

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SAMSUN LİMANINDAKİ GEMİ TRAFİĞİ KAYNAKLI EGZOZ
EMİSYONLARININ ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gemi İnşaatı Mühendisi Fatih ALVER

**EKİM 2017
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SAMSUN LİMANINDAKİ GEMİ TRAFİĞİ KAYNAKLI EGZOZ EMİSYONLARININ
ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI**

Fatih ALVER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK LİSANS (GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 / 09 / 2017

Tezin Savunma Tarihi : 20 / 10 / 2017

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Betül AYHAN SARAÇ

Trabzon 2017

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI ,
Fatih ALVER Tarafından Hazırlanan**

**SAMSUN LİMANINDAKİ GEMİ TRAFİĞİ KAYNAKLI EGZOZ EMİSYONLARININ
ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 26 / 09 / 2017 gün ve 1720 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç.Dr. Burcu ONAT

Üye : Yrd.Doç.Dr. Betül AYHAN SARAC

Üye : Yrd.Doç.Dr. İsmail ALTIN



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Samsun Limanı'na 2010-2015 yılları boyunca gelen gemilerin oluşturduğu emisyonların miktarını hesaplamak ve Samsun iline etkilerini incelemek için yapılmıştır. Elde edilen gemi emisyon değerleri sonucunda, Samsun ve çevresi için önemli bir hava kirletici kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tez çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimi ile çalışmamı yönlendiren ve sonuca ulaşmasını sağlayan değerli danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Betül AYHAN SARAÇ'a ve Doç. Dr. Ülkü ALVER ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Tez süresince bu çalışmaya sağladıkları maddi ve manevi katkılardan dolayı Samsun Liman Başkanlığı'na ve çalışmanın tamamlanmasında bilgi ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen Ünye Limanı Denizcilik Uzman Yardımcısı Sayın Okay Ferhat UÇAR'a ve Fatsa Limanı GSK uzmanı Sayın Harun KINALI'ya teşekkür ederim.

Huzurlu bir çalışma ortamı sağlayan ve manevi destek veren Eşim Duygu ODABAŞ ALVER'e ve eğitim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili Annem ve Babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatih ALVER

Trabzon 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Samsun Limanındaki Gemilerin Emisyon Envanterinin 2010-2015 Yılları İçin Çıkarılması Ve İstatistiksel Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Betül AYHAN SARAÇ sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 20/10/2017

Fatih ALVER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

| | |
|---|------|
| ÖNSÖZ..... | III |
| TEZ ETİK BEYANNAMESİ..... | IV |
| İÇİNDEKİLER..... | III |
| ÖZET..... | VI |
| SUMMARY | VII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | VIII |
| 1. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 1.1. Giriş..... | 1 |
| 1.2. Hava Kirliliği ve Kirletici Maddeler | 3 |
| 1.2.1. Kirletici Maddeler | 4 |
| 1.2.2. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Etkileri..... | 8 |
| 1.3. Dünyada ve Türkiye’de Denizyolu Taşımacılığı..... | 11 |
| 1.4. Gemilerden Yayılan Egzoz Emisyonları | 16 |
| 1.4.1. Gemi Kaynaklı Egzoz Emisyon Çeşitleri..... | 17 |
| 1.4.1.1. Azot Oksit Emisyonu | 17 |
| 1.4.1.2. Kükürt Oksit Emisyonu | 18 |
| 1.4.1.3. Karbon Dioksit Emisyonu | 19 |
| 1.4.1.4. Karbon Monoksit Emisyonu..... | 20 |
| 1.4.1.5. Hidrokarbon Emisyonu | 20 |
| 1.4.1.6. Partikül Madde Emisyonu | 20 |
| 1.4.2. Gemi Egzoz Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve İklim Üzerindeki Etkileri | 21 |
| 1.4.2.1. Gemi Egzoz Emisyonlarının İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri..... | 21 |
| 1.4.2.2. Gemi Egzoz Emisyonlarının İklim Üzerindeki Etkileri | 23 |
| 1.5. Gemilerde Egzoz Emisyonu Oluşturan Makinelerinin Genel Özellikleri | 23 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.6. | Gemilerde Kullanılan Yakıtlar | 24 |
| 1.7. | Gemi Kaynaklı Egzoz Emisyonları Hakkındaki Yasal Düzenlemeler | 25 |
| 1.7.1. | IMO Tarafından Yapılan Uluslararası Düzenlemeler | 25 |
| 1.7.1.1. | MARPOL Ek VI Düzenleme 12 - Ozon Tabakasını İnceltici Maddeler..... | 27 |
| 1.7.1.2. | MARPOL Ek VI Düzenleme 13 – Azot Oksitler | 27 |
| 1.7.1.3. | MARPOL Ek VI Düzenleme 14 – Kükürt Oksitler | 29 |
| 1.7.1.4. | MARPOL Ek VI Düzenleme 15 – Uçucu Organik Bileşikler..... | 30 |
| 1.7.1.5. | MARPOL Ek VI İlave 3-Emisyon Kontrol Alanları..... | 30 |
| 1.7.1.6. | IMO-Sera Gazları ile İlgili Çalışmalar | 31 |
| 1.7.1.7. | Türkiye'de Gemi Emisyonları ile İlgili Düzenlemeler | 32 |
| 1.7.1.8. | ECA Dışında Kalan Alanlar İçin Uygulanan Bölgesel Kurallar | 33 |
| 1.8. | Samsun İli ve Samsun'da Bulunan Liman İşletmeleri Hakkında Teknik Bilgiler | 34 |
| 1.8.1. | Samsun İli Teknik Bilgiler | 34 |
| 1.8.2. | Samsun'da Bulunan Limanlar | 36 |
| 1.8.2.1. | Samsunport | 37 |
| 1.8.2.2. | Toros Samsun Limanı..... | 39 |
| 1.8.2.3. | Yeşilyurt Limanı..... | 40 |
| 1.8.3. | Samsun Limanlarına Ait İstatiksel Veriler | 41 |
| 1.9. | Literatür Çalışması | 42 |
| 1.10. | Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı..... | 50 |
| 2. | YAPILAN ÇALIŞMALAR..... | 52 |
| 2.1. | Yöntem | 52 |
| 2.2. | Çalışma Bölgesi..... | 53 |
| 2.3. | Egzoz Emisyonu Envanterinin Çıkarılması..... | 55 |
| 2.3.1. | Seyirde Oluşan Egzoz Emisyonlarının Hesaplanması..... | 56 |
| 2.3.2. | Manevrada Oluşan Egzoz Emisyonlarının Hesaplanması..... | 58 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.3.3. | Limanda Oluşan Egzoz Emisyonlarının Hesaplanması | 59 |
| 2.4. | Egzoz Emisyonu Envanter Hesabında Kullanılan Gemi Aktivite Verileri | 60 |
| 2.5. | Samsun Limanına Gelen Gemilerin Makine Özellikleri | 61 |
| 2.6. | Kullanılan Yakıtların Özellikleri | 62 |
| 2.7. | Gemi Ortalama Seyir Hızı | 62 |
| 2.8. | Yük Faktörleri | 63 |
| 3. | BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 64 |
| 4. | SONUÇLAR..... | 83 |
| 5. | ÖNERİLER | 86 |
| 6. | KAYNAKLAR..... | 88 |
| 7. | EKLER | 95 |
| | ÖZGEÇMİŞ | |

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

SAMSUN LİMANINDAKİ GEMİ TRAFİĞİ KAYNAKLI EGZOZ EMİSYONLARININ
ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI

Fatih ALVER

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Betül AYHAN SARAÇ

2017, 94 Sayfa, 19 Ek Sayfa

Dünyada; karalarda oluşan hava kirliliği alınan önlemlerle azaltılırken gemilerden kaynaklı hava kirliliğinin önemsenmemesi ve gerekli önlemlerin alınmamasından dolayı, denizlerde oluşan hava kirliliği artmıştır. Gemi kaynaklı egzoz emisyonların çoğu denizlerde oluşmakla birlikte, etki alanı fazla olup denizlerden hava hareketleri ile kıtalardan kıtalara kadar yayılım gerçekleştirir.

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nin en büyük limanı olan Samsun Limanında, 2010-2015 yılları arasında yıllık gemi kaynaklı egzoz emisyonlarının envanteri çıkarılmış, yıllar içindeki değişimi incelenmiş ve diğer limanlar ile kıyaslanmıştır. Gemi aktivitesi bazlı yöntem olan aşağıdan yukarıya metodu Samsun limanına gelen gemiler için uygulanmıştır. Aşağıdan yukarıya metodu ile gemi egzoz gazı kirleticilerinin (NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM) seyirde, manevrada ve rıhtımdaki miktarları 2010 yılından başlayarak 2015 yılı sonuna kadar 6 yıllık egzoz emisyon envanteri çıkarılmıştır.

Yıllar arasında ekonomik göstergelere ve liman işletmesindeki teknik detaylara bağlı olarak farklılıklar olmakla birlikte genel olarak yıllık toplam emisyonlar PM için 38 ton ile 72 ton, SO₂ için 349 ton ile 649 ton, NO_x için 421 ton ile 825 ton, HC için 20 ton ile 36 ton ve CO₂ için 20.202 ton ile 38.335 ton arasında hesaplanmıştır. Bu değerler dünyanın en işlek limanlarından olan Shanghai, Kaliforniya ve Busan limanları hesaplanan değerlerden düşükken, benzer limanlarla kıyaslandığında NO_x emisyonu için Aberdeen limanından yüksek, Copenhagen Limanı ile benzerlik göstermekte ancak Piraeus limanlarından düşük olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Emisyon envanteri, gemi egzoz emisyonu, hava kirliliği, gemi aktivitesi, Samsun Limanı

Master Thesis

SUMMARY

TAKING THE INVENTORY OF EXHAUST EMISSIONS RESULTING FROM THE SHIP
TRAFFIC AT THE PORT OF SAMSUN

Fatih ALVER

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Naval Architecture and Marine Engineering
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Betül AYHAN SARAÇ
2017, 94 Pages, 19 Pages Appendix

While the air pollution on land has been globally reduced with the measures taken, the air pollution caused by the vessels have elevated because it has been neglected and the necessary precautions have not been taken. Ship emissions mostly occur at sea, however, they have a large area of impact and can travel from one continent to another through movements of air.

In this study, an inventory of annual ship based emissions in the port of Samsun- the largest in the Black sea Region- from 2010 to 2015 was collected, its changes within years were analyzed and compared with those of other ports. Bottom-up method which is based on ship activity was applied to the vessels coming to the port of Samsun. With the bottom-up method, a 6 year inventory of ship emission pollutants (NO_x , SO_2 , CO_2 , HC and PM) from 2010 to 2015 was formed. The main engine power, generator power and durations of stays at the port are real values belonging to the vessels that have come to port of Samsun.

While there are variations in the annual total emissions due to the economic parameters and technical details in the port administration, the average emissions were calculated as between 38 and 72 tons for PM_{10} , 349 and 649 tons for SO_2 , 421 and 825 tons for NO_x , 20 and 36 tons for HC and 20.202 and 38.335 tons for CO_2 . These values are smaller than those of some of the busiest ports in the world- Shanghai, California and Busan-, on the other hand NO_x emission is higher than the port of Aberdeen, similar to the port of Copenhagen, yet lower than the port of Piraeus which are all similar ports.

Key Words: Emission inventory, ship exhaust emissions, Air pollution, ship activity, Samsun Port.

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|------------------------|
| Şekil 1. Dünya genelinde tüm ülkelerin dış ortam hava kirliliği kaynaklı ölüm sayıları ... | 9 |
| Şekil 2. Düşük devirli bir dizel makinenin tipik emisyon değerleri | 17 |
| Şekil 3. Azot oksit emisyon sınırları | 28 |
| Şekil 4. Kükürt oksit emisyon sınırları | 29 |
| Şekil 5. ECA bölgeleri dünya haritası | 31 |
| Şekil 6. Samsun ilinin Türkiye'deki konumu | 35 |
| Şekil 7. Samsun limanlarının yük dağılımı | 36 |
| Şekil 8. Samsunport liman resimleri | 38 |
| Şekil 9. Toros Samsun liman resimleri | 40 |
| Şekil 10. Yeşilyurt liman resimleri | 41 |
| Şekil 11. Samsun limanları genel görüntüsü ve egzoz emisyonu inceleme alanı | 54 |
| Şekil 12. 2010-2015 yılları arası NO _x emisyonlarının değişimi | 71 |
| Şekil 13. 2010-2015 yılları arası SO ₂ emisyonlarının değişimi | 72 |
| Şekil 14. 2010-2015 yılları arası CO ₂ emisyonlarının değişimi | 72 |
| Şekil 15. 2010-2015 yılları arası HC emisyonlarının değişimi | 72 |
| Şekil 16. 2010-2015 yılları arası PM emisyonlarının değişimi | 73 |
| Şekil 17. Samsun Limanına gelen gemi sayıları | 74 |
| Şekil 18. Samsun Limanına gelen gemilerin GRT değerleri | 74 |
| Şekil 19. 2010 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları | 76 |
| Şekil 20. 2011 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları | 76 |
| Şekil 21. 2012 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları | 76 |
| Şekil 22. 2013 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları | 77 |
| Şekil 23. 2014 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları | 77 |
| Şekil 24. 2015 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları | 77 |
| Şekil 25. 2015 yılı ana makine ve jeneratör NO _x emisyonu | 78 |
| Şekil 26. 2015 yılı ana makine ve jeneratör SO ₂ emisyonu | 78 |
| Şekil 27. 2015 yılı ana makine ve jeneratör CO ₂ emisyonu | 79 |
| Şekil 28. 2015 yılı ana makine ve jeneratör HC emisyonu | 79 |
| Şekil 29. 2015 yılı ana makine ve jeneratör PM emisyonu | 80 |

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|--|----|
| Tablo 1. Atmosferin doğal bileşimi..... | 3 |
| Tablo 2. Hava kirliliğine neden olan kirleticiler..... | 5 |
| Tablo 3. 2011-2016 Yılları arası dünya gemi filosu rakamları. | 12 |
| Tablo 4. Dünya deniz ticaret filosu. | 13 |
| Tablo 5. Türkiye deniz ticaret filosu gemi cinslerinin yıllık gelişimi. | 15 |
| Tablo 6. Değişik hava yakıt oranlarındaki egzoz emisyonları. | 18 |
| Tablo 7. Gemilerde kullanılan yakıtlardaki kükürt oranları. | 19 |
| Tablo 8. Gemilerde kullanılan yakıtların özellikleri | 25 |
| Tablo 9. NO _x sınırları | 28 |
| Tablo 10. Deniz tipi yakıtların kükürt içeriği AB sınırları | 33 |
| Tablo 11. Deniz tipi yakıtların kükürt içeriği CARB sınırları..... | 34 |
| Tablo 12. Samsunport limanı'na ait teknik bilgiler..... | 38 |
| Tablo 13. Toros Samsun limanı kapasite bilgileri..... | 39 |
| Tablo 14. Yeşilyurt limanı teknik bilgiler. | 40 |
| Tablo 15. Samsun limanlarına 2010-2015 yılları arası uğrayan gemi istatistikleri..... | 41 |
| Tablo 16. 2010-2015 Yılları Arasında Samsun Limanları'ndaki Yük Trafik (ton/yıl)..... | 42 |
| Tablo 17. Küresel ölçekte yapılmış gemi egzoz emisyon çalışmaları..... | 44 |
| Tablo 18. Gemi işletme modları için Samsun kıyı bölgesi mesafeleri (km) | 54 |
| Tablo 19. Seyirde gemi tipine göre egzoz emisyon faktörleri..... | 57 |
| Tablo 20. Manevrada gemi tipine göre egzoz emisyon faktörleri..... | 58 |
| Tablo 21. Limanda gemi tipine göre egzoz emisyon faktörleri..... | 60 |
| Tablo 22. 2010-2015 yıllarına ait Samsun limanına gelen gemi aktivite verileri | 61 |
| Tablo 23. Samsun limanlarına gelen gemilerin makine özellikleri..... | 62 |
| Tablo 24. Samsun Limanına gelen gemilerin ortalama seyir hızları..... | 63 |
| Tablo 25. İşletme moduna göre ana makine ve jeneratörlere ait yük faktörleri..... | 63 |
| Tablo 26. 2010 yılı Samsun Limanı egzoz emisyon sonuçları (ty ⁻¹)..... | 65 |
| Tablo 27. 2011 yılı Samsun limanı egzoz emisyon sonuçları (ty ⁻¹) | 66 |
| Tablo 28. 2012 yılı Samsun Limanı egzoz emisyon sonuçları (ty ⁻¹)..... | 67 |
| Tablo 29. 2013 yılı Samsun Limanı egzoz emisyon sonuçları (ty ⁻¹)..... | 68 |
| Tablo 30. 2014 yılı Samsun Limanı egzoz emisyon sonuçları (ty ⁻¹)..... | 69 |
| Tablo 31. 2015 yılı Samsun Limanı egzoz emisyon sonuçları (ty ⁻¹)..... | 70 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Tablo 32. | Samsun limanı 2015 gemi egzoz emisyon değerleri ile diğer limanlara ait gemi emisyonlarının karşılaştırılması (ty^{-1})..... | 81 |
| Tablo 33. | Samsun limanı 2015 gemi egzoz emisyon değerleri ile diğer Türk limanlarına ait gemi emisyonlarının karşılaştırılması (ty^{-1})..... | 82 |
| Ek Tablo 1. | 2015 Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-1..... | 95 |
| Ek Tablo 2. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-2..... | 96 |
| Ek Tablo 3. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-3..... | 97 |
| Ek Tablo 4. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-4..... | 98 |
| Ek Tablo 5. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-5..... | 99 |
| Ek Tablo 6. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-6..... | 100 |
| Ek Tablo 7. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-7..... | 101 |
| Ek Tablo 8. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-8..... | 102 |
| Ek Tablo 9. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-9..... | 103 |
| Ek Tablo 10. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-10..... | 104 |
| Ek Tablo 11. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-11..... | 105 |
| Ek Tablo 12. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-12..... | 106 |
| Ek Tablo 13. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-13..... | 107 |
| Ek Tablo 14. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-14..... | 108 |
| Ek Tablo 15. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-15..... | 109 |
| Ek Tablo 16. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-16..... | 110 |
| Ek Tablo 17. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-17..... | 111 |
| Ek Tablo 18. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-18..... | 112 |
| Ek Tablo 19. | Samsun limanı gelen gemilerin teknik bilgileri-19..... | 113 |

SEMBOLLER DİZİNİ

| | |
|--------|---|
| AB | : Avrupa Birliği |
| AE | : Yardımcı Makine |
| AIS | : Otomatik Tanımlama Sistemi |
| CARB | : Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu |
| D | : Mesafe (km) |
| EF | : Emisyon Faktörü |
| EPA | : United States Environmental Protection Agency |
| GHG | : Sera Gazı |
| GK | : General Kargo |
| GT | : Groston |
| HFO | : Heavy Fuel Oil |
| IMO | : International Maritime Organization |
| KMY | : Kimyasal Tanker |
| KRUVZ | : Kruvaziyer |
| KTNER | : Konteynır gemisi |
| LF | : Makine Yık Faktörü |
| LR | : Register of Shipping |
| MARPOL | : International Convention for the Prevention of Pollution from Ships |
| MDO | : Marine Distile Oil |
| ME | : Ana Makine |
| Mt | : Milyon ton |
| ng | : nanogram |
| ppm | : Parts per million |
| rpm | : Devir /dakika |
| SECA | : Sulphur Emission Control Area |

| | |
|------------------|----------------------------|
| TK | : Tanker |
| ty ⁻¹ | : ton/ yıl |
| UOC | : Organik Karbon |
| UV | : Ultraviyole |
| V | : Hız (km/saat) |
| VOC | : Uçucu Organik Bileşikler |
| WHO | : Dünya Sağlık Örgütü |
| YG | : Yolcu gemisi |
| n | : nano |



1.GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Büyük miktarlardaki yüklerin bir seferde taşınabilmesi, taşıma maliyetinin diğer taşıma türlerine göre daha ucuz olması, çevreyi daha az kirleten ulaştırma türü olması, taşınan yük birimi başına tüketilen enerjinin diğer ulaşım türlerine göre maliyetinin en az olması gibi nedenler denizyolu taşımacılığını en çok tercih edilen taşıma türü yapmıştır. Bu durum, dünya ticaretinin %90'ının deniz yoluyla yapılmasına neden olmuştur. Deniz taşımacılığının bir limanda başlayıp diğer bir limanda sona eren bir taşımacılık sistemi olduğu göz önüne alındığında, bu sistemin bölgesel ve uluslararası ticaret aracı olarak en önemli ayağı limanlardır.

