sayısı 67’ye düşmüştür. Tablodaki sistemlerden Hamann AG /Degussa GmbH tarafından üretilen SEDNA piyasadan çekilmiştir ve Shanghai Jiazhou Environmental Mechanical & Electrica tarafından üretilen BALWAT hakkında herhangi bir bilgi bulunamamıştır. Alfa Laval markasıyla piyasaya sunulan ve Tablo 3’de 6. sırada yer alan balast suyu arıtma sistemleri (PureBallast 3.2 ve PureBallast 3.2 Compact Flex) revize edilmiş G(8) rehberine göre Tip Onayı almış olan ilk ve şu an için tek sistemdir. Diğer sistemlerin tamamı önceki G(8) rehberine göre onay almıştır. Aynı tabloda 16. Sırada yer alan Damen InvaSave 300 balast suyu arıtma sistemi ise IMO Tip Onayı almış ilk mobil sistemdir. Liman bazlı arıtım için tasarlanmış olan sistem kendi kendine yeten bir mobil konteyner içinde yer almaktadır. Bu konteyner herhangi bir mavnaya yerleştirilebilecek veya bir römork, bir duba ya da başka tipte bir gemi üzerinde limanın etrafında hareket ettirilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sistemin sadece balast tankı dolu halde limana gelen gemilerin balast sularını arıtmak için değil, aynı zamanda limanlarda yük boşalttıktan sonra balast alacak gemilere arıtılmış balast suyu sağlamak için de kullanılması hedeflenmektedir.

**Tablo 2.** Sistemlerde kullanılan teknolojilerin avantaj ve dezavantajları [27]

	Avantaj	Dezavantaj
<b>Mekanik Yöntemler</b>		
Filtrasyon	İyi anlaşılmalı ve kullanımı yaygın olan bir sistem; güvenli bir şekilde zooplankton, büyük organizmalar ve toksin üreten zehirli dinoflagelatların kistlerinin arıtımında kullanılabilir	Düşük arıtma verimi, uzun arıtma süresi; kabul edilemeyecek basınç düşüklükleri; uzun geri yıkama döngüleri; ek akım ve atık depolama ihtiyacı; bakteri ve organik kirleticiler için etkisi düşük
Hidrosiklon	İyi anlaşılmalı bir yöntem; yüksek debilerde çalışabilir; az basınç düşüklüğü; gemi üzeri kurulumu güvenli	Mikroorganizmaları gidermede etkisi düşük
<b>Kimyasal Yöntemler</b>		
Klor	Olgunlaşmış bir teknoloji; göreceli olarak düşük maliyetli; hızlı reaksiyon veriyor; çoğu bakteri ve sucul canlı üzerinde etkili	Yüksek konsantrasyonlarda korozyona neden olabilir; sediman varlığından etkileniyor; kalıntıları olumsuz etkiye neden olabilir; toksik ve kalıcı yan ürünler oluşabilir
Klor dioksit	Düşük dozlarda etkili; çevre dostu; düşük yan ürün oluşumu; kısa vadede korozyon etkisi yok; ekstrem su koşullarında ve yüksek debilerde etkili	Yüksek maliyet; jeneratör ihtiyacı; prekürsör (öncül) kimyasallar için depolama ihtiyacı
Ozon	Güçlü oksidan; çevre dostu; kimyasal için büyük depolama alanı ihtiyacı yok; düşük doz ve temas süresi	Kararsız; yerine üretim gerekiyor; prekürsör (öncül) kimyasallar için depolama ihtiyacı
Hidrojen peroksit	Sınırlı risk; hızlı bozunma; zararlı yan ürün yok	Yüksek maliyet; bakteriyal sporlarda etkisiz; taşıma esnasında güvenlik ihtiyacı
Oksijensizleştirme	Çok düşük korozyon; çevre dostu; düşük sermaye maliyeti	Anaerobik bakteri ve bazı türlerin kist evrelerinde etkisiz
<b>Fiziksel Yöntemler</b>		
Isı	Güvenilir ve ekonomik; makinadaki atık ısıyı kullanıyor; sedimandaki organizmaların arıtımında etkili; kabul edilebilir alan ihtiyacı	Yüksek balast kapasiteleri için uzun proses süresi; mikroorganizmalar üzerinde düşük etki; sıcak çıkış suyu deşarj; korozyonu artırma ve alglerin çoğalmasını hızlandırma olasılığı; büyük hacim ihtiyacı