Özellikle limanlardaki bu yoğun taşımacılık trafiği ile birlikte limanın çevresinde bulunan kıyı şehirlerinin nüfus yoğunluğunda da ciddi artışlar oluşmuştur. Hızlı nüfus artışı ve liman çevresindeki sanayileşmenin gelişmesi ile birlikte bu bölgelerdeki çevre kirliliği ve etkileri önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Özellikle hava kirliliği nedenleri arasında yer alan kara kaynaklı olarak nitelendirilen konutlar, sanayi tesisleri ve motorlu taşıtlardan salınan egzoz emisyon miktarlarının yanında gemilerden yayılan hava kirletici emisyonları limanlara yakın bölgelerde hava kirliliğinde ciddi artışlara sebep olabilmektedir.

Gemilerin en büyük hava kirletici kaynakları ise ana makineleri ve jeneratörleridir. Ana makinelerin görevi gemi pervanesine dönme hareketi vererek, geminin sevkini sağlamak olup, jeneratörlerin görevi ise geminin ihtiyacı olan elektriği üretmektir. Gemilerde bulunan bu makineler dizel motorlardan oluşmaktadır. Gemilerin ana makineleri seyir esnasında HFO (heavy fuel oil) veya MDO (marine diesel oil) kullanırlar. Jeneratörler ise seyirde, manevrada ve limanda MDO kullanırlar. Gemilerin seyirde HFO kullanmasının en önemli nedeni ise diğer yakıt türlerine göre çok düşük maliyetli olmasıdır. Ancak HFO büyük molekül yapıları olması ve fazla hidrojen karbon bağı içermesi sebebiyle yanma reaksiyonları sırasında molekül bağlarının kopması için çok miktarda oksijene ihtiyaç duyar. Bu nedenle HFO yakıtından oluşan emisyon miktarları daha temiz ve hafif bir yakıt olan MDO yakıtına göre daha fazla olmaktadır.

Gemi kaynaklı kirletici gazlar okyanus ve denizlerde rüzgârın etkisiyle kara bölgelerine ulaşarak, o bölgelerde yaşayan canlı hayatını tehdit etmektedir. Özellikle liman bölgelerinde, kanallarda ve iç sularda yaşayan insanlarda gemi egzoz emisyonlarının zararlı etkileri daha çok hissedilmektedir. Limana yakın bölgelerde insanların solunum yolu rahatsızlığı, çocukların akciğer rahatsızlığı ve prematüre bebek ölümleri gibi sağlık problemlerinin daha çok yaşandığı bilinmektedir. Bu rahatsızlıklar ile iş gücü kaybı yaşanmakta ve sonucunda ülke ekonomisine ek yük getirmektedir.

Limanalara gelen gemilerin neden olduğu hava kirletici miktarlarının hesaplanmasında gemi makinelerinin (ana makine ve jeneratör) egzozlarından salınan emisyonlar önemlidir. Literatürde gemi egzoz emisyonlarının teorik olarak hesaplandığı iki farklı tahmin yöntemi kullanılır: ‘Bottom-up’ yani tümevarım ve ‘top-down’ yani tüm dengelim yöntemleridir. Tüm dengelim yöntemine göre gemi emisyon tahminleri, yakıt satış/tüketim verilerine ve satılan tüm yakıtın belli koşullar altında tüketildiği kabulüne göre hesaplanır. Yakıt tüketim değerlerine ulaştıktan sonra ton biriminden harcanan yakıt miktarı kg cinsinden gemi kirletici emisyonları elde edilir. Tümevarım yönteminde ise gemilerin tek tek ana makine ve jeneratörden kaynaklı yakıt tüketim verileri ve her gemi için oluşan emisyon miktarları baz alınır. Tüm dengelim yöntemi bu bakımdan daha karmaşıktır ve yakıt satış verilerindeki belirsizlikler sebebi ile daha az güvenilirliğe sahiptir. Tüm dengelim yöntemi her gemi için spesifik makine emisyon modellemesi, küresel dağılım yöntemleri ve gemi operasyon bilgisine dayanarak küresel emisyon hesaplamalarında tercih edilen bir yöntemdir. Tümevarım yöntemi ise dünyayı ülkelere, gemilere ya da bölgelere ayırarak emisyon hesabı yapmaktadır. Bu nedenle tümevarım yöntemi genelde bölgesel çalışmalarda daha çok uygulanmaktadır. Ayrıca bu iki temel yaklaşımın yanı sıra, ikisinin birlikte sentezlenerek kullanıldığı iki çeşit karma yöntem de mevcuttur. Bunlardan ilki toplam emisyon hesabında tüm dengelim, coğrafi nitelemede tümevarım yöntemi, diğeri ise toplam emisyon hesabında tümevarım, coğrafi nitelemede tüm dengelim. Her iki sentez emisyon yöntemi ile tek bir emisyon kaynağı üzerinden yola çıkılarak genel bir sonuca ulaşılır ve toplam emisyon tahminleri yapılır. Bu tez çalışmasında gerek bölgesel çalışmalarda daha kesin ve güvenilir olması gerekse literatürde daha çok tercih edilmesi nedeni ile tümevarım yöntemi kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında Karadeniz’in en büyük limanı olan Samsun Limanının 2010-2015 yılları arası yıllık hava kirletici egzoz emisyon envanteri çıkarılmıştır. Yıllar arasında ekonomik göstergelere ve liman işletmesindeki teknik detaylara bağlı olarak farklılıklar

olmakla birlikte hesaplanan kirletici gazlar Azot oksitler (NO_x), Karbondioksit (CO_2), Kükürtdioksit (SO_2), Hidrokarbon (HC) ve Partikül madde (PM) miktarlarıdır. Hesaplama yönteminde Samsun Limanına gelen gemilerin ana makine ve jeneratör güçleri, limanda kalma süreleri için gerçek değerler kullanılarak gelen gemilerin seyirde, manevrada ve limanda yaydıkları egzoz emisyonları hesaplanmıştır. Gemi tiplerine göre emisyon dağılımı ile ana makineden ve jeneratörlerden salınan emisyon miktarları hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucunda, Samsun Limanına gelen gemilerin önemli bir hava kirletici kaynağı olduğu ortaya konulmuş ve yapılması gerekenler tartışılmıştır.

1.2.Hava Kirliliği ve Kirletici Maddeler

Havayı kirleten birincil ve ikincil kaynaklardan yeterince uzakta yapılan incelemelere göre “temiz hava” bileşenleri kuru hava için yaklaşık olarak Tablo 1’de gösterilmiştir (Müezzinoğlu, 2009). Havadaki bu doğal bileşimin kaynağı yıllar boyunca meydana gelen biyolojik mekanizmalar, jeokimyasal süreçler ve atmosferin içerisinde oluşan çeşitli kimyasal reaksiyonlardır.

Tablo 1. Atmosferin doğal bileşimi (Müezzinoğlu, 2009).

| Bileşen | Hacim (%) | Konsantrasyon (ppm) |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| Azot | 78.09 | 780900 |
| Oksijen | 20.94 | 209400 |
| Argon | 0.93 | 930 |
| Karbondioksit | 0.0318 | 318 |
| Neon | 0.0018 | 18 |
| Helyum | 0.00052 | 5.2 |
| Metan | 0.00015 | 1.5 |
| Kripton | 0.0001 | 1 |
| Hidrojen | 0.00005 | 0.5 |
| Ksenon | 0.000008 | 0.08 |
| Azotdioksit | 0.0000001 | 0.001 |
| Ozon | 0.000002 | 0.02 |

Son yıllarda dünya çapında meydana gelen bir çevresel sorun olan hava kirliliğinin temel nedenleri arasında sanayi devrimiyle başlayan fosil yakıt tüketimindeki artışlar yer almaktadır. Atmosferdeki miktarları sürekli artış gösteren hava kirleticiler, dünyamızın en önemli problemi olan iklim değişikliği ve kuraklık sorununa neden olmuşlardır. Dünyanın değişik bölgeleri, kirletici kaynaklarına ve coğrafi konumlarına göre bu sorunu farklı ölçeklerde yaşamaktadırlar (Karpuzcu, 2007). Hava kirliliği, çevre kirliliği problemleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. Bunun temel nedeni ise kaynaktan bir kez salındıktan sonra artık geri dönüşü olmaması, atmosferden temizlenmesinin mümkün olmaması ve kısa sürede geniş bölgelere nüfus ederek büyük kitleleri etkilemesidir (Borrego vd., 2002).

Hava kirletici kaynakları doğal ve antropojenik kaynaklar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bitkilerin oluşturduğu tozlar (çiçek tozu zerrelere, mantar sporları), deniz ve okyanuslarda oluşan tuz spreyleri, orman yangını sonucu oluşan dumanlar ve volkanik olaylarda ortaya çıkan ince tozlar, bakteriyel ayrışma sonucu oluşan sülfür gazı, metan, azot oksitler ve metil gazları doğal kaynaklı hava kirleticileridir. Antropojenik hava kirletici kaynakları insanların faaliyetleri sonucu oluşan kaynaklardır. Bu kaynaklar üç temel başlık altında sınıflandırılmaktadır: ısınma ihtiyacı, ulaşım ve sanayi faaliyetleri. Özellikle kış mevsimlerinde fosil yakıt (kömür, doğalgaz vb.) kullanımı ile nüfusun yoğun olduğu bölgelerde hava kirliliği artış göstermektedir. Ayrıca nüfus artışına ve gelir düzeyine paralel olarak motorlu taşıtların sayısı her geçen gün artmaktadır. Artan bu araç sayısının egzoz emisyonları ise kentlerde önemli bir çevre problemi olan hava kirliliğine neden olmaktadır. Sanayi kuruluşları ise üretim sürecinde ihtiyaç duydukları enerjiyi temin etmek için fosil yakıtlar kullanır ve buna bağlı olarak hava kirliliği meydana gelir (Şahin ve Onat, 2010).

1.2.1.Kirletici Maddeler

Kentsel alanlarda, dış ortam havasında bulunan hava kirleticileri kimyasal yapılarına göre iki temel şekilde bulunmaktadır: Gazlar ve Partikül madde. Bunun dışında hava kirleticileri kaynaklarına ve kaynaktan çıkış şekillerine göre de kategorize edilebilmektedir (Kaya ve Öztürk, 2013; Müezzinoğlu, 2009; Müezzinoğlu, 2005). Tablo 2’de hava kirleticilerinin kategorize edilme şekli tanımlanmıştır.

Tablo 2. Hava kirliliğine neden olan kirleticiler (Müezzinoğlu, 2009)

| Ölçütler | Tanımlar | Kirleticiler |
|----------------------------|---------------------------|--|
| Kaynaktan çıkışlarına göre | Birincil Kirleticiler | Kükürtdioksit(SO ₂), Hidrojensulfür(H ₂ S), Azot Monoksit (NO), Azotdioksit (NO ₂), Karbonmonoksit (CO), Hidrojenflorür (HF), Partiküller vb. |
| | İkincil Kirleticiler | Kükürt trioksit (SO ₃), Sülfat ve Nitrat Aeresolleri, Aldehitler, Ketonlar, Asitler, Ozon, Peroksiasetilnitrat (PAN) vb. |
| Kaynaklarına göre | Doğal Kaynaklardan Oluşan | Deniz yosunlarının ortama verdiği gazlar, yanardağ ve orman yangınlarından atmosfere yayılan zararlı bileşikler, doğadaki biyolojik süreçlerde ortaya çıkan gazlar, metan, H ₂ S vb. |
| | Yapay Kaynaklardan Oluşan | Fosil kaynaklı yakıtların yanması ile açığa çıkan: Kükürtoksitler (SO _x), Azotoksitler (NO _x), Partikülmadde (PM), Karbonoksitler (CO _x), Kurşun (Pb), Hidrokarbonlar (HC) |
| Kimyasal yapılarına göre | Gazlar | İnorganik Gazlar: NO _x , CO _x , SO _x , Florür, Klorür, Amonyak vb. Organik Gazlar: Hidrokarbonlar (HC), Aldehitler, Ketonlar ve diğer organikler (Benzen, Toluen, Etilen vb) |
| | Partiküller | Katı partiküller (toz, duman, kül, karbon, kurşun, asbest), sıvı partiküller (sis, duman, yağ, asitler) |

Atmosfere doğrudan salınan kirleticilere birincil kirleticiler denir. Bu kirleticilerin gaz halindeki yapıları (SO₂, NO_x, HC, CO, CO₂) ve katı haldeki yapıları (PM₁₀) olmak üzere genel olarak iki alt sınıfta toplanmaktadır. İkincil kirleticiler olarak bilinen diğer kirleticiler ise birincil bir kirleticinin, atmosferde bulunan su buharı veya başka bir kirletici madde ile kimyasal tepkimeye girmesi sonucu oluşur. Ozon (O₃) ve PAN (peroksi asetil nitrat) ve PBN (peroksibenzol nitrat) gibi fotokimyasal oksidantlar ikincil hava kirleticileri olarak tanımlanır.

- Partikül madde: Ortalama gaz molekül büyüklüğü olan 0,0002-0,0003 µm çaptan iri olan ve havada bir süre askıda kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girmektedir (Müezzinoğlu, 2005). Bu tanıma göre durgun atmosferde kısa bir süre de olsa

askıda durabilecek en iri partikül madde (PM) 500 µm çapındadır. Bu asılı maddelerin çok ince olup da havada koloidal süspansiyon oluşturanlarına aerosol denir. Toplu olarak aerosol adı verilen, insanları rahatsız edebilen fakat genellikle zehirli olmayan, kurum, toz, duman ve polenlerde bu grubun içerisinde yer alır. Bazı aerosoller, daha tehlikeli maddeler olan, asbest lifleri ve arsenik içerebilmektedir. Bunlara ilave olarak, sıvı haldeki sülfürik asit, PCB (Poliklörlü bifeniller), petrol ve zirai ilaç damlacıkları da partiküller içerisinde yer alırlar (Ahrens vd., 2009). Partikül boyutu ne kadar küçük olursa, havada asılı kalma süresi de o oranda artmaktadır.

İnsan sağlığı ve çevrenin korunması için havada bulunabilecek partikül madde seviyesi farklı partikül boyutları için tanımlanmıştır. Limit değerleri tanımlanan PM parametreleri PM₁₀ (partikül boyutu 10 µm'den küçük olanların toplamı) ve PM_{2.5} (partikül boyutu 2,5 µm den küçük olanların toplamı) şeklindedir. PM₁₀ havada dakikalar ve saatler süresince kalabilmekte ve daha büyük olan boyutları nedeniyle nispeten daha kısa mesafeler boyunca taşınabilmektedir. PM_{2.5} ise havada saatler ve hatta haftalar boyunca kalabilmektedir ve daha küçük ve hafif olması nedeniyle çok uzun mesafelere seyahat edebilmektedir (URL-1, 2016).

- **Kükürtoksitler:** Havada bulunan Kükürt oksitler arasında en çok paya SO₂ sahiptir. Renksiz bir gaz olan SO₂, çoğunlukla kükürt içeren fosil yakıtların (kömür, linyit gibi) yanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Enerji santralleri, konutlarda ısınma, dökümhaneler, petrol rafinerileri ve kağıt fabrikaları SO₂'nin temel kaynaklarıdır. Kükürt dioksit (SO₂) gazı suda çözünürlüğü yüksek olan ve havadan iki kat ağır olan bir gazdır. Kükürt dioksit havada 2 ila 4 gün arasında asılı kalabilir. Sudaki çözünürlüğü 22,971 g/100gH₂O, 0°C ve 5,881g/100gH₂O, 40°C'dir. Havada 0,3-1 ppm SO₂ ağızda karakteristik bir tat bırakırken 3 ppm'in üstünde olursa boğucu bir his oluşturmaktadır (Müezzinoğlu, 2005). Türkiye'de doğalgaza geçiş süreci sonrasında şehirlerde solunan havadaki SO₂ seviyeleri önemli oranda düşürülmüştür.

Elektrik üretiminde termik santrallerde kullanılan yakıtlar atmosfere salınan SO₂'nin en büyük kaynağıdır. Özellikle kömürü yakıt olarak kullanan termik santraller büyük miktarlarda SO₂ emisyonu salarlar. Bunun dışında ham madde işleyen ve üretim yapan endüstriler de önemli SO₂ kaynaklarıdır. Petrol rafineleri, çimento fabrikaları, metalürji endüstrisi gibi tesisler atmosfere SO₂ salımı gerçekleştirir. Kentlerdeki konut ve işyeri ısıtmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar, kent atmosferindeki SO₂ kirleticisinin önemli kaynaklarıdır. SO₂ asit yağmurları diye adlandırılan çevresel bir problemin de

sorumlusudur. SO_2 atmosferdeki nemde çözünerek, güneş ışığı ve bazı kimyasalların varlığında sülfürik aside dönüşür. Böylece asit yağmurlarının oluşmasında en önemli katkıyı yapar. Asit yağmurları da başta ormanlar olmak üzere pek çok çevresel tahribata sebep olur (Öztürk, 2011).

- **Azotoksitler:** Azot oksit (NO_x) gazları, yakıtların yüksek sıcaklıkta yanması sırasında havadaki bir miktar azot gazının oksijen gazıyla reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Azot oksitlerin (NO_x) ana kaynakları, taşıtlar, enerji santralleri ve geri dönüşüm sistemleridir. Başlıca iki azot kirleticisi olan, azotdioksit (NO_2) ve azotoksit (NO) gazları birlikte NO_x (azotoksitler) olarak adlandırılırlar (Müezzinoğlu, 2005). Kırmızımsı kahverengi renkli bir gaz olan NO_2 , azotmonoksitin (NO) atmosferde oksijen ile birleşmesi sonucu oluşmaktadır. NO_2 , insan sağlığını en çok etkileyen azotoksit türü olması nedeniyle, kentsel bölgelerdeki en önemli hava kirleticilerinden birisidir.

Azotoksit ve azotdioksit gazları, doğal olarak bakteriler tarafından üretilmektedirler. Ancak insan kaynaklı kirlilik nedeniyle şehirlerdeki azot oksit konsantrasyonları kırsal bölgelere oranla 10 ve hatta 100 kata kadar fazla olabilmektedir. Nemli havalarda azotdioksit gazı su buharı ile reaksiyona girerek aşındırıcı bir özelliğe sahip olan nitrik asidi oluşturmaktadır. Nitrik asit, asit yağmurlarına neden olan gazlardan biridir (Ahrens vd., 2009). Azotoksitler atmosferde yaklaşık olarak bir gün kaldıktan sonra nitrik asite dönüşürler ve SO_2 ile birlikte asit yağışına neden olan önemli bir kirletici türüdür (URL-3, 2014).

- **Karbonmonoksit:** Karbonmonoksit (CO) renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olup karbon içeren yakıtların eksik yanması ile ortaya çıkar. Havanın mol ağırlığına yakın bir ağırlığa sahiptir ve kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılamaz, renksiz ve kokusuz olduğundan da fark edilemez bir kirleticidir. Atmosferik yarılanma ömrü çok düşüktür (Müezzinoğlu, 2005). Birincil bir hava kirletici olan karbonmonoksit, oksijen eksikliği, tutuşma sıcaklığı, yüksek sıcaklıkta gazın kalıcılık zamanı ve yanma odası türbülansı gibi etkenlerden birinin eksikliğinde tam olmayan bir yanma sonucunda CO_2 yerine meydana gelmektedir.

Kararlı bir gaz olan karbonmonoksitin atmosferde kalıcılık süresi 2 aydan fazladır. Bütün dünyada karbon monoksit üretiminin yılda toplam 232 milyon ton olduğu göz önüne alındığında bu miktarın dünya atmosferi için yarattığı sorun daha da belirgin olmaktadır. Günümüzde CO gazının en önemli kaynağı ulaşım araçlarının egzoz gazlarıdır (Müezzinoğlu, 2005).

- **Karbondioksit:** CO_2 , atmosferin doğal bir bileşeni olup, atmosferde en çok bulunan (su buharı hariç) ve biyolojik olarak reaktif olan bir sera gazıdır. İnsan sağlığı ve çevre bilimi üzerine doğrudan bir etkisi olmayıp sera gazı olması nedeni ile dolaylı şekilde etkilemektedir. Atmosfere verilen CO_2 'in çoğu fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Doğal kaynakları ise hayvanların solunumu, ölü organik maddelerin mikrobiyal bozunumu, toprakta bulunan karbon ve okyanuslardır. Endüstriyel devrimin başladığı 1800'li yıllardan itibaren fosil yakıtların kullanımının artmasıyla atmosfere daha fazla CO_2 verilmektedir.

Milyonlarca yıldır yer kabuğunda fosilleşerek depolanan organik karbon (kömür, petrol ve doğalgaz) yeraltından çıkarılarak yakıt olarak kullanılmıştır. Küresel olarak insanlar tarafından atmosfere verilen CO_2 'nin %80'den fazlası ulaşım ve endüstriyel kaynaklıdır. Geriye kalan %20'lik kısmın kaynağı ise ormansızlaşma ve biokütle yakımıdır (IPCC, 2007).

- **Ozon:** Ozon (O_3), oksijenin yüksek enerji düzeyindeki bir halidir. Keskin kokusu nedeni ile yunanca koku anlamına gelen "ozon" dan ismini almıştır. Ozon gazı atmosferin stratosfer tabasındaki ve atmosferin en alt katmanı olan troposferde bulunur. Stratosferde bulunan ozon tabakası zararlı güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasına engel olmaktadır. Stratosferdeki ozon oluşumu yüksek enerjili ortamda O_2 ile O_2 nin parçalanmasında oluşan O atomu varlığında O_2 ile O atomunun birleşmesinden oluşur (Müezzinoğlu, 2009).

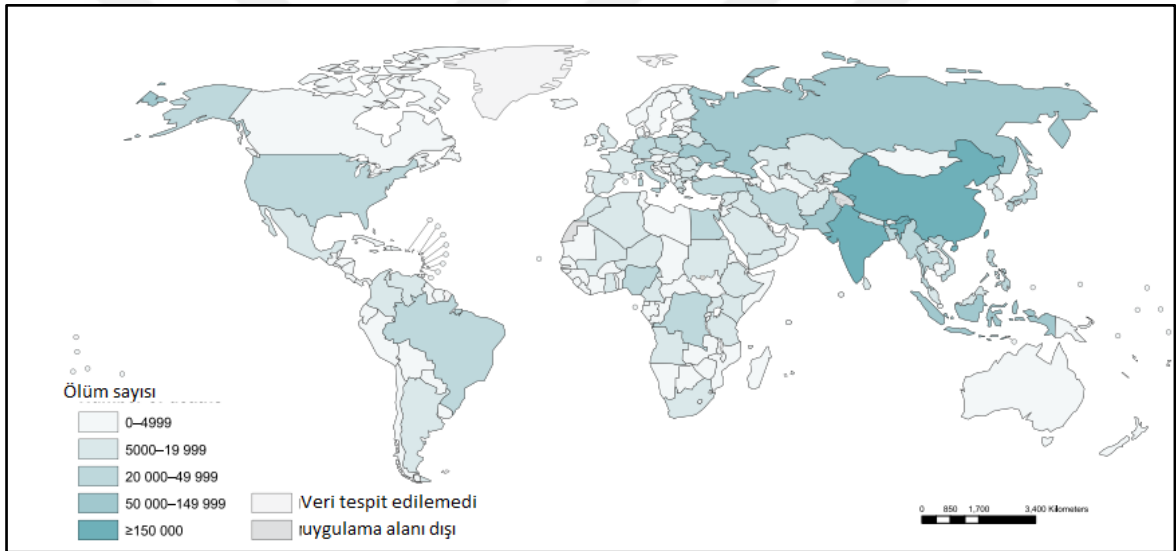
- **Hidrokarbonlar:** Hidrokarbonlar (HC), kömür, petrol, doğal gaz ve benzinin yanmasından, ayrıca da endüstriyel çözücülerden meydana gelmektedir. Bu insan kaynaklı emisyonlara dünya genelinde 100 milyon ton olarak değer biçilmektedir ve bu emisyonların doğal kaynakların sadece yirmide birini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Dünya genelinde sadece bataklıklardan çıkan hidrokarbon emisyonları yılda yaklaşık 2 milyar tona ulaşmaktadır (İncecik, 1994). Havadaki HC gaz ve buharları genelde uçucu organik karbon (UOC) bileşikleri olarak tanımlanır ve metan (CH_4) dışındaki tüm gazları kapsamaktadır (URL-4, 2017).

1.2.2.Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Etkileri

Hava kirliliği başta insan sağlığı olmak üzere, görüş mesafesinde azaltma, materyalleri etkileme, toprak ve yüzeysel su kalitesini bozma, bitki ve hayvan sağlığını olumsuz etkileme vb. birçok ekolojik problem oluşturmaktadır. Ayrıca küresel çevre

kirliliği olayları (iklim değişimi, asit yağışları, ozon tabakası incilmesi) temelde hava kirliliği sonucu oluşmakta ve ekolojik tahribata veya değişime neden olmaktadır.

Dünyada son yıllarda yapılan çalışmalarda, hava kirliliğinin gittikçe Güneydoğu Asya ülkelerine kaydığı ve bu bölgelerde tehlikeli boyutlara ulaştığı, buna bağlı olarak genel, solunum ve dolaşım sistemine bağlı ölümlerde artış olduğu, hastane başvurularında yükselme eğilimi olduğu bildirilmektedir (Sastri, 2002). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2012 yılında dünya genelinde 4,3 milyon insanın iç ortam 3,7 milyon insanın ise dış ortam hava kirliliği sebebi ile hayatını kaybettiğini raporlamıştır. Bu ölümlerin yaklaşık %25'inin akciğer kanserine bağlı olduğu belirtilmiştir. Şekil 1'de dünya genelinde tüm ülkelerin dış ortam hava kirliliği ölüm seviyeleri gösterilmektedir (WHO, 2016).



Şekil 1. Dünya genelinde tüm ülkelerin dış ortam hava kirliliği kaynaklı ölüm sayıları (WHO, 2016).

Hava kirliliği genel olarak solunum ve dolaşım sistemine bağlı tüm hastalıklara sebep olabilmektedir. Özelde görülebilecek sağlık problemleri şunlardır: solunum fonksiyonlarında bozulma, solunum sistemi hastalıklarında artış, kronik solunum sistemi hastalığı olan kişilerin hastalıklarında artış, kronik kalp hastalığı olan kişilerin hastalıklarında artış, kanser olma oranında artış, prematüre çocuk doğum olayında artış ve ölüm oranının artışı (Kaya ve Öztürk, 2013).

Havada PM varlığında SO₂ gazı ince tozların aktif yüzeylerine tutunarak solunum sisteminde akciğerlerin alveollerine kadar ulaşır ve daha fazla etki yapar. NO₂ zehirli bir

gaz olup çok yüksek konsantrasyonlarda ciğerde ödem ve kanama problemi oluşturur. Ozon gazı yüksek oksidasyon kapasitesi nedeni ile solunum yolu tahrişine neden olur. CO gazı boğucu bir gazdır ve kandaki O₂ taşıma görevini üstlenen hemoglobin ile O₂ yerine birleşme eğilimi gösterir ve ani zehirlenme ve ölüme sebep olur. 10 mikron altı PM solunumla insanlar tarafından alınır. Partikül Maddelerden 2,5 mikron üstü boyutta olanlar üst solunum yolunda tutulurken 2,5 mikron altındaki PM ciğerlere kadar ulaşır ve 1 mikron altı ise alveollere yerleşebilir. Özellikle ince PM, içeriğindeki toksik bileşenlerin varlığında (As, Pb, Ni, PCB vb.) maruz kalındığında insan sağlığı üzerine toksik etkisi vardır ve kansere sebep olabilmektedir. Türkiye’de yapılan bazı çalışmalarda havada ince tozlarla solunum yoluyla maruz kalınan metal seviyeleri çok daha yüksektir ve özellikle yoğun trafik akışının olduğu bölgelerde önemli seviyelere ulaşabilmektedir (Şahin ve Onat, 2010; Onat vd., 2010).

1970’li yılların başında insan yapımı kloroflorokarbonların (CFC) güneşten gelen zararlı UV (ultraviyole) ışınlarını tutan stratosferde bulunan ozon tabakasındaki ozonu tükettiği tespit edilmiş ve ozon tabakası incilmesi çevre sorunu tanımlanmıştır. 1987 yılında pek çok ülke tarafından ozonu tüketen gazların kullanımına kısıtlama getiren Montreal Protokolü imzalanmıştır. Dünyanın giderek ısındığı gerçeği ise ilk olarak 1938 yılında Guy Stewart Callender tarafından ortaya konmuştur ve iklim değişimi olarak ifade edilen bir diğer çevre sorunu tanımlanmıştır (Hardy, 2003). Güneşten gelen kısa dalga boylu ışınlar dünyaya ulaşırken soğurulmakta ve yansıtılmaktadır. Dünyadan uzaya geri yansıyan uzun dalga boylu radyasyonu havada bulunan sera gazları absorbe etmekte ve ısının atmosferde kalmasına neden olmaktadır. Bu etkiye sera etkisi ismi verilmiştir. Sera gazları atmosferde eser miktarda bulunan, ancak iklim üzerinde etkisi büyük olan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), karbonmonoksit (CO), azotoksitler (NO_x), kloroflorokarbonlar (CFCs) ve ozon (O₃), su buharı (H₂O) gibi gazlardır (Weart, 2008).

Asit yağmurları, hava kirliliğinin sebep olduğu önemli bir diğer küresel çevre olaylarından biridir. Havada yüksek konsantrasyonlarda bulunan asidik özellikteki gazlar (SO_x, NO_x) yağmur sırasında su damlacıkları ile reaksiyona girer sülfürik asit (H₂SO₄) ve nitrik asit (HNO₃) oluşumuna sebep olur. Doğal atmosferik koşullarda havanın içinde bulunan CO₂ nedeni ile yağış suyu pH değeri 5-5,5 civarındadır (Müezzinoğlu, 2009; Kaya ve Öztürk, 2013). Asidik gazların varlığında bu pH değerinin altında yağmur suyunun varlığı asit yağmuru göstergesidir. Asidik özellikli yağmur suları yeryüzüne ulaştığında temas ettiği her materyale zarar vermektedir. Tarihi eserler ve yapılar üzerinde korozyon

etkisi, toprakta mineral çözünmesi ve yeraltı suyu ve dolayısıyla yüzey suları iyon yükünde artış, bitki yapraklarında sararma tekstil ürünlerini sarartma vb. birçok etkiye sebep olmaktadır. Tüm bu etkiler ekolojik dengenin bozulması ve dolayısı ile insan ve çevre sağlığını uzun dönemli etkilenmesine neden olacaktır.

Partikül maddeler özellikle kentsel ortamlarda gelen ışığı absorbe etmesi ve saçması nedeniyle görüş mesafesinin azalmasına ve yeryüzüne gelen güneş ışınlarını tutarak sıcaklığın düşmesine sebep olurlar. Görüş mesafesi üzerine en çok etkili olan partiküllerin büyüklükleri 0.1-1 µm olanlardır (Tokgöz ve Tuncel, 2007). Yapılan araştırmalar yerleşim merkezlerinin, kırsal kesimlerden %15-20 daha az gün ışınları aldığını göstermektedir. (Varınca vd., 2008). Partiküllerin yapı ve materyaller üzerinde zararlı etkileri vardır. Zararın büyüklüğü daha çok partiküllerin kimyasal bileşimine ve büyüklüğüne bağlıdır. Partiküller korrosif de olabilirler ve eşyaya daha büyük zararlar verirler. Metal yüzeyler kuru havada partiküllere karşı dayanıklı olmalarına rağmen, nemli havalarda dayanıklı değildir ve kısa zamanda korozyona uğrarlar. Partiküller buldukları yerlerde su buharı için yoğuşma noktaları meydana getirdiğinden korozyon hızlanır. Alan çalışmaları şehirleşme ve endüstri merkezlerinde korozyonun kırsal kesime göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca ağır endüstri merkezlerindeki korozyonun daha da büyük olduğu tespit edilmiştir (Demirci ve Çınar, 2008). Partiküllerin bitki yapraklarının üst kısımlarında birikmesi bitkinin hem ışıklardan, hem de hava karbondioksitinden yararlanmasına engel oluşturduğu bilinmektedir. Bunun sonucu bitkilerde sararma ve çürüme gibi olayların meydana gelmesidir. Partiküllerin otlar üzerinde toplanması ve bu otların hayvanlar tarafından yenmesi hayvanlarda bazı toksik metallerin birikmesine neden olmaktadır (Grantz vd., 2003).

1.3.Dünyada ve Türkiye’de Denizyolu Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı gerek sanayi ham maddesini oluşturan yükleri bir seferde büyük miktarlarda taşıma özelliği, gerekse taşıma maliyetinin demiryoluna göre 3,5, karayoluna göre 7 ve havayoluna göre 22 kat daha ucuz olması, denizyolu taşımacılığının önemini hem dünyada hem de Türkiye’de artırıyor (Koçak, 2012).

Günümüzde dünya ticaretinin yaklaşık %90’ı denizyolu ile gerçekleştirilmektedir. Dünya deniz ticaret filosunun toplam büyüklüğü 1,23 milyar DWT’ye, dünya ticaret hacmi ise 8,17 milyar ton’a ulaşmıştır. Dünya deniz ticaretinden yılda 400 milyar dolar gelir elde

edilmektedir. Bu rakamlar denizyolu taşımacılığının ne derecede önemli bir konuma geldiğini göstermektedir (DTGM, 2015).

Dünya ticaretinin ithal ve ihracat yüklerinin %75'i deniz yoluyla taşınmakta olup dünyada, denizyoluyla gerçekleştirilen uluslararası ticaret hacmi, her geçen gün süratle artmaktadır. Deniz taşımacılığı sektörü ülkenin ithalat ve ihracat artış ve azalışlarına ve hatta dünyadaki mal değişimlerine paralel olarak iniş çıkış yaşayan bir sektördür. Son yıllarda deniz taşımacılığı toplam ticaret hacmi içerisinde yükselen bir eğilim göstermektedir (Koçak, 2012).

Tablo 3'de DTGM çalışmasından alınan 2011-2016 yılı itibari ile tüm dünyada deniz nakliye operasyonunda kayıtlı olan gemi adet sayısı 2011 yılından 2016 yılına kadar 7634 adet gemi artışı olmuştur. Gemi cinslerine göre bakacak olursak; ham petrol tankerleri 1036 adet azalma, kuru yük gemileri 2453 adet artış, genel kargo taşıyan gemilerde 1524 adet azalma, konteynır taşıma gemileri 283 adet artış, diğer tip gemilerde ise 7458 adet gemi artışı gözlenmiştir.

Tablo 3. 2011-2016 Yılları arası dünya gemi filosu rakamları (DTGM, 2016).

| Gemi sayısı | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dünya geneli | Toplam gemi adeti | 83283 | 84709 | 86484 | 87954 | 89423 | 90917 |
| | Ham petrol tankerleri | 10609 | 8838 | 9033 | 9241 | 9392 | 9573 |
| | Kuru yük gemileri | 8228 | 9001 | 9568 | 10162 | 10461 | 10681 |
| | Genel kargo gemileri | 21090 | 20309 | 20282 | 19664 | 19534 | 19566 |
| | Konteyner gemileri | 4966 | 5096 | 5107 | 5101 | 5132 | 5249 |
| | Diğer gemi tipleri | 38390 | 41465 | 42494 | 43786 | 44904 | 45848 |

Cebelitarık Boğazı ile Atlas Okyanusu'na, Süveyş Kanalı ile Arap Yarımadası ve Hint Okyanusu'na, Türk Boğazlarının Karadeniz-Akdeniz bağlantılarıyla Avrasya ve Uzakdoğu'ya uzanan bir ulaşım ağının odak noktasında bulunan Türkiye, 8.333 km'yi bulan sahil şeridi Asya ve Avrupa'yı bağlaması, enerji üreten ülkelere yakınlığı, uluslararası ulaşım yolları üzerinde bulunması, yeterli oranda kara ve demiryolu bağlantısı sebebiyle denizyolu taşımacılığında önemli bir potansiyele sahip.

Bu avantajlarının yanı sıra Türkiye son 10 yılda hem yerli armatörlerin gerçekleştirdikleri filo yatırımları hem de liman ve altyapı yatırımlarıyla küresel deniz

ticaretinde rolünü artırdı. Türk armatörlerin kontrolündeki deniz ticaret filosu, 2012 yılında %34 büyüyerek 30 milyon DWT'nu aşmıştır. 2012 yılı başı itibariyle 22,5 milyon DWT olan filo kapasitesi 2013 itibariyle 29,2 milyon DWT olmuştur (DTGM, 2015).