UV	Bakterisit ve virüs etkisi kanıtlanmış; zararlı yan ürün oluşumu yok; kısa reaksiyon süresi; sıcaklık değişikliklerinden etkilenmiyor; farklı radyasyon seviyeleri; petrol tankerlerinden kaynaklanan hidrokarbonların bozunmasında etkili	Farklı su kaliteleri için değişken öldürücü doz; sediman üzerinde etkisiz; genetiği değişmiş türler deşarji; UV lambalarından cıva sızıntısı
Ultrason	Kimyasal ekleme ve yan ürün yok; diğer ikincil arıtım teknikleri ile birlikte kullanıldığında oldukça etkili	Suyun devridaimi için ek boru hattı ihtiyacı; mikroorganizmalarda etkisiz; gürültü oluşumu; yüksek enerji ihtiyacı; tekne bütünlüğü ile ilgili problemler
Elektriksel alan	Kullanımı kolay; yüksek ölçekli arıtma için uygun; kapladığı yüzey alanı az; kimyasal eklenmiyor	Yüksek işletim maliyeti ve güvenlik riski
<b>Biyolojik Yöntemler</b>		
Glutaraldehit	Biyolojik olarak bozunabilir; özel bir ekipmana ihtiyaç yok; zararlı yan ürün üretimi yok	Özel pH; korozif; sedimanda etkisiz; yüksek maliyet; çecresel etkiler
Perasetik asit	Düşük konsantrasyonlarda çoğu mikroorganizmada etkili; sediman ve organik maddeden etkilenmiyor	Potansiyel kalıntıların zehirliliği; pahalı; özel pH; korozyon olasılığı
SeaKleen®	Geniş yelpazede birçok organizme için toksik; memelilerde, balıklarda kuşlarda düşük toksisite; korozif değil; göreceli olarak uygun maliyetli	Dinlenme evrelerindeki dayanıklı organizmalar ve sedimandaki organizmalar üzerinde düşük etki; sedimanda kalıntıları bulunabilir

IMO Tip Onayı almış sistemlerde (Tablo 3) kullanılan yöntemler incelendiğinde filtrasyon tekniğinin en çok tercih edilen ön arıtma yöntemi olduğu gözlenmektedir. Filtrasyonda karşılaşılan en önemli problemler balast pompa kapasitesi ile uyum sorunu, tıkanıklıklar nedeniyle geri yıkama zorunluluğu, basınç düşmeleri ve gemi üzerindeki mekân kısıtlamaları olarak özetlenebilir. Ancak mevcut teknoloji kısıtlarıyla, özellikle UV kullanan sistemler için neredeyse zorunlu bir seçenektir.

İkincil arıtmada ise UV teknolojisi, tüm sistemler içinde en çok tercih edilen yöntemdir. UV teknolojisinin bu kadar tercih edilmesi, su arıtımında hâlihazırda kullanılmakta olan, bilinen bir yöntem olmasından ve de onay süreçlerinin aktif madde kullanan sistemlere göre sağladığı süre ve maliyet avantajlarından kaynaklanmaktadır. Ancak, UV sistemlerinin verimliliği deniz suyunun bulanıklığı ve organizmaların yapısına bağlı olarak önemli kısıtlar içermektedir. Bu nedenle sistemlerin bir kısmında, UV teknolojisinin, ileri oksidasyon prosesleri başta olmak üzere, farklı yöntemlerle kombine olarak kullanıldığı görülmektedir.

Tip Onayı almış olan sistemlerde ikincil arıtmada elektroliz/elektroklorinasyon yöntemi ise ikinci sırada yer almaktadır. Sadece aktif madde kullanan sistemler değerlendirildiğinde ise en çok bu teknolojinin tercih edildiği görülmektedir. Bunun en önemli nedeni dezenfeksiyon için gerekli olan kimyasalın gemi üzerinde üretilmesi ve bunun sağladığı önemli avantajlardır. Özellikle ayrı bir depolama alanı istememesi, gemi personelinin sağlığı ve çevre açısından içerdiği risklerin az olması, varılan limanlardaki tedarik koşullarından bağımsız olması bu avantajların başında yer almaktadır. Sistemler incelendiğinde fiziksel yöntemler arasında yer alan kavitasyon/ultrason teknolojilerinin ise bazı sistemlerde (aktif madde kullanan ve kullanmayan) ikincil arıtımı desteklemek için kullanıldığı görülmektedir.

**Tablo 3.** IMO Tip Onayı Almış Sistemler ve Sistemlerde Kullanılan teknolojiler

	Üretici	Arıtma Sistemi	Aktif madde	IMO onayı	Ön arıtma	Arıtma
1	Ahead Ocean Technology	Ahead BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
2	Alfa Laval Tumba	PureBallast 1.0	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve İO** (TiO <sub>2</sub> )
3	Alfa Laval Tumba	PureBallast 2.0	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve İO** (TiO <sub>2</sub> )