Dünyanın kolay bayrakta en fazla filoya sahip 30 ülkesinin DWT olarak yüzde 25,2'si milli bayraklarında, yüzde 74,8'i ise yabancı bayrak altında çalışmaktadır. Türkiye ise Tablo 4'de görüldüğü gibi 1000 GT ve üzeri gemilerden oluşan 1,5 milyar DWT'lik dünya deniz ticaret filosunun %87'sini kontrol eden 30 ülke arasında 29 milyon 151 bin DWT'lik kapasite ile 14. sırada yer almaktadır (DTGM, 2015).

Tablo 4. Dünya deniz ticaret filosu (DTGM, 2015).

| DÜNYA SIRALAMASI (DWT) | | | | | ULUSAL BAYRAK | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|--------------|------------|----------------|
| 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | Ülkeler | ADET | 1000 DWT | 1000 TEU | ORT. YAŞ (YIL) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Yunanistan | 750 | 68.784 | 73 | 14 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | Japonya | 775 | 28.530 | 41 | 12,1 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Çin | 2.502 | 71.407 | 627 | 10,8 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Almanya | 217 | 11.251 | 839 | 14,3 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | Güney Kore | 734 | 14.991 | 104 | 18,3 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | Norveç | 497 | 15.466 | 62 | 14,8 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 6 | A.B.D | 192 | 4.633 | 76 | 23,4 |
| 8 | 8 | 7 | 7 | 12 | Singapur | 757 | 32.235 | 796 | 8,5 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | Tayvan | 111 | 5.010 | 134 | 16,8 |
| 10 | 10 | 11 | 11 | 14 | İtalya | 482 | 14.515 | 76 | 14,5 |
| 11 | 11 | 10 | 10 | 11 | Danimarka | 329 | 15.774 | 974 | 13,3 |
| 12 | 12 | 12 | 13 | 7 | Hong Kong | 479 | 27.174 | 431 | 7,7 |
| 13 | 14 | 15 | 15 | 18 | Kanada | 113 | 880 | 6 | 30,6 |
| 14 | 13 | 13 | 13 | 15 | Türkiye | 551 | 8.272 | 110 | 19 |
| 15 | 17 | 16 | 22 | 9 | İngiltere | 213 | 6.541 | 117 | 11,5 |
| 16 | 15 | 14 | 14 | 16 | Hindistan | 595 | 14.848 | 22 | 12,3 |
| 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | Rusya | 1.081 | 6.103 | 76 | 27,5 |
| 18 | 18 | 20 | 20 | 19 | Belçika | 66 | 7.186 | 1 | 11,3 |
| 19 | 19 | 18 | 18 | 24 | İran | 143 | 3.987 | 105 | 16,7 |
| 20 | 20 | 21 | 23 | 22 | Endonezya | 1.460 | 12.969 | 160 | 24,2 |
| 21 | 21 | 19 | 19 | 20 | S.Arabistan | 73 | 2.858 | 8 | 16,8 |
| 22 | 24 | 23 | 25 | 27 | B.A.E | 45 | 309 | 1 | 12,4 |
| 23 | 23 | 22 | 21 | 21 | Malezya | 216 | 6.292 | 19 | 16,6 |
| 24 | 26 | 25 | 26 | 25 | Fransa | 115 | 3.122 | 199 | 12,8 |
| 25 | 25 | 26 | 27 | 26 | Hollanda | 637 | 5.563 | 225 | 10,4 |
| 26 | 27 | 30 | 28 | 29 | Kuveyt | 36 | 5.324 | 22 | 9,6 |
| 27 | 28 | 27 | - | 13 | Bermuda | - | - | - | - |
| 28 | 22 | 24 | 24 | 23 | Brezilya | 69 | 2.589 | 12 | 21 |
| 29 | - | - | - | - | İsviçre | 47 | 1.524 | 9 | 8,3 |
| 30 | 29 | 29 | 29 | 30 | Vietnam | 747 | 6.254 | 33 | 10,6 |

Tablo 4'un devamı

| DÜNYA SIRALAMASI (DWT) | | | | | YABANCI BAYRAK | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|---------------|------------|----------------|
| 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | Ülkeler | ADET | 1000 DWT | 1000 TEU | ORT. YAŞ (YIL) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Yunanistan | 3.689 | 255.622 | 1.964 | 10,8 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | Japonya | 3.412 | 215.212 | 1.270 | 7,5 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Çin | 2.268 | 131.668 | 1.452 | 11,5 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Almanya | 3.239 | 109.542 | 4.869 | 10 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | Güney Kore | 901 | 66.986 | 576 | 10,1 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | Norveç | 1.110 | 48.105 | 260 | 13,9 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 6 | A.B.D | 932 | 52.532 | 199 | 13,5 |
| 8 | 8 | 7 | 7 | 12 | Singapur | 611 | 23.583 | 269 | 14,7 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | Tayvan | 776 | 42.634 | 841 | 11 |
| 10 | 10 | 11 | 11 | 14 | İtalya | 603 | 31.814 | 1.098 | 10,6 |
| 11 | 11 | 10 | 10 | 11 | Danimarka | 533 | 21.953 | 768 | 10,5 |
| 12 | 12 | 12 | 13 | 7 | Hong Kong | 359 | 9.197 | 56 | 17,5 |
| 13 | 14 | 15 | 15 | 18 | Kanada | 378 | 29.594 | 754 | 9,5 |
| 14 | 13 | 13 | 13 | 15 | Türkiye | 984 | 20.879 | 139 | 17,6 |
| 15 | 17 | 16 | 22 | 9 | İngiltere | 447 | 20.534 | 411 | 11,5 |
| 16 | 15 | 14 | 14 | 16 | Hindistan | 139 | 9.100 | 7 | 12,3 |
| 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | Rusya | 380 | 15.080 | 39 | 19,4 |
| 18 | 18 | 20 | 20 | 19 | Belçika | 130 | 12.883 | 72 | 9 |
| 19 | 19 | 18 | 18 | 24 | İran | 64 | 13.785 | 7 | 11,8 |
| 20 | 20 | 21 | 23 | 22 | Endonezya | 94 | 1.940 | 14 | 18,1 |
| 21 | 21 | 19 | 19 | 20 | S.Arabistan | 70 | 10.670 | 1 | 14,8 |
| 22 | 24 | 23 | 25 | 27 | B.A.E | 429 | 12.292 | 85 | 20 |
| 23 | 23 | 22 | 21 | 21 | Malezya | 94 | 6.033 | 1 | 15,5 |
| 24 | 26 | 25 | 26 | 25 | Fransa | 166 | 7.779 | 403 | 9,5 |
| 25 | 25 | 26 | 27 | 26 | Hollanda | 271 | 5.201 | 50 | 12,6 |
| 26 | 27 | 30 | 28 | 29 | Kuveyt | 58 | 4.985 | 342 | 8,6 |
| 27 | 28 | 27 | - | 13 | Bermuda | 42 | 8.694 | 0 | 11,9 |
| 28 | 22 | 24 | 24 | 23 | Brezilya | 30 | 5.987 | 2 | 13,8 |
| 29 | - | - | - | - | İsviçre | 140 | 6.317 | 14 | 10,3 |
| 30 | 29 | 29 | 29 | 30 | Vietnam | 82 | 1.170 | 6 | 19,6 |

Tablo 5'de Türkiye deniz ticaret filosunun gemi cinslerine göre 2012-2015 yılları arası değişimi verilmiştir. Türkiye'de diğer gemi cinslerine göre en fazla gemi sayısının 322-411 adetle kuru yük gemisi olduğu Tablo 5'de görülmektedir.

Tablo 5. Türkiye deniz ticaret filosu gemi cinslerinin yıllık gelişimi (DTGM, 2015).

| Gemi Cinsi (30'lu Grup) | YILLAR | | | | | | | |
|--|--------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
| | Adet | DWT | Adet | DWT | Adet | DWT | Adet | DWT |
| Kuru Yük Gemileri | 411 | 1.576.972 | 400 | 1.487.121 | 376 | 1.462.563 | 322 | 1.285.890 |
| Dökme Yük Gemileri | 115 | 5.164.647 | 109 | 4.511.037 | 102 | 4.398.401 | 85 | 3.988.931 |
| Konteyner Gemileri | 46 | 763.534 | 43 | 731.797 | 43 | 764.596 | 50 | 962.469 |
| Konteyner / Kuru yük Gemileri | 26 | 213.744 | 29 | 220.003 | 31 | 237.889 | 28 | 211.809 |
| Konteyner Ro-Ro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ro-Ro Gemileri (Sadece Araç) | 26 | 188.342 | 26 | 198.271 | 27 | 198.592 | 25 | 192.987 |
| Ro-Ro / Yolcu Gemisi (Feri) | 58 | 74.135 | 56 | 74.628 | 49 | 56.788 | 60 | 63.645 |
| Tren Ferisi / Ro-Ro | 8 | 8.326 | 7 | 7.926 | 7 | 7.926 | 7 | 7.926 |
| Ham Petrol Tankerleri | 2 | 303.167 | 2 | 303.167 | 2 | 300.544 | 2 | 300.544 |
| Akaryakıt-İşlenmiş Ürün-Tankerleri | 86 | 942.019 | 91 | 872.259 | 87 | 870.957 | 94 | 886.761 |
| Kimyevi Madde Tankerleri | 93 | 857.481 | 84 | 640.822 | 72 | 548.223 | 62 | 446.465 |
| LPG / LNG Tankerleri | 7 | 35.029 | 7 | 35.029 | 6 | 30.789 | 7 | 39.389 |
| Asfalt Tankerleri | 1 | 2.770 | 1 | 2.770 | 2 | 22.738 | 3 | 42.666 |
| BitkiselHayvansal Yağ Tankeri | 1 | 518 | 1 | 518 | 1 | 518 | 1 | 518 |
| Su Tankerleri | 15 | 7.590 | 15 | 7.590 | 15 | 7.590 | 14 | 7.038 |
| Yolcu Gemileri | 93 | 9.437 | 102 | 12.100 | 105 | 41.708 | 108 | 38.023 |
| Feribot (Yolcu-Araba-Kuru yük) | 56 | 14.544 | 48 | 13.841 | 49 | 14.047 | 50 | 12.296 |
| Şehir Hatları Deniz Otobüsü-Sadece Yolcu | 24 | 1.207 | 23 | 1.207 | 21 | 1.207 | 20 | 1.033 |
| Ş.H. Deniz Otobüsü - Yolcu/Araç | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Yolcu Motorları | 66 | 613 | 70 | 613 | 70 | 718 | 72 | 718 |
| Eğlence Amaçlı Yolcu Gemileri-Sadece Yolcu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eğlence Amaçlı Yolcu Gemileri - Yolcu / Araç | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Balıkçı Gemileri | 218 | 8.757 | 222 | 9.058 | 227 | 9.185 | 229 | 8.838 |
| Römorkörler | 121 | 3.088 | 120 | 2.849 | 126 | 2.776 | 133 | 2.776 |

Tablo 5'in devamı

| Gemi Cinsi (30'lu Grup) | YILLAR | | | | | | | |
|----------------------------|--------|------------|-------|----------|-------|---------|-------|-----------|
| | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
| | Adet | DWT | Adet | DWT | Adet | DWT | Adet | DWT |
| B. Araştırma Gemi | 7 | 0 | 12 | 0 | 15 | 0 | 16 | 448 |
| Deniz Araçları | 122 | 1.077 | 136 | 860 | 128 | 5.060 | 142 | 5.483 |
| Yüzer Havuz / Vinç | 43 | 287 | 43 | 287 | 44 | 287 | 49 | 8.287 |
| Ticari Yat | 72 | 2.046 | 79 | 2.116 | 83 | 2.116 | 88 | 576 |
| Özel Yat | 72 | 900 | 89 | 837 | 101 | 837 | 120 | 1.011 |
| TOPLAM | 1.879 | 10.257.627 | 1.909 | 9.218.98 | 1.888 | 9.051.8 | 1.886 | 8.569.271 |

1.4.Gemilerden Yayılan Egzoz Emisyonları

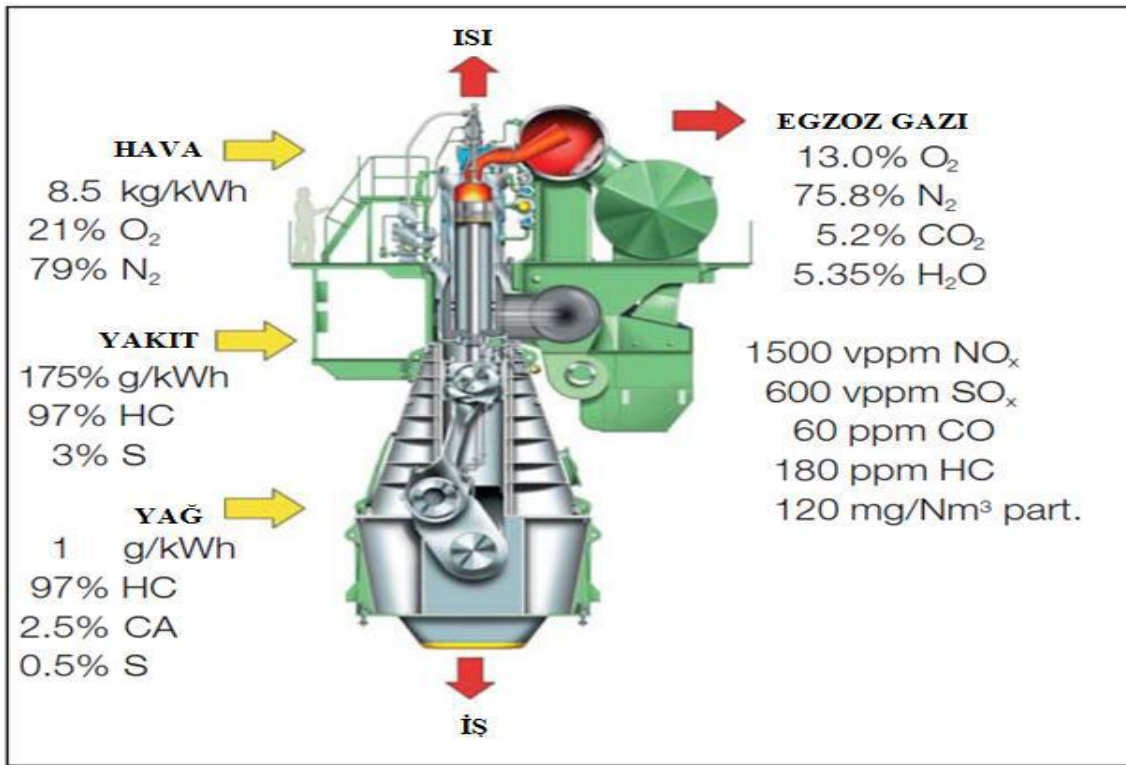
Dünya genelinde karalarda oluşan hava kirliliği alınan tedbirlerle her geçen gün azaltılırken, gemi kaynaklı hava kirliliğinin göz ardı edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınmamasından dolayı giderek artış göstermektedir. Gemi kaynaklı egzoz gazları denizlerde oluşarak rüzgar ve diğer iklim koşulları ile büyük alanlara yayılmaktadır. Ayrıca gemi egzoz emisyonları limanlarda da etkilidir. Kıyı bölgelerindeki yerleşim alanlarına yakın olan limanlardan yayılan egzoz emisyonları çevre hava kalitesini tehdit etmektedir. Gemi egzoz emisyonlarının miktarı, gemilerin kullandıkları yakıtın cinsine ve gemilerin işletme modlarına göre farklılık göstermektedir.

Gemilerde sevk işleminin %93'lük kısmını dizel makineler sağlamaktadır. Bunlardan %67'si dört stroklu ve %26'sı ise iki stroklu dizel makinelerdir (Corbett, 2003). Bunun ana nedeni ise dizel makinelerinin buhar türbinlerine göre, bakım onarım ve yedek makine parça maliyetleri daha düşük olması ve ayrıca yakıt maliyetlerinin de yakılan yakıtın da daha ucuz olmasıdır. Bazı çalışmalarda, Trozzi (2011) ve Van Aardenne vd. (2013) dünya gemi filosunda dizel makine kullanımı oranını %99 olarak belirtmiştir. Dolayısıyla gemilerden yayılan egzoz emisyonlarının tamamına yakını gemilerde kullanılan dizel makinelerden kaynaklanmaktadır.

Gemi dizel makineleri, güçlü motor yapısı ile yüksek yanma sonu basınç ve sıcaklıklara göre imal edilmektedir. Bu nedenle gemilerin sevki ve gemilerde elektrik üretimi amacıyla dizel makineler tercih edilmektedir. Dizel makinelerde tüketilmekte olan dizel yakıtlar büyük oranda yapısında karbon ve hidrojen kapsayan karbonlu hidrojen olarak kabul edilebilirler. Dolayısıyla tam yanma sırasında karbonlu hidrojenlerin tümü karbon dioksit ve su buharı oluşturur. Ancak yanmanın tam olmaması silindirlere karbon monoksit oluşumuna da neden olur. Ayrıca tam yanma olmaması durumunda yakıtın bir

kısmı yanmamış hidrokarbonlar olarak egzozdan atılır. Silindirlere fazla hava verilmesi nedeniyle azot oksitleri oluşur. Azot oksitlerin bir diğer oluşum sebebi yanma olayı anında ortaya çıkan yüksek sıcaklıklardır. Kükürt oksitler ise yakıtların yapısındaki kükürt nedeniyle oluşmaktadır. (Küçükşahin, 1999)

Yanma reaksiyonu sonucu gemi dizel makinelerinin silindirleri içerisinde NO_x , SO_x , CO_2 , HC, PM ve uçucu organik bileşikler açığa çıkar (Wright, 2000). Yanma işleminin girdileri ve çıktıları düşük devirli bir dizel makine için yaklaşık değerleri ile birlikte Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. Düşük devirli bir dizel makinenin tipik emisyon değerleri (MAN B&W, 2014).

1.4.1.Gemi Kaynaklı Egzoz Emisyon Çeşitleri

1.4.1.1.Azot Oksit Emisyonu

Azotoksitler (NO_x) yanma havasında bulunan oksijen ve azotun silindir içerisinde yüksek sıcaklıklara maruz kalması sonucunda meydana gelirler. Azotoksit ve azotdioksit olarak iki tür bileşik oluşmakta ve bu bileşikler azot oksit emisyonu olarak belirtilmektedir. Gemi dizel motorlarında oluşan NO_x gazlarının, %95'i NO, kalanı ise NO_2 'dir. Oluşan

NO_x'in büyük kısmı yanma sonunda genişleme zamanında ve egzoz sisteminde NO'nun NO₂'ye dönüşümü sonucunda oluşur (Rigas vd.,1997).

Yanma odasındaki yakıt-hava karışım miktarı da azotoksit oluşumunu etkileyen diğer önemli bir faktördür. Ayrıca silindirin yapısı, makine özellikleri ve makinede olası arızalar azotoksitleri oluşumunu etkilemektedir.

Yanma esnasında hava-yakıt karışım oranı, stokiyometrik hava-yakıt karışım oranından az olduğu durumda (zengin karışım) NO_x emisyon oluşumu azalmaktadır. Tam aksi gözlemlendiği durumlarda (fakir karışım) ise NOX emisyonu oluşumu artmaktadır. Bir makinede hava yakıt karışım katsayısına bağlı emisyon oluşumu aşağıda Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Değişik hava yakıt oranlarındaki egzoz emisyonları (Caterpillar, 2007).