4	Alfa Laval Tumba	PureBallast 2.0 Ex	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve İO** (TiO <sub>2</sub> )
5	Alfa Laval Tumba	PureBallast 3.0	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
6	Alfa Laval Tumba	PureBallast 3.2 PureBallast 3.2 Compact Flex	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
7	AQUA Eng. Co., Ltd.	AquaStar™	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	EL/EK* ve Kaviteasyon
8	Auramarine Ltd.	CrystalBallast	YOK	Tip Onayı	YOK	UV
9	Bawat A/S	Bawat BWMS	YOK	Tip Onayı	YOK	Isı ve Oksijensizleştirme
10	Bio-UV	BIO-SEA	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
11	Cathelco Ltd	Cathelco BWT System	YOK	Tip Onayı*	Filtrasyon	UV
12	COSCO(Weihai) Shipbuilding Marine Technology	Blue Osean Shield (BOS) BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve Ultrason
13	Coldharbour Marine Limited	GLD™	YOK	Tip Onayı	YOK	Oksijensizleştirme ve Ultrason
14	Cyeco Environmental Technology (Shanghai )	Cyeco™ Ballast Water Treatment System	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
15	Severn Trent De Nora	Balpure®	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK
16	Damen Green Solutions	Damen InvaSave 300	Yok	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
17	DESMI Ocean Guard A/S	OxyClean BWTS	Var	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	UV
18	Ecomarine Technology Research Association	ECOMARINE EC	YOK	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK*
19	Ecochlor Inc	Ecochlor	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	Kimyasal/biyolojik
20	Elite marine ballast water treatment	Seascope-BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
21	ERMA FIRST SA	Erma First	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon ve Hidrosiklon	EL/EK*
22	Evoqua Water Technologies	Seacure	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK*
23	GEA Westfalia	BallastMaster UltraV	VAR	Ön Onay, Son Onay Yok, Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve US osilasyon
24	Hanla IMS	EcoGuardian	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK*
25	Headway Technology Co Ltd	OceanGuard	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	Elektrokataliz, Ultrasonve İO** (OH <sup>-</sup> )



26	Hitachi Ballast Water Management Systems	ClearBallast	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	koagülan
27	Hyde Marine, Inc.	Hyde GUARDIAN	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
28	Hyundai Heavy Industries	EcoBallast	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	UV
29	Hyundai Heavy Industries	HiBallast	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK*
30	JFE Engineering Corporation	JFE BallastAce®	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	Cl ve Kavitasyon
31	Jiangsu Nanji Machinery	NiBallast BWMS	YOK	Tip Onayı	Ön filtrasyon & mikromembran	Oksijensizleştirme
32	Jiujiang Precision Measuring Technology	OceanDoctor BWMS	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve İO** (OH·)
33	Knutsen Ballast water AS	KBAL	YOK	Tip Onayı	Yok	UV ve basınç/vakum reaktör
34	KURARAY Co., Ltd.	MICROFADE	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	Cl
35	Kurita Water industries Ltd.	KURITA BWMS	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Yok	Biocide
36	Mahle Industrie filtration GmbH	Ocean Protection System (OPS)	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
37	Mitsui Engineering & Shipbuilding	FineBallastMF	YOK	Tip Onayı	Ön filtrasyon & Membrane	YOK
38	Mitsui Engineering & Shipbuilding	Fineballast OZ	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	O <sub>3</sub> ve Kavitasyon
39	Miura Co.,Ltd	Miura BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
40	MMC Green Technology AS	MMC BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
41	N.E.I. Treatment Systems, LLC	VOS	YOK	Tip Onayı	YOK	Oksijensizleştirme ve Kavitasyon
42	NIPPON YUKA KOGYO CO., LTD.	SKY-SYSTEM (ex. PeracleanOcean)	Var	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	Kimyasal enjeksiyonu
43	NK Co. Ltd.	NK-O3 Blueballast	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	O <sub>3</sub>
44	Oceansaver AS	MKI	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	Oksijensizleştirme + Kavitasyon+ EL/EK*
45	Oceansaver AS	MKII	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK* ve Kavitasyon
46	Optimarin AS	OBS & OBS Ex	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
47	Pact Environmental Technology	PACT marine™ BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV

48	PANASIA CO., LTD	GloEn-Patrol™	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
49	Panasonic Environmental Systems & Engineering Co., Ltd	ATPS-BLUE sys	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Yok	EL/EK*
50	Resource Ballast Technologies (Pty.) Ltd.	Resource Ballast Water TreatmentSystem	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon +	Kavitation+ O <sub>3</sub> +EL/EK*
51	RWO GmbH	CleanBallast	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK* ve İO** (OH·)
52	Samkun Centry Co., Ltd	ARA PLASMA BWTS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV ve Plazma
53	Samsung Heavy Industries Co., Ltd	Purimar TM	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK* ve Res
54	Sembcorp Marine Reparis & Upgrades Pet.Ltd.	Semb-Eco LUV 500	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
55	Sembcorp Marine & Ecospec Global Technology	Semb-Eco L-UV	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	LED-UV
56	Shanghai LEE's FUDA Electromechanical Technology Co. Ltd	LeesGreen Ballast Water Managemet Systems	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
57	Shanghai Hengyuan Marine Equipment Co.,Ltd	HY-BWMS	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
58	Shanghai Jiazhou Environmental Mechanical & Electrical	BALWAT Ballast Water Management System	YOK	Tip Onayı	Bilgi bulunamadı	Bilgi bulunamadı
59	SUNBO INDUSTRIES Co. Ltd., DSEC Co. Ltd.	Blue Zone BWMS DNS 250	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	O <sub>3</sub>
60	SunRui Marine Environment Engineering Company	BalClor	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK*
61	TEHCROSS Inc.	Electro-Cleen™ System	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	EL/EK*
62	Trojan Marinex	Trojan Marinex	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
63	Van Oord Ship Management BV	VO-BWMS	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	YOK	EL/EK*
64	Wärtsilä Water Systems Ltd	Aquarius UV	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
65	Wärtsilä Water Systems Ltd	Aquarius EC	VAR	Ön Onay, Son Onay, Tip Onayı	Filtrasyon	EL/EK*
66	Wuxi Brightsky	BSKY™ BWMS	YOK	Tip Onayı	Hidrosiklon	UV ve Ultrason

67	Zhejiang Yingpeng Marine Equipment Manufacturer Co. Ltd.	YP-BWMS ballast water managementsystem	YOK	Tip Onayı	Filtrasyon	UV
----	--	--	-----	-----------	------------	----

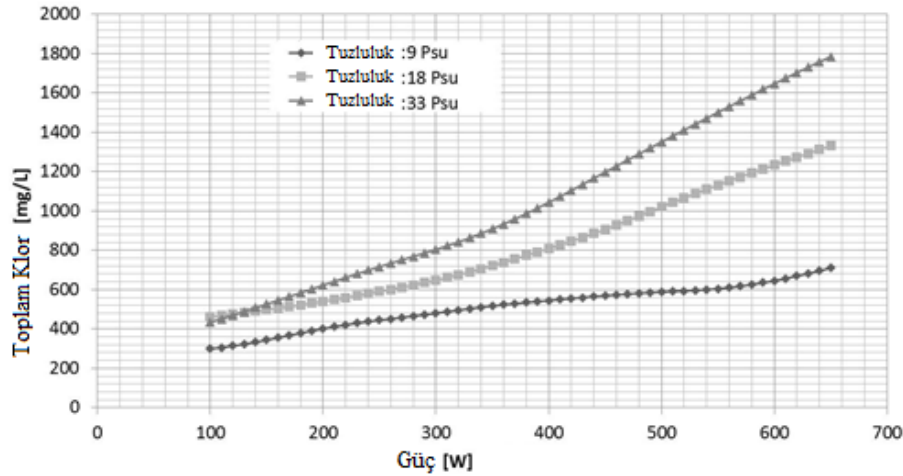
\*Elektroliz/Elektroklorinasyon

\*\*İleri Oksidasyon (*Advanced oxidation*)

Tip Onayı sürecinde sistemlerin verimliliğinin hem karasal tesiste hem de gemi üzerinde test edilmesi ve istenilen standardı sağlaması gerekmektedir. Ancak testlerin sonuçlarının, testi yapan kuruluşlara ve testlerin yapıldığı koşullara bağlı olarak değişebileceği [22] daha sonra gerçek deniz koşulları için yanıltıcı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Aslında balast suyu arıtım sistemlerinin verimliliği birçok etmene bağlı olarak değişmektedir. Balast suyu arıtım sistemini oluşturan teknolojilerin kompozisyonu, balast operasyonunun yapıldığı yerdeki deniz suyu ve mevcut organizmalar, seyir süresi ve hatta gemi rotasında karşılaşılabilecek meteorolojik koşullar sistem verimliliğini etkileyebilecek etmenlerdendir. Örneğin deniz suyunun sediman yükü ve partikül boyutu filtrelerin performansı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Sediman yükü ayrıca, ikincil arıtımında kullanılacak teknolojileri de olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle suyun berraklığını düşürdüğü için UV sistemlerinin verimi sediman varlığında düşmektedir [28]. Yapılan çalışmalar tank dibinde biriken sedimanda bulunan farklı yaşam evrelerindeki organizmaların tamamını gidermede kimyasal arıtımın da etkisiz kaldığını göstermektedir [29], [30]. Elektrokimyasal yöntem kullanan sistemlerde tuzluluk oldukça önemli bir parametredir ve tatlı sularda seyir yapan gemiler için uygun değildir. Değişen deniz suyu tuzluluklarında çalışabildiği iddia edilen bu sistemlerde mutlaka enerji tüketimi göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 3) [31]. Elektrokimyasal süreçte kullanılacak deniz suyunun tuzluluğu düştükçe istenilen verimi sağlayabilmek için kullanılan enerji artacaktır [25], [31]. Bu nedenle sistemlerin hangi tuzluluk koşullarında ne verimle test edildiği mutlaka değerlendirilmelidir.

Balast suyu ve ortam sıcaklığı, gerek metabolik faaliyetleri gerekse kimyasal reaksiyonların gerçekleşme hızını etkilediği için birçok balast suyu sisteminin verimliliğini de etkileyen faktörlerden birisidir. Kimyasal reaksiyonların gerçekleşme oranı sıcaklıkla doğrudan ilişkili olduğu için elektroliz veya kimyasal enjeksiyonu yoluyla biyosit kullanan arıtma istemlerinin verimliliği düşük sıcaklıklarda olumsuz etkilenebilir [27]. Chen ve diğ.[32] yakın zamanda yaptıkları çalışmada düşük su sıcaklığının UV dezenfeksiyonunu dahi olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.