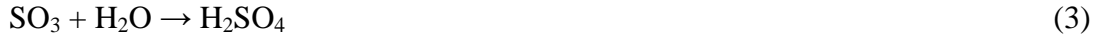
| Ayarlar | NO _x | CO | THC | NMHC |
|--------------------|-----------------|------|-----|------|
| %10 Zengin karışım | 5.0 | 40.0 | 2.0 | 0.30 |
| Stokiyometrik | 10.0 | 10.0 | 1.5 | 0.20 |
| %10 Fakir karışım | 20.0 | 1.0 | 1.0 | 0.15 |

1.4.1.2.Kükürt Oksit Emisyonu

Gemilerde kullanılan SO_x yakıt içerisinde bulunan kükürt miktarının yüksek olması gemi kaynaklı SO_x emisyon miktarını arttırmakta ve hava kirliliğinde önemli bir etken olmaktadır (Cooper, 2003).

Gemi dizel motorları, ilk çalıştırma esnasında silindir içi sıcaklığın düşük ve yanma havası içinde oksijenin yoğunluğunun fazla olması, daha fazla ve hızlı kükürt oluşturmaktadır (Cowley vd., 1993). Bunun sebebi olarak dizel motorlarında, yakıtın içindeki kükürdün sırasıyla SO₂, SO₃ ve bu tepkimeler sonucunda H₂SO₄ oluşur. H₂SO₄'ün yoğunlaşması, düşük egzoz sıcaklıklarında meydana gelir (Sinha vd., 2003). H₂SO₄'ün yoğunlaştığı sıcaklık, asidin çığlaşma noktası olarak geçer ve sıcaklık (125-150) C⁰ arasında olmaktadır. H₂SO₄'in çığlaşma noktası, yakıttaki kükürt miktarına, egzoz gazı sıcaklığına, egzoz gazındaki su miktarına ve hava fazlalığı miktarına bağlıdır. H₂SO₄ en fazla oluşabileceği sıcaklık, çığlaşma noktasının (20-30) C⁰ altındaki silindir içi egzoz sıcaklıklarında görülür (Oliva, 1998).

Aşağıdaki kimyasal tepkimelerle H_2SO_4 oluşması; (1), (2) ve (3) denklemleriyle açıklanır (Oliva, 1998).



Yakıt içindeki kükürt miktarı SO_x emisyon miktarında önemli bir etkidir. Örneğin gemilerde kullanılan jeneratörlerde düşük kükürtlü yakıt kullanılması sonucu ana makineye kıyasla daha az SO_x salınımı oluşturmaktadır. Tablo 7’de gemilerde kullanılan yakıtların içeriğinde bulunan kükürt miktarları yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 7. Gemilerde kullanılan yakıtlardaki kükürt oranları (Rivers,1993).

| Gemide kullanılan yakıt türü | Gemide kullanım alanı | Kükürt oranı (kütleli olarak % m/m) |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Marine Dizel Oil | Jeneratör/ Ana makine | % 0.7 |
| Heavy Fuel Oil | Ana makine | % 1.5 - % 4,5 |

Gemi dizel motorlarında, H_2SO_4 oluşumunu azaltmak için, düşük kükürt seviyeli atık yakıt kullanılmalı, yanma havası fazlalığı azaltılmalı ve motorun ilk çalışması esnasında egzoz sıcaklığı yükseltilerek H_2SO_4 ’in çığlaşma noktası sıcaklığının üstüne çıkılmalıdır (Rivers,1993).

1.4.1.3.Karbon Dioksit Emisyonu

Fosil yakıtların yanması sonucunda su ile birlikte karbondioksit (CO_2) gazı oluşmaktadır. Trozzi ve Vaccaro (1998) yılında yaptıkları çalışmada ağır devirli ve orta devirli makinelerde tüketilen birim ton yakıt başına oluşan karbondioksit miktarı sırasıyla 3165 kg ve 3250 kg olarak belirtilmektedir. Gemilerden yayılan karbondioksit miktarı makinelerde yakılan yakıt miktarına bağlı artış göstermektedir. Gemilerden yayılan karbondioksit miktarı enerji etkinliği kapsamında değerlendirilmektedir (Durmaz, 2015) .

Yanma reaksiyonlarında tam yanmanın gerçekleşmemesi ve buna bağlı bölgesel eksik yanmaların meydana gelmesi CO oluşumunu artırır, buna paralel olarak ise CO_2

miktarı azalır. Dizel motorlarında gönderilen havanın türbülanslı oluşu yanma kalitesini iyileştirir. Türbülans arttıkça CO miktarı azalmakta ve CO₂ miktarı da yükselmektedir. Sıcaklık ve basınç arttıkça, oksitlenme reaksiyonlarına bağlı olarak CO değişimleri yükselir. Oksijenin parçalanarak CO₂ oluşturmak için CO ile reaksiyona girmesi, yanma yerel sıcaklık artışı ile doğru orantılı olarak değişmektedir (Asmus ve Wellington, 1993).

1.4.1.4.Karbon Monoksit Emisyonu

Gemi dizel makinelerinde yanma sıcaklığı çok yüksek değere ulaşmadığında tam yanma sırasında çok az miktarda da karbonmonoksit (CO) oluşabilir. Eğer yanmanın meydana geldiği silindirlerde hava yeterli değilse o zaman karbon monoksit oluşumu kaçınılmazdır.

Dizel motorlarında ilk çalıştırma esnasında düşük yüklerde, hava miktarının az olması nedeniyle sıkıştırma zamanı sonunda havanın basınç ve sıcaklığı düşük olur. Bunun sonucunda sis bulutu şeklinde püskürtülen yakıtın tam yanması zorlaşır ve eksik yanma oluşur. Eksik yanma sonucunda dizel motoru silindirlerinde CO gazı miktarı artış gösterir. Ancak yapılan deneylerde yanma reaksiyonlarında CO gazı CO₂ gazına dönüşme süresi kısadır. Bundan dolayı yanmanın tamamlanmamış olması, bu dönüşümü zorlaştırır ve CO miktarını artırmasına sebep olur. Dizel motoru silindirlerine alınması gereken hava fazlalık katsayısı artırılırsa bunun sonucunda eksik yanma sonucu oluşan CO gazı miktarı az olur (Morgan vd., 1997).

1.4.1.5.Hidrokarbon Emisyonu

Gemilerde hidrokarbon (HC) emisyonu silindirlerde yakıtın yakılmadan dışarıya atılması ile meydana gelir. Yanma havasındaki oksijen yetersizliği ve düşük sıcaklık değerleri tam yanmama durumuna yol açan başlıca unsurlardır. Ayrıca dizel makinelerde püskürtme sistemindeki sorunlar hidrokarbon emisyonuna sebep olmaktadır.

1.4.1.6.Partikül Madde Emisyonu

Gemi kaynaklı katı parçacıkların kütlelesel yoğunlukları elektro mikroskobu ile tespit edilebilmektedir. İnsanların soluyabildiği katı parçacıkların boyutları; 10 µm (PM₁₀), 2,5

μm ($\text{PM}_{2.5}$) ve $2,5 \mu\text{m}$ 'dan daha ince parçacıklar olarak üç kısımda sınıflandırılır (Saxe ve Larsen, 2004).

Katı parçacıklar içinde, boyutları $0,1 \mu\text{m}$ çapındaki çok ince parçacıklar, çok düşük kütleli olduğu için atmosferde asılı olarak kalmasından dolayı insan sağlığına etkisi yoktur. Gemi kaynaklı katı parçacıkların insanların solunum sistemini etkileyebilmesi özellikle akciğerlerine ulaşabilmesi; parçacıkların daha kütleli ve ağır olmasına bağlıdır (Kindborm vd., 2004).

Gemi kaynaklı katı parçacıklarının çevresel etkisi, bulut biçimlenmesinin iç çekirdeğini oluşturarak bulutların yapısını bozabilir ve mevsim değişikliklerine sebep olabilirler. $0.5 \mu\text{m}$ çapındaki parçacıkların havada asılı kalma ve uzak mesafelere taşınma olasılığı yüksektir. Bu nedenle gemilerin oluşturduğu parçacıklar daha uzak mesafelere yayılmaktadır. Daha büyük parçacıklar, atmosferden yeryüzüne çökelti oluşturarak inerler. Katı parçacıklar ne kadar büyük olursa çökelti oluşumu daha hızlı oluşur. Limanlarda gemilerin oluşturduğu katı parçacık emisyonları, limana yakın yerleşim bölgelerinde çökelti oluşturarak insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Janhall, 2007).

1.4.2.Gemi Egzoz Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve İklim Üzerindeki Etkileri

1.4.2.1.Gemi Egzoz Emisyonlarının İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Tarih boyunca limanlar hep büyük kentsel bölgelere çok yakın konumlandırılmıştır ve limanlardaki operasyonlar limanların çevresinde yaşayan ve çalışan milyonlarca insanı etkilemektedir. Liman faaliyetlerinin yerel hava kalitesi ve insan sağlığı üzerindeki etkileri büyük ölçüde $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , NO_x , SO_x , HC, CO, CO_2 ve asit birikimi gibi kirleticilerden kaynaklanmaktadır (URL-5, 2017).

Her yıl dünya çapında 60.000 kişi deniz taşımacılığında kaynaklanan partikül madde emisyonları yüzünden hayatını kaybetmektedir. Yoğun olarak bu durum kıyı bölgeleri ve büyük ticaret rotaları üzerinde sıkça görülmektedir. Bu ölümlerin büyük bir kısmı denizcilikle ilgili partikül madde konsantrasyonlarının çok olduğu Avrupa ve Asya'da gerçekleşmektedir (Corbett vd., 2007). Ayrıca Corbett vd. (2007) yılında göğüs hastalıkları ve akciğer kanseri kaynaklı ölümler üzerinde yaptığı araştırmada, 19.000 ile 64.000 göğüs rahatsızlığı ve akciğer kanseri kaynaklı ölümün gemilerden yayılan partikül maddelerden kaynaklandığını belirtmiştir.

Gemilerden salınan azotoksitler, havanın bileşiminde bulunan nem ile birleşerek nitrat asidi oluşturur ve bu asidin de insan ve diğer canlıların sağlığı üzerinde önemli zararlı etkileri bulunmaktadır. Gaz halinde bulunan NO_2 , solunum yolu ile alındığı zaman canlıların solunum yollarında birikerek, alt solunum yollarına zararlı etkiler meydana getirmektedir. NO_x hassas akciğer dokularına derinlemesine nüfuz edebilir ve hasar verebilir, aşırı durumlarda erken ölümlere de sebep olabilir. Bu tür partiküllerin solunması amfizem ve bronşit gibi solunum rahatsızlıklarına sebep olabilir. Ayrıca var olan kalp hastalılarını daha da kötüleştirebilir (Rigas vd., 1997).

Mevcut bilimsel bulgular SO_2 'ye maruz kalmanın bronşlar üzerinde birçok yan etkisi olduğunu ve astım semptomlarını artırdığını göstermektedir. Gemi kaynaklı SO_x oluşumu, havanın içinde SO_2 ve parçacık madde yoğunluğunu artırmaktadır. Bu artış ile çeşitli solunum yolu hastalıkları ve akciğer fonksiyon bozukluklarındaki artışlarla birlikte ölüm olayları da meydana gelmektedir. Gemi emisyonlarını oluşturan gazlar içinde insan ve diğer canlılara zararlı olması bakımından, SO_2 gazı ilk sırada yer almaktadır (Rivers vd.,1993).

CO emisyonları, solunum yoluyla alındığı zaman, kanın oksijen taşımamasını büyük ölçüde engelleyerek kanda oksijen yetersizliği oluşturur. Bundan dolayı kan damarlarının çeperleri, beyin, kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana getirerek insan sağlığını etkilemektedir (Strayer vd., 1983).

CO gazı, kanda hemoglobine bağlandığı zaman, kandaki oksijenin yerini alarak kalp ve sinirsel davranış bozukluklarına neden olmaktadır. Bu gaz, zehirleyici bir özelliğe sahip olduğu için vücuda solunum yolu ile girdiğinde kandaki alyuvarlar tarafından emilerek kan oluşum mekanizması da hasar görür. Az miktarda solunan CO gazı baş dönmesi, bulantı ve görmede bulanıklık meydana getirir ve çok miktarda bulunduğu zaman da öldürücü özellik gösterir (Strayer vd., 1983).

CO_2 gazı, yeryüzüne gelen uzun dalga boylu kızıl ötesi ışınları emme özelliğine sahiptir. CO_2 , metan, su buharı ve diğer sera gazları, oluşan ısı radyasyonunun bir kısmını tutarak, dünyada canlıların yaşaması için gerekli olan ısıyı dengelemektedir. Buna karşılık CO_2 , kısa dalga boyundaki radyasyonun atmosferdeki geçişine de izin vermektedir. CO_2 miktarının artması ile daha fazla kızılötesi ışınlar emilir ve bu ışınların atmosferin dışına çıkması engellenir. Sera etkisi olarak bilinen bu olay atmosferin daha fazla ısınmasına yol açarak küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Küresel ısınmaya sebep olan gazların emisyonlarını azaltmak için gerekli tedbirler alınmaması durumunda, yeryüzünde ısının her

yıl artacağını ve buna bağlı olarak gelecek yüzyılda 2 °C ile 5 °C arasında bir sıcaklık artışı olacağı tahmin edilmektedir (Davydova, 2005).

1.4.2.2.Gemi Egzoz Emisyonlarının İklim Üzerindeki Etkileri

Karbondioksit küresel iklimi etkileyen en önemli faktördür ve deniz taşımacılığı küresel CO₂ emisyonunun en büyük kaynaklarından. IMO'nun yapmış olduğu çalışmaya göre 2007 yılında 870 milyon ton karbondioksit emisyonu gerçekleşmiş ve bu değer 2050 yılına kadar %200 ile %300 oranında artması beklenmektedir (URL-6, 2017).

Gemiler tarafından yayılan sülfür ve nitrojen bileşenleri nehirler, göller, toprak ve flora üzerinde zararlı asit birikimine neden olabilir. Bu bileşenlerin denizlerde emisyonu binlerce kilometre uzaktaki bitki örtüsü ve toprak üzerinde dahi etkileri olabilmektedir (URL-5, 2017).

Diğer deniz taşımacılığında kaynaklanan siyah karbon (black carbon) emisyonu partikül maddelerin daha koyu hali, toplam partikül madde emisyonlarının %10'u da iklim değişikliklerine etki etmektedir. Siyah karbon güneş ışığını absorbe eder, Kuzey ve Güney kutuplarındaki kar ve buzun erimesinde zararlı etkiler yapar. Bu olgu özellikle deniz taşımacılığının yoğun olarak yapıldığı kuzey kutbunda akut bir hal almış ve kuzey kutbu iklimini, dolayısı ile dünya iklimini etkiler duruma gelmiştir (Miola vd.,2010).

1.5.Gemilerde Egzoz Emisyonu Oluşturan Makinelerinin Genel Özellikleri

Gemilerde ana makine, jeneratör, kazan ve insineratör gibi makineler egzoz gazı oluşturan makinelerdir.

- Ana Makine: Ana makine geminin ilerlemesini sağlayan gücü üreten, pervaneleri tahrik eden makinelerdir. Günümüzde üç tür ana makine gemilerde tercih edilmektedir. En çok tercih edilen ise diesel motorlardır. Karayolu taşıtlarında kullanılan motorların çok büyük boyutlarda ve çeşitli sistemlerle donatılmış olanlarıdır. Büyük bir ses ve ısı kaynağıdır. Fuel oil veya diesel oil yakarak çalışır. Egzoz gazları turboşarj ve kazanda kullanılır.

Bazı gemilerde özellikle çok büyük güç gereksinimi olan gemilerde buhar türbinleri kullanılabilir. Hız gerektiren askeri gemilerde de gaz türbinleri ana makine olarak tercih edilebilir.

- Jeneratörler: Gemide ihtiyaç duyulan elektriği üreten genelde 4 zamanlı diesel motorlardan seçilen makinelerdir. Büyük bir gürültü kaynağı olan bu makineler gemide birkaç tane bulunur, hem bir birlerini yedekler hem ihtiyaç halinde paralel olarak çalışırlar.

Günümüzde yeni gemilerde şaft jeneratörleri çok defa tercih edilmektedir. Bunlar ana makine ve pervane arasında güç ileten şafta bağlı olup seyir halindeyken ana makine gücünün bir kısmını kullanarak elektrik üretir (URL-7, 2014).

- Kazan: Geminin ihtiyacı olan buharı üretmek üzere seyirde ana makine egzoz gazları ile, limanda ise yakıt yakarak çalışır. Dizel makineler kullanılmaya başlamadan önce kazanda buharlaştırılan suyun buharlaşma hızından yararlanılarak pervaneye hareket verilirdi ancak dizel makinelerin gelişmesi ile birlikte kazanlar gemilerde sadece ısıtma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ancak yaşam mahalli diye adlandırılan binanın ısıtılması için kullanılmaz. Yaşam mahalli ısıtması için gelişmiş klima sistemleri kullanılmaktadır. Bir gemideki kazan sayısı ve gücü geminin tipine göre değişir. Sıvı yük taşıyan bir tankerde taşınan yükün ısıtılması için kullanılan kazan hâliyle büyüktür. Ama bir kuru yük gemisinde kazanın işlevi yakıt ve sintine ısıtması ile sınırlı kalacağından tankere nazaran daha küçük çaplıdır.

- İnsineratör: Yağ ve yakıt çamurunu, atık yağları ve MARPOL tarafından izin verilen çöpleri yakmak için kullanılan sistemdir (URL-7, 2014).

1.6.Gemilerde Kullanılan Yakıtlar

Günümüz gemi dizel motorlarında kullanılan sıvı yakıtlar ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen HFO ve MDO yakıtlarıdır. HFO'nun yapısı, %7-20 poliaromatik hidrokarbon (PAH) ve kütleli olarak %2,7 ile %4,5 arasında kükürt içermektedir (Sinha vd.,2003). MDO ise % 0,5'den az kükürt içermektedir. HFO'nun viskozitesi yüksek olup 50 °C'de 180 cSt ile 770 cSt arasındadır. HFO viskozitesi, ısıtılarak düşürülür ve yanma için uygun akışkanlığa getirilirler. Gemi ana makinelerinde, ucuz yakıt olan HFO yakılırken, daha akıcı olan ve ön ısıtmaya gerek olmayan MDO, jeneratörlerde ve yardımcı kazanlarda tercih edilirler. Jeneratörlerde MDO yakılmasının temel sebebi, MDO'nun jeneratördeki ani yük değişikliklerinde daha kolay ve hızlı

tutuşmasıdır. Jeneratörlerde HFO, kullanılması durumunda, önceden ısıtılarak viskozitesi uygun hale getirilir. HFO, ana makinede kullanılmadan önce ayrıştırıcıdan geçerek suyla birlikte kükürt, vanadyum ve ultrafine parçacıkların oranı düşürülür. HFO ile MDO özellikleri, Tablo 8’de gösterilmiş olup HFO’nun viskozitesinin ve özgül ağırlığının yüksek ve içindeki kükürt, azot ve kül miktarlarının MDO’dan fazla olduğu belirtilmiştir (Wright, 2000).