Şekil 3. Aynı elektrokimyasal hücrenin farklı tuzluluklar için güç tüketimi [31]

#### 4.1 Sistem Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması Gereken Gemi Özellikleri ve İşletim Karakteristikleri

Balast suyu arıtım sistemlerinin gemi gereksinimleri ve özellikleri ile uyumlu olması gerekmektedir. Sistemlerde kullanılan bileşenlerin hızı pompa kapasiteleriyle; kullanılacak sistemin enerji tüketimi gemi üzerindeki enerji kaynaklarıyla; sistemin kaplayacağı hacmin ve izdüşümü alanının gemi üzerindeki kullanılabilir hacim ve alanla uyumlu olması çok önemlidir. Tüm bu özellikler ise sistemde kullanılan teknolojilerin yanı sıra, geminin balast suyu kapasitesine, dolayısıyla da sistemin kapasitesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Öncelikle seçilecek sistemlerin boyutlarının ve kapasitesinin gemi için uygun olması gerekmektedir. Küçük gemiler için sistemin kurulacağı boş hacmi yaratmak; büyük hacimli gemiler içinse mevcut teknolojiyle gereken kapasiteyi sağlamak aşılması gereken problemlerdir. Birçok durumda gemi tipi ve kapasitesi balast arıtım sistemi seçiminde belirleyici faktördür. Gemilerin herhangi bir limanda alacağı balast suyu miktarı ve hızı seçilecek sistemlerin boyutlandırılması için önemli bir kriterdir. Özellikle tanker ve dökme yük gemileri gibi balast suyu ihtiyacı yüksek olan gemiler, yüksüz durumda tam balast koşullarında seyir yapan gemilerdir. Bu gemiler, genellikle limanlarda kısa sürede yükleme boşaltma yapabilmek için yüksek pompa kapasitesine sahiplerdir. Bu nedenle arıtma sistemlerinin kapasiteleri balast pompa kapasiteleri ile uyumlu olmalı, balast alımı ve deşarjı esnasında zaman kaybına neden olmamalıdır. Pompa kapasitesinin yanı sıra özellikle ön arıtmadaki tıkanıklıklar nedeni ile arıtım sistemlerinin neden olacağı basınç düşüşleri değerlendirilmeli, otomatik geri yıkama kapasiteleri göz önünde bulundurulmalıdır [33].

Sistemlerin verimli çalışabilmesi, gerekecek enerjinin gemi üzerinde teminine bağlıdır. Özellikle UV, ultrason ve ısı gibi enerji ihtiyacı yüksek olan arıtma yöntemleri[34]–[36], kullanılan teknolojiye bağlı olarak, çok büyük balast kapasiteli gemiler için uygun olmayabilir. En az enerji tüketimi ise doğrudan klor enjeksiyonu ile arıtım yapan sistemlerde gerçekleşmektedir. Ancak büyük balast hacimlerinde klor enjeksiyonu da işletim maliyeti, gemi üzerinde uygulanabilirlik ve çevre açılarından değerlendirildiğinde çok uygun değildir. Bu tip balast ihtiyacı büyük olan gemilerde, UV teknolojilerinin verimi de pompa hızı arttıkça düşmektedir [37].

Balast suyu deşarj standardını sağlayabilmek için gereken bekleme süresi kullanılan sisteme göre değişmektedir. Sistemlerin arıtımı hangi aşamada gerçekleştirdiği ve arıtım için gereken süre gemilerin operasyonel karakteristikleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle balast suyunun tanklarda kalış süresinin, seçilecek olan sistemin arıtmayı gerçekleştirmesi için ihtiyaç duyacağı süreden kısa olmaması gerekmektedir. UV gibi bazı teknolojilerle dezenfeksiyon anlık uygulama ile sağlanabilirken kimyasal arıtım veya ısıya dayalı teknolojilerin kullanıldığı sistemlerde bu süre uzamakta, oksijensizleştirmede 4-6 günlük bekleme süresine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu tip sistemlerde seyir süresi çıkış suyu standartlarının sağlanması açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Örneğin farklı limanlara uğrayarak yükleme boşaltma yapan konteyner gemileri için oksijensizleştirme yöntemi uygun değilken VLCC<sup>2</sup> ve ULCC<sup>3</sup> tankerlerde uygulanabilir bir yöntemdir. Ancak yüksek balast kapasiteli bu gemilerde kullanılacak sistemin işletim maliyeti de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Sistem seçiminde gemilerin balast aldıkları limanlarda mevcut deniz suyunun özellikleri değerlendirilmelidir. Elektroklorinasyon sistemleri klorür, ozon sistemleri ise bromür ihtiyacı duydukları için [38] balast suyunun, başta tuzluluk olmak üzere kimyasal özellikleri bu sistemlerin verimli çalışması için önemlidir. Bazı elektroklorinasyon sistemlerinde tuzluluğun yeterli olmadığı durumlarda elektroliz için tuz eklenmesi çözüm olarak sunulmaktadır. Bu sistemler için tuzun depolanma ve tedarik koşulları değerlendirilmelidir. Ozon sistemleri ise bromür ihtiyacı nedeniyle sadece deniz suyu ile çalışmaktadır. Balast suyundaki kirleticiler, gerek gemi üzerinde üretilen, gerekse balast suyuna enjekte edilen hazır oksitleyici kimyasalların verimini düşürmekte, gerekli arıtım standardı ancak yüksek dozajlarla sağlanabilmektedir. Ancak dozaj artırılması arıtım maliyetini ve enerji ihtiyacını yükseltmesinin yanı sıra arıtım sonrasında çıkış suyunun deşarj limitlerinin dışına çıkmasına neden olabilir.

UV sistemlerinin verimi deniz suyunun ışık geçirgenliğine bağlı olarak değişmektedir bu nedenle deniz suyunun bulanıklığı UV sistemlerini olumsuz etkileyecektir[37]. Sediman yükü fazla olan limanlardan balast alan gemiler için, UV ancak verimli bir ön arıtım ile kombine edildiği zaman kullanılabilir.

Bazı sistemlerin verimliliğinin sıcaklıkla doğrudan ilişkilidir. Çok soğuk sularda seyir yapan gemilerde, seyir esnasındaki ortam sıcaklığının sistem verimi üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulmalıdır[27]. Ayrıca ısı ile arıtım yapan sistemler, yine soğuk sularda seyir yapan gemiler için çok uygun olmayacaktır. Kullanılan teknolojiye bağlı olarak arıtmada gereken sıcaklığı sağlamak için harcanacak enerji, ısıtma süresi ve erişilebilecek maksimum sıcaklık, giriş suyu veya ortam sıcaklığına bağlı olarak değişecektir [39].

## 5. Değerlendirme

14 Şubat 2004 tarihinde IMO tarafından üye devletlerin onayına sunulan 'Gemi Balast Sularının ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Uluslararası Sözleşmesi' 8 Eylül 2017 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin yürürlüğe girmesi, çeşitli nedenlerle 13 yıldan uzun sürmüştür. Bu gecikme de, sözleşmede belirlenmiş olan uygulama takviminin, sözleşmenin yürürlüğe girmesinin öncesinde kalmasına neden olmuştur. Dolayısıyla, uygulama takviminde düzenleme yapılması ihtiyacı doğmuş, yapılan düzenleme IMO'ya bağlı Deniz Çevresi'ni Koruma Komitesi'nin 9-13 Nisan 2018 tarihlerinde gerçekleştirilen 72. Oturumunda sözleşmeye dâhil

<sup>2</sup> Çok Büyük Ham Petrol Taşıyıcı - *Very Large Crude Carrier*

<sup>3</sup> Ultra Büyük Ham Petrol Taşıyıcı - *Ultra Large Crude Carrier*

edilmiştir. Bu düzenlemeyle, sözleşmenin yürürlüğe girme tarihinden önce inşa edilen 400 GT ve üzeri tüm ticari gemilerin, balast suyu deşarj standardını (D-2) sağlamaları için tabi olacakları takvim, gemilerin IOPP sertifikalarının yenileme tarihlerine göre belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, bu düzenlemeyle her gemiye özel ayrı bir takvim oluşmuştur; söz konusu gemilerin tamamının D-2 standardına uymak için arıtma sistemi ile donatılması 8 Eylül 2024’de tamamlanacaktır. Diğer taraftan, Deniz Çevresi’ni Koruma Komitesi, Tip Onayı süreçlerinde onay idarelerine yol göstermek için yayınlamış olduğu G(8) rehberinde bazı belirsizlikler olduğunu ve bu belirsizliklerin sistem güvenilirliğini etkileyebileceğini tespit etmiş; belirsizlikleri ortadan kaldırarak G(8) rehberini 2016 yılında revize etmiştir. Komite, revize edilmiş olan bu rehberi, Nisan 2018’deki 72. Oturumunda BWMS Kodu (Balast Suyu Yönetim Sistemlerinin Onaylanması İçin Kod) olarak kabul ederek, uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir. 28 Ekim 2018 tarihinden sonra onay sürecine başlayan tüm sistemlerin Tip Onayı sertifikası almaları için bu kod zorunlu olarak uygulanacaktır. Balast suyu arıtım sistemleri ile donatılacak gemiler için ise 28 Ekim 2020 tarihi belirleyici olacaktır. Bu tarihten sonra gemilere takılacak olan balast suyu arıtım sistemleri BWMS Koduna uygun olarak onay almış olmalıdır.

Farklı üreticiler tarafından piyasaya sunulmuş birçok balast suyu arıtım sistemi bulunmaktadır. Ancak, mevcut sistemlerin 75’i IMO Tip Onay’ını sahiptir ve 75 sistemden sadece bir tanesi revize edilmiş rehberde göre onay almış durumdadır. Bu nedenle gemilerin balast suyu arıtım sistemiyle donatılma süreçleri planlanırken, IOPP sertifikalarına bağlı olarak belirlenen gemiye özel takvimin yanı sıra, 28 Ekim 2020 tarihi göz önünde bulundurulmalıdır. Sistem gemiye bu tarihten sonra takılacaksa, seçilen sistemin BWMS Koduna uygun olarak onay almış olmasına dikkat edilmelidir.