Tablo 8. Gemilerde kullanılan yakıtların özellikleri

| Yakıt özellikleri | Birimi | HFO | MDO |
|--------------------------|-------------------|----------------|--------------|
| Viskozite | cSt | 20-500 / 50 °C | 2-10 / 40 °C |
| Yoğunluk | kg/m ³ | 940-1010 | 830-900 |
| Kükürt | % m/m | 1,5-4,5 | 0.1-1,2 |
| Azot | % m/m | 0.1-0,8 | 0.1 den az |
| Kül | % m/m | 0.01-0.08 | 0.01 den az |

1.7.Gemi Kaynaklı Egzoz Emisyonları Hakkındaki Yasal Düzenlemeler

1.7.1.IMO Tarafından Yapılan Uluslararası Düzenlemeler

Gemilerden kaynaklı hava kirliliği tartışmalarının geçmişi 1970’li yıllarda başlamıştır. Gemilerden havaya salınan egzoz gazları ile ilgili ilk girişimler bir Birleşmiş Milletler Kuruluşu olan Uluslar arası Denizcilik Örgütü (IMO) öncülüğünde hazırlanan ‘Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğinin Önlenmesi ve Uluslar arası Sözleşmesi’ kısaca MARPOL’un 1973 yılında IMO’ya dahil edilmesiyle olmuştur. Ancak o yıllarda gemi emisyonları ile ilgili hiçbir düzenleme MARPOL sözleşmesine dahil edilmemiştir (URL-8, 2015).

Bu süreler zarfında çeşitli platformlarda hava kirliliği konulu tartışmalar devam etmektedir. 1972 yılında Stockholm’de, Birleşmiş Milletler (UN) tarafından insan ve çevre konusunda önemli bir konferans gerçekleştirilmiştir. Konferansta asit yağmurları ve mücadelesi konusunda bazı işbirlikleri yapılmıştır. Bunun ana nedeni ise bazı çalışmaların hava kirleticilerinin binlerce kilometre uzağa rüzgar ve diğer iklim koşulları ile taşınabileceği ve sadece bitki ve ormanlara değil ayrıca insan sağlığında da zarar verebileceği ortaya çıkmıştır (Percival, 2011).

Asit yağmurları oluşumunun başlıca nedeni, havada ki SO₂ ve NO_x gazlarıdır. Santraller ihtiyacı olan elektrik enerjisini petrol ve kömür gibi yakıtları yakarak

sağladıkları için havaya salınan SO₂ gazlarının ana kaynağı olarak bilinmektedir. Buna ek olarak motorlu gemi taşıtları, trenler ve arabalar diğer kirletici gaz olan NO_x gazlarının oluşumuna etkilidir.

1979 yılında Cenevre’de 34 devlet ve Avrupa Birliği’nin imzası ile Uzun menzilli Sınır ötesi Hava Kirliliği Konvansiyonu (CLRTAP) imzalanmıştır. Hava kirliliği sorunları ile mücadele için bu ilk yasal faaliyet olmuştur.

Uluslar arası yapılan bu çalışmalardan sonra çevresel organizasyonlar üzerinde bir baskı oluşur ve IMO, MARPOL Ek-I ile gemi yakıt niteliklerini inceleyerek gemi kaynaklı hava kirliliği üzerinde ilk çalışmalara başlamıştır. Hava kirliliği kapsamlı yürütülen bu çalışmalar 1980’li yıllar boyunca Deniz Çevre Koruma Komitesi (MEPC) toplantılarında birçok kez ele alınmıştır. 1997 yılında gemi emisyon kaynaklı hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla ilgili en üst yetkili kurum olan IMO, dünya çapında gemilerin faaliyetleri ile ilgili MARPOL 73/78 sözleşmesine yeni bir Ek VI maddesini eklemiştir. Ancak Ek VI maddesi 9 yıl sonra 2005 yılında yürürlüğe girmiştir (URL-8, 2015). Ek VI Gemi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Önlenmesi sözleşmesi 23 düzenlemeye sahip olup aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Durmaz, 2015).

- Düzenleme 1: Uygulama
- Düzenleme 2: Tanımlar
- Düzenleme 3: İstisnalar
- Düzenleme 4: Eşdeğerlikler
- Düzenleme 5: Sörveyler
- Düzenleme 6: Bir sertifikanın verilmesi veya kabul edilmesi
- Düzenleme 7: Diğer bir yetkili kuruluş tarafında sertifika verilmesi
- Düzenleme 8: Sertifikanın şekli
- Düzenleme 9: Sertifikanın süresi ve geçerliliği
- Düzenleme 10: İşletme isterleri hususunda liman devleti kontrolleri
- Düzenleme 11: İhlallerin tespiti ve uygulama
- Düzenleme 12: Ozon tabakasını inceltici maddeler
- Düzenleme 13: Azotoksitler
- Düzenleme 14: Kükürtoksitler ve partikül maddeler
- Düzenleme 15: Uçucu organik bileşikler
- Düzenleme 16: Gemide yakma
- Düzenleme 17: Kabul tesisleri

- Düzenleme 18: Yakıtta erişebilirlik ve kalitesi
- Düzenleme 19: Gemiler için enerji etkinliği düzenlemeleri
- Düzenleme 20: Sağlanan enerji etkinliği dizayn indeksi
- Düzenleme 21: İstenen enerji etkinliği dizayn indeksi
- Düzenleme 22: Gemi enerji etkinliği yönetim planı
- Düzenleme 23: Gemilerde enerji etkinliğinin geliştirilmesi amacıyla teknik işbirliğinin teşviki ve teknoloji transferi

Ayrıca IMO belirli ülkeleri ve bölgeleri emisyon kontrol alanları (ECA), kükürt oksit emisyonu kontrol alanı (SO_x ECA) ilan ederek bu bölgelerde uygulamak üzere daha düşük limitler belirlemiştir. ECA alanlarında azot oksitleri ve kükürt oksitleri için daha düşük limitler geçerli olup, SO_x ECA alanlarında yalnızca kükürt dioksitler için daha düşük limitler uygulanmaktadır.

1.7.1.1.MARPOL Ek VI Düzenleme 12 - Ozon Tabakasını İnceltici Maddeler

Ozon tabakasını inceltici maddeler buzdolaplarında, yangın söndürme sistemlerinde ve bazı yalıtım malzemelerinde kullanılan kloroflorokarbonlar (CFC) ve halon gazlarıdır (Jamaly, 2012).

Düzenleme 12 ile CFC ve halonları içeren ekipmanların 19 Mayıs 2005 tarihinde ve sonrasında inşa edilen gemilere sokulması yasaklanmıştır. Ancak hidrokloroflorokarbon (HCFC) içeren mevcut gemilere 1 Ocak 2020 tarihine kadar kullanılmasına izin verilmektedir. Ayrıca ODS'lerin atmosfere boşaltılması kesinlikle yasaktır (IMO MEPC, 2008).

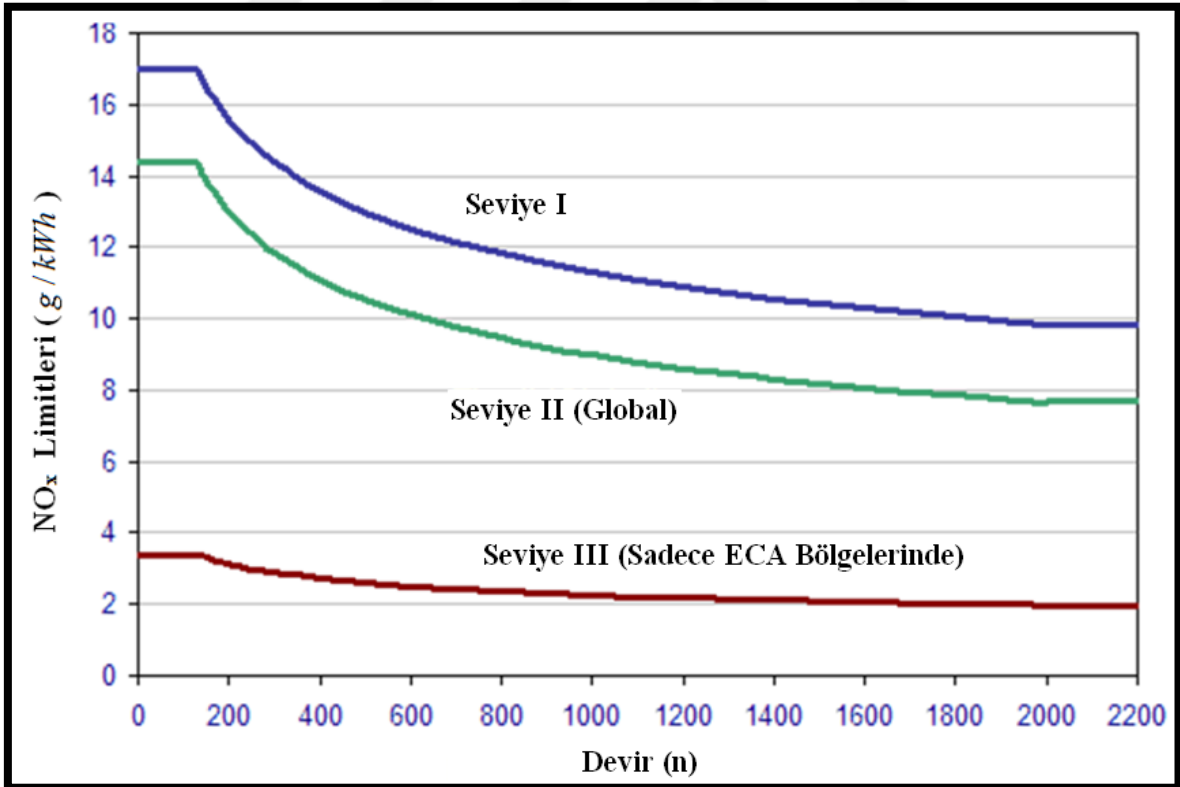
1.7.1.2.MARPOL Ek VI Düzenleme 13 – Azot Oksitler

Düzenleme 13 NO_x emisyonunun azaltılması ile ilgili bir kuraldır. Bu kural 1 Ocak 2000 tarihinde ve sonrasında inşa edilen makine çıkış gücü 130 kW dan fazla olan marine dizel makineleri için uygulanmaktadır. Kurallar acil durum dizel motorlarını, filika motorlarını ve acil durumlarda kullanılan motorları kapsamamaktadır. Azotoksit sınırları üç farklı seviyeye ayrılmıştır. Bu seviyeler Tablo 9'da maksimum operasyon hızlarında makine devir sayılarına (n,d/d) göre listelenmiştir.

Tablo 9. NO_x sınırları

| Seviyeler | Tarih | n<130 | 130 ≤ n <2000 | n ≥ 2000 |
|--------------------|-------|-------|-----------------------|----------|
| Seviye I (g/kWh) | 2000 | 17.0 | $45 \times n^{-0.2}$ | 9.8 |
| Seviye II (g/kWh) | 2011 | 14.4 | $44 \times n^{-0.23}$ | 7.7 |
| Seviye III (g/kWh) | 2016 | 3.4 | $9 \times n^{-0.2}$ | 1.96 |

Seviye I limitleri 2000 yılı sonrasında veya 2011 yılına kadar inşa edilen gemiler içindir. Seviye II limitleri 2011 yılı ve sonrasında inşa edilen gemiler için geçerli değerlerdir. Seviye III limitleri ise 2016 yılı ve sonrasında inşa edilen ve emisyon kontrol alanlarında (ECA) faaliyet gösteren gemiler için geçerli değerlerdir. Ayrıca gemilerin devir sayılarına göre uyması gereken NO_x emisyon sınır değerleri Tablo 9’da gösterilmiştir. Tablo 9’da devir sayısına (n) göre 130 un altında, 130 ile 2000 arasında ve 2000 nin üzerinde olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Şekil 3’de Seviye I-II ve III için NO_x sınır değerleri devir sayılarına göre verilmiştir.



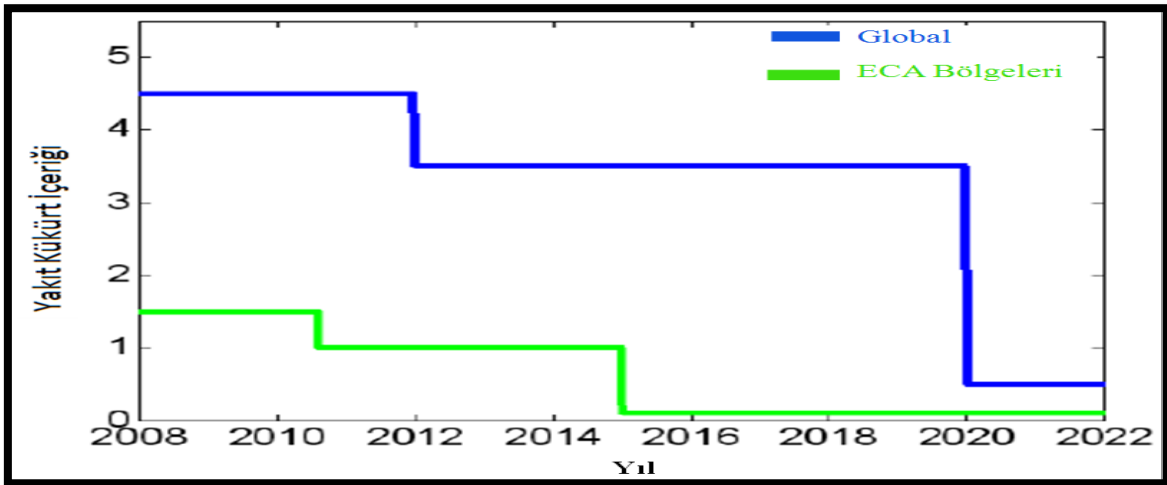
Şekil 3. Azot oksit emisyon sınırları

1.7.1.3.MARPOL Ek VI Düzenleme 14 – Kükürt Oksitler

Düzenleme 14 ile gemilerde kullanılan yakıtların içerisindeki kükürt miktarına bazı sınırlamalar getirilmiştir. Bu düzenleme temelinde SO_x emisyonunun kontrolü ile alakalı gibi görünse de dolaylı olarak partikül madde (PM) emisyonunu da azaltıcı etkisi olmaktadır.

19 Mayıs 2005 yılından sonra, denizcilikte kullanılan yakıtların kükürt içeriğine %4,5 oranında bir sınırlama getirilmiştir. 1 Ocak 2012 tarihinden itibaren ise, kükürt içeriği %3,5 oranına düşürülmüştür. Denizcilikte kullanılan yakıtlar içerisindeki kükürt oksitlerin 1 Ocak 2020 tarihi itibariyle küresel ölçekte %0,5'e düşürülmesi planlanmaktadır. Ancak IMO tarafından 2018 yılında yapılacak değerlendirmede, %0,5 kükürt limitlerine uygun yakıtların tedariki sağlanamıyor olması durumuna göre 1 Ocak 2020 tarihi 1 Ocak 2025 tarihine kadar ertelenebilecektir.

Dünya çapında Düzenleme 14'e uygun olarak üye ülkeler tarafından gemi kontrollerini ve gemi emisyonlarını kontrol altına almak için limanları, bazı kıyı bölgeleri ve denizleri SO_x Emisyon Kontrol Alanları (SECA) olarak belirlemişlerdir. Bu bölgelerde bulunan gemiler için yakıt kükürt oranlarına birtakım sınırlamalar getirilmiştir. 1 Temmuz 2010'da alınan karara göre SECA bölgelerinde yakıt kükürt oranı %1,5 olarak sınırlandırılmıştır. 1 Temmuz 2010 ile 1 Ocak 2015 tarihleri arasında ise yakıt içerisindeki kükürt içeriği %1'e indirilmiştir. 1 Ocak 2015 ve sonrasında ise bu değer %0,1 olarak belirlenmiştir. Bu değerler aşağıda Şekil 4'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. Kükürt oksit emisyon sınırları

Şekil 4’de verilen değerlere sahip olmayan yakıt kullanan gemiler için ise gemide egzoz gazı temizleme sistemi bulundurulması gerekmektedir. Bu sistem ile egzoz gazları içerisindeki kükürtoksit temizlenerek istenilen değerlere indirilebilir. Ayrıca, dünya genelinde kullanılan HFO’nun ortalama kükürt oranı yapılan birçok teste dayanılarak %2,7 bulunmuştur. Ayrıca, gemilerin kullandıkları HFO’nun ortalama kükürt değeri yapılan testler sonucu %2,7 bulunmuştur. Bu oran 2005 tarihinde Düzenleme 14’de getirilen küresel kükürt sınır değeri olan %4,5 oranının çok altında kalmasına rağmen, 2010 tarihli SECA bölgeleri sınır değeri olan % 1,5’in üstünde bir değerdir. Dünya genelinde kullanılan HFO’nun sadece %4’ü %1,5 limitinin altında kalmaktadır. SECA bölgelerinde bulunan %1,5 kükürt içerikli yakıt kullanma zorunluluğu nedeniyle gemiler bu bölgelere girmeden önce düşük kükürtlü yakıtta geçmek zorundadırlar. Bu nedenle gemilerde özel olarak yapılmış düşük kükürt içerikli yakıt tankları bulunmaktadır (Çekiç, 2003).

1.7.1.4.MARPOL Ek VI Düzenleme 15 – Uçucu Organik Bileşikler

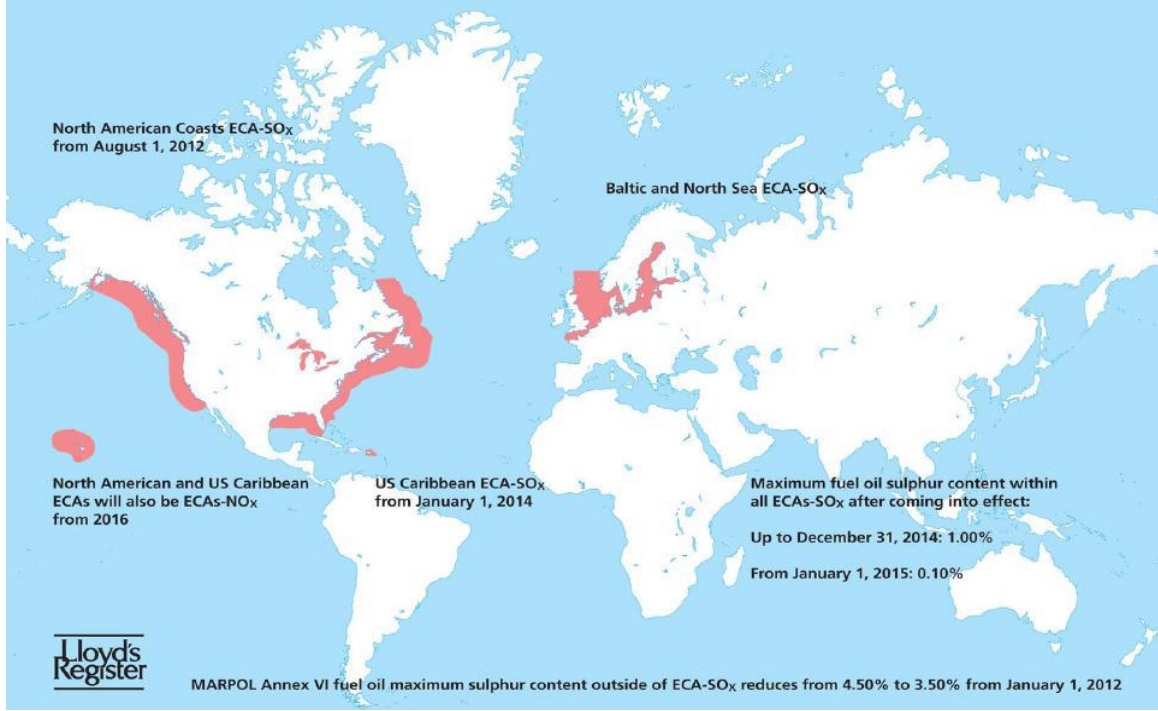
Düzenleme 15 sadece ham petrol tankerleri ile ilgilidir. Tankerlerde gemiye yükleme-boşaltma operasyonu esnasında petrol ürünlerinin uçucu organik bileşikleri buharlaşarak yüksek basınç oluştururlar. Oluşan yüksek basınçlı uçucu gazlar düşük kaynama yüksekliklerine ulaştıklarında yoğunlaşarak sıvılaşır ve havaya karışır. Bu nedenle ham petrol taşıyan gemilerde onaylanmış bir VOC kılavuzu bulunması gerekmektedir.