Balast suyu arıtım sistemlerinin hepsi belli başlı mekanik, fiziksel ve kimyasal yöntemleri temel olarak geliştirilmiş olan teknolojilerin farklı kombinasyonlarından oluşmaktadır. Sistemler, benzer yöntemleri temel alsa da, bu yöntemlerin kullanıldığı sistem bileşenleri farklı üreticiler tarafından üretilmektedir. Bu nedenle benzer prensiple çalışan bileşenler, verimlilik, kapasite, maliyet gibi birçok özellik bakımından farklılık göstermektedir. Balast suyu sisteminin seçiminde sistemlerin performansını etkileyen faktörlerle birlikte, sistemin geminin özelliklerine ve operasyon karakteristiklerine uygunluğu da değerlendirilmelidir.

Sistemlerin 1000.000 ABD Dolarını bulan maliyetleri düşünüldüğünde, ekonomik değerlendirmelerin gemi sahipleri açısından belirleyici olması oldukça doğal bir durumdur. Ancak unutulmamalıdır ki balast suyu arıtım sistemlerinin verimliliği birçok faktöre bağlı olarak değişmesine rağmen, sistem gemi üzerine takıldıktan sonra, sistemin balast suyu deşarj standartlarını sağlaması, gemi sahibinin sorumluluğudur.

#### Kaynaklar:

- [1] J. C. Medcof, “Living marine animals in a ships ballast water,” *Proceedings National Shellfisheries Association*, vol. 65. pp. 11–12, 1975.
- [2] G. M. Hallegraeff and C. J. Bolch, “Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships’ ballast water,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 22, no. 1, pp. 27–30, 1991.
- [3] O. Casas-Monroy, S. Roy, and A. Rochon, “Ballast sediment-mediated transport of non-indigenous species of dinoflagellates on the East Coast of Canada,” *Aquat. Invasions*, vol. 6, no. 3, pp. 231–248, 2011.
- [4] S. Gollasch, D. Minchin, and M. David, “The transfer of harmful aquatic organisms and pathogens with ballast water and their impacts,” in *Global Maritime Transport and Ballast*

- Water Management: Issues and Solutions*, 2015, pp. 35–58.
- [5] D. S. Lymeropoulou and F. C. Dobbs, “Bacterial Diversity in Ships’ Ballast Water, Ballast-Water Exchange, and Implications for Ship-Mediated Dispersal of Microorganisms,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 51, no. 4, pp. 1962–1972, 2017.
- [6] S. Gollasch *et al.*, “Life in ballast tanks,” *Invasive Aquat. Species Eur.*, pp. 217–231, 2002.
- [7] M. L. MacGillivray and I. Kaczmarska, “Paralia (Bacillariophyta) stowaways in ship ballast: implications for biogeography and diversity of the genus,” *J. Biol. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–26, 2015.
- [8] J. Carlton, “Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water,” *Oceanogr. Mar. Biol.*, vol. 23, pp. 313–371, 1985.
- [9] E. Briski, S. Ghabooli, S. A. Bailey, and H. J. MacIsaac, “Invasion risk posed by macroinvertebrates transported in ships’ ballast tanks,” *Biol. Invasions*, vol. 14, no. 9, pp. 1843–1850, 2012.
- [10] D. Knowler, “Reassessing the costs of biological invasion: *Mnemiopsis leidyi* in the Black sea,” *Ecol. Econ.*, vol. 52, no. 2, pp. 187–199, 2005.
- [11] R. Pérez and A. Vidal, “Biological invasion of seas and oceans,” *Invasión biológica los mares y océanos*, vol. 8, no. 3, pp. 17–28, 2011.
- [12] N. N. Pereira, R. C. Botter, R. D. Foleña, J. P. F. N. Pereira, and A. C. da Cunha, “Ballast water: A threat to the Amazon Basin,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 84, no. 1–2, pp. 330–338, 2014.
- [13] S. A. Bailey, “An overview of thirty years of research on ballast water as a vector for aquatic invasive species to freshwater and marine environments,” *Aquat. Ecosyst. Heal. Manag.*, vol. 18, no. 3, pp. 261–268, 2015.
- [14] C. K. Takahashi, N. G. G. S. Lourenço, T. F. Lopes, V. L. M. Rall, and C. a M. Lopes, “Ballast water: a review of the impact on the world public health,” *J. Venom. Anim. Toxins Incl. Trop. Dis.*, vol. 14, no. 3, pp. 393–408, 2008.
- [15] M. L. Aguirre-Macedo, V. M. Vidal-Martinez, J. A. Herrera-Silveira, D. S. Valdés-Lozano, M. Herrera-Rodríguez, and M. A. Olvera-Novoa, “Ballast water as a vector of coral pathogens in the Gulf of Mexico: The case of the Cayo Arcas coral reef,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 56, no. 9, pp. 1570–1577, 2008.
- [16] S. A. McCarthy and F. M. Khambaty, “International dissemination of epidemic *Vibrio cholerae* by cargo ship ballast and other nonpotable waters,” *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 60, no. 7, pp. 2597–2601, 1994.
- [17] IMO, “International Convention for the Control and Management of Ships’ Ballast Water and Sediments. International Maritime Organization,” in *International Conference on Ballast Water Management for Ships*, 2004, pp. 1–37.
- [18] C. Bilgin Güney and F. Yonsel, “Balast Suyu Arıtımında Alternatif Yöntemler,” in *Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik kongresi 2008*, 2008, pp. 80–89.
- [19] MEPC, “Report of The Marine Environment Protection Committee on Its Seventy-First Session I:\MEPC\71\MEPC 71-17.docx,” 2017.
- [20] ABS, “MEPC 72 Brief,” 2018.
- [21] E. C. Kim, K. Shin, and K. P. Lee, “Development of technologies on test facility and procedures for the land-based test as a type approval test at ballast water treatment system,” *Ocean. MTS/IEEE Kobe-Techno-Ocean’08 - Voyag. Towar. Futur. OTO’08*, no. December 2007, 2008.
- [22] S. Gollasch, “Global expert workshop on harmonization of methodologies for test facilities of ballast water management systems,” Malmö, Sweden, 2010.
- [23] California State Lands Commission, “Assessment of the Efficacy , Availability , and Environmental Impacts of Ballast Water Treatment Technologies for Use in California