1.7.1.5.MARPOL Ek VI İlave 3-Emisyon Kontrol Alanları

Ek 3 kıyı bölgelerdeki gemi kaynaklı hava kirliliği konsantrasyonunu azaltmak amaçlı üye ülkeler tarafından imzalanmış birtakım düzenlemeleri kapsamaktadır. Bu düzenleme ile sahil kesimlerinde gemilerden salınan NO_x, SO_x ve partikül maddelerin azaltılması amaçlanmaktadır. ECA alanlarında azotoksitler ve kükürtoksitler için daha düşük sınırlar belirlenmiştir. Bu kıyı şeritleri kabul tarihleri ile aşağıda belirtilmiştir.

- Baltık Denizi (SO_x, kabul tarihi: 1997 / yürürlüğe giriş tarihi: 2005)
- Kuzey Denizi (SO_x, 2005/2006)
- Kuzey Amerika ECA, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada kıyılarının çoğunu kapsar (NO_x & SO_x , 2010/2012)
- Karayipler, Porto Riko ve Virgin Adaları ECA , (NO_x & SO_x , 2011/2014)

Belirtilen bu alanlar dünya haritası üzerinde Şekil 5’de gösterilmiştir. Şekil 5’de sağ üst kısımda Kuzey Denizi ve Baltık Denizi, sol kısımda ise Amerika, Hawaii adaları, Porto Riko, Karayipler ve Virgin Adaları’nın ECA alanları gösterilmiştir.



Şekil 5. ECA bölgeleri dünya haritası (URL-9, 2016)

1.7.1.6. IMO-Sera Gazları ile İlgili Çalışmalar

Bu alandaki diğer önemli konu ise sera gazlarıdır (GHG). Gemi emisyonları çok yüksek miktarlarda CO₂, CH₄ ve N₂O gibi sera gazları içerir. Bu gazlar atmosfere yayılarak güneş ışığını absorbe ederler ve ayrıca ozon tabakasına zarar vererek, iklim değişikliğine neden olurlar.

IMO, 1997 yılında MARPOL İçin ‘Gemi Kaynaklı CO₂ emisyonları’ adında bir konferans düzenledi. Konferansta alınan kararlara göre;

- IMO sera gazları üzerine Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ile bilgi alışverişinde bulunacak;
- IMO gemi kaynaklı GHG üzerine bir çalışma yapacak;
- Deniz Çevresini Koruma Komitesi (MEPC) olası GHG emisyon değerlerini azaltma yöntemlerini araştırarak.

Sonuç olarak, 2000 yılında IMO'nun gemilerden kaynaklı sera gazı emisyon çalışması tamamlanarak MEPC'e doküman MEPC 45/8 olarak sunuldu (UNFCCC Report, 2008). IMO'nun 2000 yılındaki sera gazı çalışması, küresel boyutlarda sera gazlarının yüzde olarak ne kadarının gemi kaynaklı olduğunu açıklayan ilk envanter çalışması olmuştur. Kabul edilen ilk çalışmanın ardından ileriye dönük birtakım yeni kararlar alınmıştır ve 2009 yılında 2. GHG çalışması tamamlanmıştır. Bu çalışma uluslararası bir birlik tarafından hazırlanmıştır (UK Chamber of Shipping, 2013).

IMO'nun 2009 yılında yaptığı 2. GHG çalışması sonuçlarına göre, 2007 yılı deniz taşımacılığında kaynaklı GHG değerleri küresel ölçekte tüm CO₂ emisyonunun %2,7'sini oluşturarak 870 milyon ton hesaplanmıştır. CO₂ gazı sera gazları içerisinde en fazla etkili olanıdır. Yapılan çalışmaya göre gemilerden salınan CO₂ gazı çok ciddi boyutlarda olmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda GHG emisyon değerlerini düşürmek için yeni önlemler alınması kararlaştırılmıştır (URL-6, 2017)

2011'de MARPOL Ek VI'ya numara 4 adında 'gemilerde enerji verimliliği düzenlemesi' adında yeni bir bölüm eklenmiştir. Bölüm 4 gemilerden kaynaklı GHG emisyonlarını azaltmayı ve gemilerin enerji verimliliğinin sabit tutmayı amaçlamıştır.

1.7.1.7. Türkiye'de Gemi Emisyonları ile İlgili Düzenlemeler

Türkiye, MARPOL Ek VI Gemi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Önlenmesi Sözleşmesini 4 Şubat 2014 tarihinde yürürlüğe geçirmiştir. Yapılan bu sözleşme ile Türkiye, limanlarına gelen gemiler için MARPOL Ek VI'da belirtilen limitlere uyulması aksi takdirde yaptırım uygulama hakkına sahip olmuştur. Ayrıca gemilerde kullanılan yakıtların içerdiği kükürt oranı ile ilgili ulusal bazı değişiklikler yapılmıştır. Türkiye ulusal mevzuatının Avrupa Birliği mevzuatı ile uyumlaştırılması amacı ile yapılan çalışmalar neticesinde, yakıtların kükürt oranlarına limitler getiren 99/32/EC sayılı AB Direktifi'ne uygun olarak "Bazı Akaryakıt Türlerindeki Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik" yürürlüğe konmuştur.

29 Ekim 2009 tarihli, bakanlar kurulu imzalı bazı akaryakıt türlerindeki kükürt oranının düşürülmesine ilişkin yönetmelik, 6 Kasım 2009 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe sokulmuştur. 2011 yılında yapılan bazı düzenlemeler ile gemilerde kullanılacak yakıtlarla ilgili sınırlar aşağıdaki gibidir.

- 1 Ocak 2012 tarihinden itibaren, göller ve nehirler gibi iç sularda faaliyet gösteren gemiler ile bayrağına bakılmaksızın rıhtımdaki gemiler %0,1 kükürt içeriğini aşan yakıt kullanamaz.
- 1 Ocak 2012 tarihinden itibaren, düzenli sefer yapan tüm yolcu gemileri %1,5 kükürt içeriğini aşan yakıt kullanamaz.

Yukarıda verilmekte olan sınırlar Türkiye Cumhuriyeti deniz yetki alanlarından uğraksız geçiş yapan gemileri kapsamamaktadır. Ayrıca, rıhtımda 2 saat süreden az bağlı bulunması durumunda gemilere %0,1 kükürt içeren yakıt kullanma sınırı kuralı uygulanmamaktadır.

1.7.1.8.ECA Dışında Kalan Alanlar İçin Uygulanan Bölgesel Kurallar

MARPOL Ek VI Gemi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Önlenmesi Sözleşmesine ek olarak bazı ülkeler kendi ulusal kurallarını ve bölgesel sınırlamalar uygulamaktadır.

Avrupa Birliği kendi ECA bölgelerini kapsamayan sınırlar için yine bazı sınırlamalar getirmiştir. 2015 Avrupa Birliği düzenlemelerine göre denizcilikte kullanılan yakıtlar Tablo 10'de verilmiştir. Bu sınırlar 2005-2020 tarihleri arasında geçerlidir.

Tablo 10. Deniz tipi yakıtların kükürt içeriği AB sınırları

| Sınırlamalara tabi olma şartları | AB içi ECA bölgelerinde | AB içinde ECA bölgeleri dışında |
|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Limanlarda ve zincirli durumda | %0.1 | %0.1 |
| Düzenli sefer yapan yolcu gemileri | %0.1 | %1.5 |
| Diğer gemiler | %0.1 | %3.5 |

AB sınırları içerisinde bulunan ECA bölgelerinde, MARPOL Ek VI Düzenleme 14'de ECA bölgeleri için belirtilen limit olan %0,1 kükürt içerik limiti geçerlidir. AB sınırları içinde olan ancak ECA bölgesi olmayan bölgelerde limanda veya zincirli durumda olan ve 2 saatten uzun süreli bu durumda kalacak olan gemilerin kullandığı yakıtın kükürt içeriği %0,1'i aşamaz. Düzenli sefer yapan yolcu gemilerinde kullanılan yakıtın kükürt içeriği %1,5'i aşamaz. Limanda veya zincirleme durumunda olmayan yolcu gemileri haricindeki gemiler, %3,5 kükürt içeriğini aşan yakıt kullanamaz.

Amerika bölgeleri IMO tarafından 2005-2014 yılları arasında ECA bölgesi ilan edilmiştir. Ancak, Amerika'da bu uygulamalara ek olarak Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu (CARB) tarafından hazırlanan Kaliforniya Deniz Aşırı Çalışan Gemiler İçin Yakıt Düzenlemeleri uygulanmaktadır. Bu düzenlemeler Kaliforniya kıyılarından ve Kaliforniya adalarının kıyılarından 24 deniz mili (44-45 km) uzaklığına kadar olan alanı kapsamaktadır. Bu düzenlemenin getirdiği sınırlamalar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Deniz tipi yakıtların kükürt içeriği CARB sınırları

| Sınırlamaların uygulamaya giriş tarihi | Marine Gas Oil (DMA Sınıfı) | Marine Diesel Oil (DMB Sınıfı) |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Temmuz 2009 | % 1.5 | %0.5 |
| 1 Ağustos 2012 | % 1.0 | %0.5 |
| 1 Ocak 2014 | %0.1 | %0.1 |

Bu sınırlamalara göre Kaliforniya sahillerine ve adalarına 24 deniz mili (44-45 km) yaklaşan gemiler 1 Ocak 2014 tarihinden itibaren %0,1 ve altında kükürt içeriğine sahip yakıt kullanmak zorundadır.

1.8. Samsun İli ve Samsun'da Bulunan Liman İşletmeleri Hakkında Teknik Bilgiler

1.8.1.Samsun İli Teknik Bilgiler

Samsun, Karadeniz sahil şeridinin orta bölümünde, Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirleri'nin Karadeniz'e döküldükleri deltalar arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz'in yer aldığı Samsun, batıda Sinop, güneybatıda Çorum, doğuda Ordu ve güneyde de Amasya ve Tokat illeri ile çevrilidir. Yüzölçümü 9.579 km² olan Samsun'un nüfusu 1.250,076'dır. Yaklaşık 210 km'lik bir kıyı şeridine sahiptir (TC BDM, 2010).

Samsun gerek Karadeniz'deki stratejik konumu gerekse bölgedeki sosyo-ekonomik yapısı ile Türkiye'nin önemli kentlerinden birisidir. Karadeniz Bölgesi'ni İç ve Batı Anadolu'ya bağlayan önemli bir ulaşım merkezi olan Samsun'da kara, demir, deniz ve havayolu ulaşım imkânları da bulunmaktadır. İlde demir yoluyla yolcu ve yük taşımacılığı yapılmakta olup, Samsun Limanı ve Samsun Serbest Bölgesi içerisinde de demiryolu

bulunmaktadır. Şekil 6’da Samsun ilinin Türkiye coğrafyası içinde bulunduğu konum gösterilmiştir.



Şekil 6. Samsun ilinin Türkiye’deki konumu (URL-10, 2016).

Samsun genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Ancak sahil şeridinde iç kesimlerde iklim iki ayrı özellik gösterir. Sahil şeridinde (Merkez ilçe, Terme, Çarşamba, Bafra, Alaçam, 19 Mayıs, Tekkeköy) Karadeniz ikliminin etkileri görülür. Bunun için sahil şeridinde yazlar sıcak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. İç kesimler (Vezirköprü, Havza, Ladik, Kavak, Asarcık ve Salıpazarı) yüksekliği 2000 metreyi bulan Akdağ ve 1500 metreyi bulan Canik Dağlarının etkisi altında kalır. Burada dağların etkisinden kışlar soğuk, yağmur ve kar yağışlı, yazlar ise serin geçer.

Samsun kuzey rüzgârlarına devamlı olarak açıktır. 2010 yılında en şiddetli esen rüzgârın yönü güneybatıdır. 2010 yılı mevsimler itibariyle Samsun’da sonbahar aylarında hakim rüzgar yönü güneybatı, kışın hakim rüzgar yönü, güneybatı, güney-güney batı-kuzey-kuzey batı ilkbaharda kuzey-kuzeydoğu, güney-güney-batı, yazın ise kuzey-kuzeydoğu, güney batılı rüzgarlar hakimdir (URL-11, 2016).

İlin ekonomisi geniş ölçüde tarıma dayalıdır. Sanayi hızla gelişmektedir. Kara, hava ve deniz yolları sebebiyle ticaret hareketlidir. Faal nüfusun %65 kadarı tarım sektöründe çalışmaktadır.

- Tarım: Bafra ve Çarşamba ovaları Çukurova’dan sonra, Türkiye’nin en verimli ovalarıdır. Başlıca tarım ürünleri buğday, çavdar, yulaf, mısır, pirinç, nohut, fasulye, şekerpancarı, ayçiçeği, bol miktarda soya, soğan, sarmısak, patates ve her çeşit sebze, bilhassa domates, biber, lahana, pırasa, patlıcan, taze fasulye, ıspanak, hıyar ve barbunya

yetiştir. Türkiye’de mısır ve fasulyenin en çok yetiştiği yer Samsun’dur. Kaliteli tütün yetiştirmekte ve önemli bir gelir kaynağıdır. Bafra tütünü ünlüdür. Meyvecilik ileridir. Fındık, armut, şeftali, erik, ceviz, kızılıçık ve kiraz bol miktarda yetiştirmektedir.

• Sanayi: Samsun ilinde sanayi hızla gelişmektedir. Özellikle 1970’ten sonra sanayi sektöründeki gelişmenin hızı oldukça artmıştır. 10 ve daha fazla işçi çalıştıran sanayi işyeri sayısı 500, 2-9 işçi çalıştıran sanayi işyeri sayısı ise üç bin civarındadır. Başlıca sanayi kuruluşları şunlardır: Sigara fabrikaları, un fabrikaları, kereste, tuğla ve kiremit fabrikaları, çeltik fabrikaları, Karadeniz Bakır İşletmeleri, dokuma fabrikaları, 50 çeşit ilaç yapan Adeka İlaç Sanayi, pompa valfi, pik döküm ve şase üreten Samsun Makine Sanayi A.Ş., yem fabrikası, mısır özü nişasta ve glikoz fabrikası, plâstik eşya fabrikası, boru ve tel fabrikası, kireç fabrikaları ile haşere ve zirai ilaç sanayi, tuz ve baharat imalat sanayi, ekmek fabrikaları, mobilya fabrikaları, azot sanayi, Bakır İzabe Tesisleri, Engiz Süt Fabrikası, yağ fabrikaları, çimento fabrikası, sunta fabrikası, Çarşamba Şeker Fabrikası, 19 Mayıs Tekel Sigara Fabrikası, çuval fabrikası, araçların lâstik aksamını yapan fabrika, (FFK) Konserve Fabrikası, Dişli İmalat ve Motor Yenileme Fabrikası, şeker, lokum, helva, reçel imalatı yapan fabrikalardır (URL-11, 2016).

1.8.2.Samsun’da Bulunan Limanlar

Yakın çevredeki komşu illere yakınlığı ile ulaşım bağlantılarının güçlü olması ve kentin Karadeniz’e hakim bir noktada konuşlanması Samsun’da denizcilik ve limancılık faaliyetlerinin her dönemde etkin olmasına neden olmuştur. Samsun’da bulunan limanların etki alanları Şekil 7’de iller bazında gösterilmiştir (URL-12, 2016).



Şekil 7. Samsun limanlarının yük dağılımı

Bölgede faaliyet gösteren Samsunport, Toros Limanı ve Yeşilyurt limanı olmak üzere üç adet liman işletmesi bulunmaktadır.

1.8.2.1.Samsunport

Samsun Limanı 41° 18' 00'' Kuzey ile 36° 22' 00'' doğu enlem ve boylamları arasında yer almaktadır. Samsun Limanı deniz yük sahası Gürcistan'ın Batumi, Poti ve Suchumi, limanları; Rusya'nun Soçi, Tuapse, Novorossiysk, Azak denizinde Azov, Taganrog, Jdanov, Yalta, Berdyansk, Genişesk; Kırım'da Mis.Kız-Oğul, Feodosiya, Yalta, Todor, Sevastopol, Yevpatorskiy; Ukrayna'da Nikolayev, Odesa, İliçhevski; Romanya'da Konstanta; Bulgaristan'da Varna limanlarını kapsamaktadır. Samsun limanı Karadeniz bölgesinde Türkiye'nin en büyük limanıdır. Karadeniz'de demiryolu bağlantısı olan tek limandır. Geniş bir taşımacılık sahasına sahiptir. Anadolu'dan gelen ve Anadolu'ya gidecek yüklerin uğrak noktasıdır. Samsun, demiryolu ve karayolu bağlantısı ile Sinop, Çorum, Amasya, Ordu, Sivas, Erzincan, Yozgat, Tokat, Kastamonu, Ankara, Kırşehir, Kayseri, Niğde, Konya, Malatya illerini hinterlandı içine almaktadır (URL-13, 2016).

M.Ö. 3500 yıllarına dayanan ve Samsun şehrinin yapılanması ile birlikte bu tarihten itibaren bugünkü Samsun Limanı olan bölge zamanın doğal limanı olarak kullanılmıştır. 1910 yılında ilk ciddi liman teşebbüsü olarak İngiliz Müh. ve Teşekkülüne etüt projeler yaptırılmış ancak 1. Dünya savaşının çıkması nedeni ile hayata geçirilememiştir. 1926-1944 yılları arasında iskeleler devrini yaşayan bölgede kurulu 7 iskelesi ile deniz ticaretine hizmet vermiştir. 29.01.1944 tarihinde Devlet Limanlar İşletmesi Umum Müdürlüğü emrine ve yine aynı tarihte (o zamanki adı) Devlet Demir Yolları Liman İşletme Umum Müdürlüğüne devredilmiştir. 01.03.1944 tarihinde satın alınan makineli ve makinesiz deniz nakil vasıtaları ile fiilen işletilmeye başlanmıştır. 29.07.1953 yılında kabul edilen 6186 sayılı kanun ile TCDD'ye devredilmiştir. 1953-1963 yılları arasında inşaat dönemi geçiren liman mendirek ve rıhtım inşaatlarını yaparak faaliyete geçmiştir. 1990 yılında da sanayi rıhtımı faaliyete geçmiştir. 16 Mayıs 2008 de Özelleştirme İdaresi Başkanlığının yapmış olduğu ihalede en yüksek teklifi (125.200.000.-USD) veren Ceynak Lojistik ve Ticaret A.Ş. 36 yıllık işletme hakkına sahip olmuştur. 01.04.2010 tarihinden itibaren de liman ismi Samsunport Samsun Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. olarak değiştirilmiştir (URL-13, 2016).