- Waters,” 2014.
- [24] MEPC, “2016 Guidelines for approval of ballast water management systems (G8),” 2016.
- [25] C. Bilgin Güney and F. Yonsel, “Electrochemical Cell Applications for Ballast Water Treatment,” *Mar. Technol. Soc. J.*, vol. 47, no. 1, pp. 134–145, 2013.
- [26] IMO, “Current List of Ballast Water Management Systems which received Type Approval Certification, Basic and Final Approval,” 2018. [Online]. Available: [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Documents/Table of BA FA TA updated May 2018.pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Documents/Table%20of%20BA%20FA%20TA%20updated%20May%202018.pdf). [Accessed: 12-Jun-2018].
- [27] L. Jing, B. Chen, B. Zhang, and H. Peng, “A review of ballast water management practices and challenges in harsh and arctic environments,” *Environ. Rev.*, vol. 20, no. 2, pp. 83–108, 2012.
- [28] O. K. Hess-Erga, K. J. K. Attramadal, and O. Vadstein, “Biotic and abiotic particles protect marine heterotrophic bacteria during UV and ozone disinfection,” *Aquat. Biol.*, vol. 4, no. 2, pp. 147–154, 2008.
- [29] D. K. Gray, I. C. Duggan, and H. J. MacIsaac, “Can sodium hypochlorite reduce the risk of species introductions from diapausing invertebrate eggs in non-ballasted ships?,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 52, no. 6, pp. 689–695, 2006.
- [30] D. E. Raikow, D. E. Reid, E. E. Maynard, and P. E. Landrum, “Sensitivity of aquatic invertebrate resting eggs to SeaKleen (Menadione): a test of potential ballast tank treatment options,” *Environ. Toxicol. Chem.*, vol. 25, no. 2, pp. 552–559, 2006.
- [31] F. Yonsel, C. B. Bilgin Güney, and D. Danisman Bulent, “A Neural Network Application for A Ballast Water Electrochlorination System,” *Fresenius Environ. Bull.*, vol. 23, no. 12b, pp. 3353–3361, 2014.
- [32] P. Y. Chen, X. N. Chu, L. Liu, and J. Y. Hu, “Effects of salinity and temperature on inactivation and repair potential of *Enterococcus faecalis* following medium- and low-pressure ultraviolet irradiation,” *J. Appl. Microbiol.*, vol. 120, no. 3, pp. 816–825, 2016.
- [33] R. Mamlook, O. Badran, M. M. Abu-Khader, A. Holdo, and J. Dales, “Fuzzy sets analysis for ballast water treatment systems: Best available control technology,” *Clean Technol. Environ. Policy*, vol. 10, no. 4, pp. 397–407, 2008.
- [34] M. K. Azar Daryany, R. Massudi, and M. Hosseini, “Photoinactivation of *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae* suspended in phosphate-buffered saline-A using 266- and 355-nm pulsed ultraviolet light,” *Curr. Microbiol.*, vol. 56, no. 5, pp. 423–428, 2008.
- [35] G. Quilez-Badia *et al.*, “On board short-time high temperature heat treatment of ballast water: A field trial under operational conditions,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 56, no. 1, pp. 127–135, 2008.
- [36] E. Joyce, S. S. Phull, J. P. Lorimer, and T. J. Mason, “The development and evaluation of ultrasound for the treatment of bacterial suspensions. A study of frequency, power and sonication time on cultured *Bacillus* species,” *Ultrason. Sonochem.*, vol. 10, no. 6, pp. 315–318, 2003.
- [37] M. R. First and L. A. Drake, “Approaches for Determining the Effects of UV Radiation on Microorganisms in Ballast Water,” *Manag. Biol. Invasions*, vol. 4, no. 2, pp. 87–99, 2013.
- [38] Y. Jung, Y. Yoon, E. Hong, M. Kwon, and J. W. Kang, “Inactivation characteristics of ozone and electrolysis process for ballast water treatment using *B. subtilis* spores as a probe,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 72, no. 1, pp. 71–79, 2013.
- [39] G. R. Rigby, G. M. Hallegraef, and C. Sutton, “Novel ballast water heating technique offers cost-effective treatment to reduce the risk of global transport of harmful marine organisms,” *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 191, pp. 289–293, 1999.