Samsun'da bulunan ve en büyük iş hacmine ve çalışma sahasına sahip olan Samsunport limanının teknik bilgileri ve limanın yıllık işlem hacmi Tablo 12'de verilmiştir. Ayrıca Samsunport limanına ait bazı resimler Şekil 8'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Samsunport limanı'na ait teknik bilgiler (URL-13, 2016).

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Dökme Katı ve Karışık Eşya Depolama | 35.000 m ² |
| Konteynır Sahası | 100.000 m ² |
| CFS Ambarı | 7.000 m ² |
| Silo | 60.000 m/ton |
| Vagon Tremisi | 300 ton/saat boşaltma kapasiteli |
| Kapalı, Vagon Boşaltma Havuzu | 2750 m ² |
| Ulusal Demiryolu bağlantılı rıhtım | 1176 m |
| Vagon Rampası | 300 m |
| Ro/Ro tır parkı | 40.000 m ² |
| Kantar | 7 adet |
| Liman Yıllık İşlem Kapasitesi | |
| Yıllık Konteynır Kapasitesi | 250.000 TEU |
| Yıllık Dökme-Katı Kapasitesi | 7.000.000 t |
| Yıllık Genel Kargo Kapasitesi | 16.000.000 t |
| Yıllık Ro-Ro Kapasitesi | 135.000 kamyon |
| Yıllık Demiryolu Feri Kapasitesi | 35.000 vagon |



Şekil 8. Samsunport liman resimleri (URL-13, 2016).

1.8.2.2.Toros Samsun Limanı

Toros Samsun Terminali; bir kamu işletmesi olan Samsun Azot Fabrikası'nın 2005 yılında yapılan özelleştirmede Toros tarafından satın alınmasından sonra faaliyete geçmiştir. Başta gübre, sıvı kimyasalları ve kömür olmak üzere dökme katı ve dökme sıvı ürünleri yanında genel kargo yüklerinde elleçlendiği Toros Samsun Terminali, sahip olduğu geniş depolama alanı imkânları, sıvı kimyasal ürünlere ait depolama tankları, terminal içerisinde yer alan demiryolu hattı ve yükleme rampası ile gelecekte artacağı beklenen Karadeniz ülkeleri arasındaki ticaretin gelişmesine göre üçüncü şahıslara verilen limancılık hizmetleri açısından daha da büyümesi beklenmektedir (İMEAK DTO, 2015)

205 metre uzunluğunda iki adet gemi yanaşma iskelesine sahip olan iskele platformunun batı tarafına 50.000 DWT, sadece boru hatları bağlantılı olan doğu tarafına ise 30.000 DWT büyüklüğünde olmak üzere aynı anda 2 adet gemi yanaştırılabilmektedir. Toros Samsun Terminal'de ise dökme katı ve genel kargo için yıllık 4,2 milyon ton olan elleçleme kapasitesi, dökme sıvı ürünleri için yıllık 4,5 milyon metreküptür (İMEAK DTO, 2015).Ayrıca Toros Samsun limanına ait yük kapasite bilgileride Tablo 13'de belirtilmiştir.

Tablo 13. Toros Samsun limanı kapasite bilgileri (URL-13, 2016).

| Kuru Yük Depolama: |
|--|
| 4 adet dökme hammadde deposu (1 X 13000 ton, 2 X 60.000 ton ve 1 X 45.000 ton) |
| 3 adet dökme gübre deposu (1x 45.000 ton, 1 X 40.000 ton ve 1 X 13.000 ton) |
| 1 adet torbalı yük deposu (4.300 ton) |
| 150.000 metrekare açık depolama sahaları |
| Sıvı Dökme Yük Depolaması |
| 3 adet Amonyak tankı -(toplam 44.286 m3) |
| 8 adet Fosforik asit tankı -(toplam 25.434 m3) |
| 9 adet Sülfürik asit tankı -(toplam 33.622 m3) |



Şekil 9. Toros Samsun liman resimleri (URL-13, 2016).

1.8.2.3. Yeşilyurt Limanı

Yeşilyurt liman işletmeleri Samsun şehir merkezine 15 km uzaklıkta, organize sanayi bölgesinde yerleşmiş bulunmaktadır. Yeşilyurt Limanı coğrafi konumu, $45^{\circ} 15' 14''$ N, $36^{\circ} 26' 66''$ E koordinatları arasındadır. Demiryolu güzergâhı üzerinde bulunan limanın Samsun havalimanına 12 km, anayola 2 km uzaklıktadır. Yeşilyurt Limanı konumu itibariyle Rusya'nın; Novorossijsk, Tuapse, Anapa, Azak, Taganrog, Yeisk, Ukrayna'nın; Sevastopol, Kherson, Odessa, Gürcistan'ın; Batumi, Poti Romanya'nın; Constanta ve diğer birçok ülke limanlarına yakınlığı ile bölgesel ticaret hacminde ve dünya ticaretine entegre olmuştur (URL-14, 2016). Yeşilyurt limanına ait teknik bilgiler Tablo 14'de gösterilmiştir.

Tablo 14. Yeşilyurt limanı teknik bilgiler (URL-14, 2016).

| | |
|----------------------------|------------------------|
| Toplam Liman Sahası | 120.000 m ² |
| Açık Depolama Kapasitesi | 60.000 m ² |
| Kapalı Depolama Kapasitesi | 70.000 t |
| Hububat Silosu | 10 Adet 35.000 t |
| Kantar | 2 Adet 100 t |

Yeşilyurt limanına ait resimler Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Yeşilyurt liman resimleri (URL-14, 2016).

1.8.3.Samsun Limanlarına Ait İstatiksel Veriler

Samsun limanına yıllar içinde gelen gemi sayıları ve toplam gros tonajları Tablo 15’de verilmiştir. Tablo 15’e bakıldığında Türk ve yabancı gemilerin genel toplamında yıllar içerisinde gemi sayılarında ve gros tonajlarında çok büyük farklılıkları olmamaktadır. Ancak toplam uğrayan gemi sayılarına bakıldığında 2010 yılından 2015 yılına kadar genel bir artış olmuştur.

Tablo 15. Samsun limanlarına 2010-2015 yılları arası uğrayan gemi istatistikleri

| | | Yıllar | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------------------|------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| FARKLI GEMİ SAYISI | Türk Bayraklı | Gemi Sayısı | 170 | 158 | 138 | 160 | 134 | 141 |
| | | Gros Ton | 529.314 | 610.137 | 494.651 | 661.187 | 579.222 | 593.646 |
| | Yabancı Bayraklı | Gemi Sayısı | 550 | 557 | 580 | 562 | 560 | 581 |
| | | Gros Ton | 2.833.704 | 3.155.922 | 3.509.671 | 3.506.611 | 3.814.206 | 4.114.493 |
| | Toplam | Gemi Sayısı | 720 | 715 | 718 | 722 | 694 | 722 |
| | | Gros Ton | 3.363.018 | 3.766.059 | 4.009.785 | 4.167.798 | 4.393.428 | 4.708.139 |
| TOPLAM UĞRAYAN GEMİ SAYISI | Türk Bayraklı | Gemi Sayısı | 657 | 566 | 625 | 680 | 644 | 580 |
| | | Gros Ton | 9.613.597 | 2.250.851 | 2.441.280 | 2.523.359 | 3.005.140 | 2.722.511 |
| | Yabancı Bayraklı | Gemi Sayısı | 1.500 | 1.632 | 1.617 | 1.652 | 2.296 | 1.923 |
| | | Gros Ton | 6.626.930 | 7.737.196 | 8.146.806 | 8.661.298 | 12.539.523 | 10.611.440 |
| | Toplam | Gemi Sayısı | 2.157 | 2.197 | 2.248 | 2.345 | 2.940 | 2.510 |
| | | Gros Ton | 9.613.597 | 10.140.639 | 10.588.086 | 11.184.656 | 15.544.663 | 13.333.951 |

Günümüzde çok sayıda Türk ve yabancı bayraklı gemilerin çeşitli mallarla yükleme-boşaltma yaptığı Samsun limanında yük trafiği her geçen gün artış göstermektedir. Tablo

16’de son 6 yıl içerisinde limanda taşınan yük miktarı %34’lük artışla 7.282.107 tondan 9.776.562 tona yükselmiştir. Samsun limanı yük taşımacılığının büyük bir kısmı uluslar arası ticaretle ilgilidir. 2015 yılında bu değer toplam 8.041.828 ton yükün %85’lik kısmı toplam ithalat, %15’lik kısmı ise toplam ihracattan sağlanmıştır. Son 6 yılda ithalat değerleri sürekli artış göstermiştir. İthalatta 2010 ile 2015 yılları kıyaslandığında %32’lük bir artış olmuştur. Samsun limanında ithal ve ihraç edilen yüklerin toplamı açısından, toplamda en az olan 2010 yılı, 2016 yılı ile kıyaslandığında % 25 oranında artmıştır. Yüklenen yük miktarında kabotaj yüklemeye bakıldığında 2010 yılında, 44.639 tondan, 2015 yılında 904.678 tonluk artış gözlemlenmiştir. Boşaltılan kabotaj yük miktarında ise en az yük miktarı 2010 yılında en fazla yük miktarı ise 2013 yılında olmuştur.

Tablo 16. 2010-2015 Yılları Arasında Samsun Limanları’ndaki Yük Trafığı (ton/yıl)

| Samsun Limanı 2010-2015 Toplam İthalat- İhracat Verileri (ton/yıl) | | | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Yıllar | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| YÜKLEME | İhracat | 1.336.090 | 1.560.763 | 1.150.458 | 966.440 | 1.126.353 | 1.144.986 |
| | Kabotaj Yükleme | 44.639 | 283.990 | 775.457 | 898.894 | 937.771 | 949.317 |
| | Toplam Yükleme | 1.380.729 | 1.560.763 | 1.925.915 | 1.865.334 | 2.074.124 | 2.094.303 |
| BOŞALTIMA | İthalat | 5.218.767 | 6.709.554 | 6.089.038 | 6.298.324 | 6.618.523 | 6.896.842 |
| | Kabotaj Boşaltım | 682.611 | 944.765 | 895.473 | 1.388.555 | 665.987 | 785.417 |
| | Toplam Boşaltım | 5.901.378 | 6.709.554 | 6.984.511 | 7.686.879 | 7.284.510 | 7.682.259 |
| GENEL TOPLAM | Toplam İthalat-İhracat | 6.554.857 | 7.041.562 | 7.239.496 | 7.264.764 | 7.744.876 | 8.041.828 |
| | Toplam Kabotaj | 727.250 | 1.228.755 | 1.670.930 | 2.287.449 | 1.603.758 | 1.734.734 |
| | Toplam Elleçleme | 7.282.107 | 8.270.317 | 8.910.426 | 9.552.213 | 9.358.634 | 9.776.562 |

1.9.Literatür Çalışması

Gemicilik, bir bakıma, kısmen temiz bir ulaşım biçimi olarak düşünülebilir. Bu durum özellikle, eğer değerlendirmeye ton kilometre başına düşen emisyon miktarı açısından yaklaşırsa geçerlidir. Gemilerin tipik CO₂ emisyonları 0 ila 60 gram/ton-km arasındadır; bu oran demiryolu için 20-120 arası ve karayolu taşımacılığı içinse 80-180 arasındadır (IMO 2009). Gemi tipleri arasında kayda değer bir fark olmakla beraber, CO₂ verimliliği gemi boyutuna paralel olarak artmaktadır, örneğin (500 TEU’ya kadar

kapasiteli) bir konteynır yükleme gemisinin ton-km başına CO₂ emisyonu 31.6'dır, 4400 TEU'dan büyük kapasitelere sahip Post Panamax konteyner gemilerinin emisyonlarında bu oran 3 katıdır (Psaraftis ve Kontovas, 2008). Bu fark kuru yük gemiler için daha da fazladır, en k  k gemiler (5000 dwt'ye kadar) ve büyük kargo gemileri (> 120,000 dwt) arasındaki fark 10 kattan daha fazladır.

Aynı zamanda, gemicilikten doğan hava emisyonları da önemli seviyelerdedir. Küresel boyutlarda gemi emisyonları ile ilgili yapılan  alışmalar Tablo 17'de sınıflandırılarak, elde edilen bulgular tablo halinde gösterilmiştir. Metodolojiye bağlı olmakla birlikte, Tablo 17'de küresel ölçekte yapılan çeşitli çalışmalar gemicilikten gelen CO₂ salımının atmosferdeki toplam emisyonun %2-3'  civarında olduğunu, sera etkisi olmayan gazların salımında çok daha yüksek paylara sahip olduğunu öngörmektedir. Cofala vd. (2007) yaptığı çalışmada gemi kaynaklı SO_x emisyonları küresel ölçekte oluşan toplam SO_x emisyonlarındaki payı %5-10 aralığında ve NO_x emisyonlarındaki payı ise %17-31 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Diğer ulaşım metotlarına nazaran, gemi kaynaklı egzoz emisyonları yine kayda değer seviyelerdedir. Gemilerin CO₂ emisyonları karayolu taşımacılığının yaklaşık 5'te biri oranındayken, NO_x ve PM emisyonları eşit düzeyde ve SO_x emisyonları karayolununkinden 1.6 ila 2.7 kat daha yüksektir (ICCT, 2007). Eyring vd. (2005) göre uluslararası gemicilik havacılıktan 9.2 kat NO_x, yaklaşık 80 kat daha fazla SO_x emisyonu ve yaklaşık 1200 kat partikül madde üretmektedir; bunun sebebiyse gemi yakıtının yüksek sülfür içermesidir.

Tablo 17. Küresel ölçekte yapılmış gemi egzoz emisyon çalışmaları

| | Emisyon sonuçları (milyon ton/yıl) | Yıllar | Küresel ölçekte egzoz emisyon oranı | Kaynak |
|------------------|---------------------------------------|--------|--|------------------------------|
| CO ₂ | 949 | 2012 | % 2.7 | IMO 2014 |
| | 1050 | 2007 | % 3.3 | IMO 2009 |
| | 944 | 2007 | — | Psaraftis ve Kontovas (2009) |
| | 695 | 2006 | — | Paxian vd. (2010) |
| | 813 | 2001 | % 3.0 | Eyring vd. (2005) |
| | 912 | 2001 | % 3.0 | Corbett ve Koehler (2003) |
| | 501 | 2000 | % 2.0 | Endresen vd. (2003) |
| | 419 | 1996 | % 1.5 | IMO 2000 |
| SO _x | 10 | 2012 | — | IMO 2014 |
| | 15 | 2007 | — | IMO 2009 |
| | 14 | 2005 | % 10.0 | ICCT 2007 |
| | 12 | 2001 | % 9.0 | Eyring vd. (2005) |
| | 13 | 2001 | % 9.0 | Corbett ve Koehler (2003) |
| | 6,8 | 2000 | % 5.0 | Endresen vd. (2003) |
| | 16,5 | 2005 | — | Cofala vd. (2007) |
| | 17 | 2012 | — | IMO 2014 |
| NO _x | 25 | 2007 | — | IMO 2009 |
| | 22 | 2005 | % 27.0 | ICCT 2007 |
| | 24,3 | | — | Cofala vd. (2007) |
| | 21,4 | 2001 | % 29.0 | Eyring vd. (2005) |
| | 22,6 | 2001 | % 31.0 | Corbett ve Koehler (2003) |
| | 12 | 2000 | % 17.0 | Endresen vd. (2003) |
| | 1,3 | 2012 | — | IMO 2014 |
| | 1,8 | 2007 | — | IMO 2009 |
| PM ₁₀ | 1,9 | | — | Cofala vd. (2007) |
| | 1,7 | 2001 | — | Eyring vd. (2005) |
| | 1,6 | 2001 | — | Corbett ve Koehler (2003) |
| | 0,9 | 2000 | — | Endresen vd. (2003) |

Tablo 17’de yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen emisyon değerleri geçtiğimiz yıllarda hızla artmıştır ve gelecekte de artacağı öngörülmektedir. Eyring vd. (2003), temel gemicilik egzoz emisyonlarının (CO₂, SO_x, NO_x ve PM) 1950 ve 2001 arasında yaklaşık 4 kat arttığını ki bunun da 3 kat artan gemi sayısından daha hızlı olduğunu göstermektedir. Gemi egzoz emisyonlarının önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Örneğin IMO,

2014'te gemi kaynaklı karbondioksit emisyonlarının 2050'ye kadar 2-3 kat artacağını tahmin etmektedir (IMO, 2014).

Emisyonların çoğunun denizde gerçekleşmesine karşın, gemi emisyonlarının en doğrudan anlaşılabilir kısmı liman bölgeleri ve liman kentlerinde ortaya çıkmaktadır. Bu yerlerde gemicilik kaynaklı emisyonlar sağlık üzerinde en doğrudan etkiye sahiptir. NO₂ ve CO salınımları bronşit belirtileriyle ilişkilendirilirken, SO₂ emisyonuna maruz kalmanın solunum sorunları ve prematüre doğumlarla bağlantılı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Los Angeles Bölgesi Sağlık Araştırması'na ait veriler, Los Angeles limanının yakınında olan Long Beach halkı içinde astım, koroner kalp rahatsızlıkları ve depresyonun Los Angeles'taki diğer alanlara göre daha yüksek oranlarda (ortalama %2.9) görüldüğünü ortaya çıkarmıştır (HIP, 2010). Ayrıca, Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu, yılda 3700 prematüre ölümün sebebi olarak limanlara ve yük taşımacılığına işaret etmiştir (Sharma, 2006). Küresel ölçekte yapılan çalışmalarda hesaplamalar, gemicilik kaynaklı PM emisyonlarının, çoğu Avrupa, Doğu Asya ve Güney Asya kıyılarında gerçekleşen, her yıl yaklaşık 60.000 kalp ve solunum bozuklukları ve kanser kaynaklı ölümün sorumlusu olduğunu ortaya koymaktadır (Corbett vd., 2007).

Küresel gemicilik emisyonları üzerine gemilerin liman içindeki emisyonları olan liman emisyonlarını da içeren çalışmaların sayısı oldukça azdır. Entec (2002) ve Dalsoren ve arkadaşları (2008), tarafından yapılan çalışmalar önemli birer örnektir. Entec (2002) çalışması, Avrupa ülkelerindeki limanlar arasındaki hareketten kaynaklanan gemi emisyonlarını tahmin etmektedir; gemi emisyonlarının etkilediği şehirselle bölgeleri 50-50 km'lik paftalara böldükleri için gemilerin liman alanlarındaki emisyonlarını görünür kılmışlardır. Dalsoren ve arkadaşları (2008), liman içindeki emisyonu hesaplamak için gemilerin yükleme-boşaltma zamanının yaklaşık bir tahminini kullanmışlar, ancak Singapur hariç diğer limanlar hakkında tekil olarak detay vermemişlerdir. Şüphesiz, bu çalışmalar limanlardaki emisyonların hesaplanması için değer taşımaktadır, ancak her ikisi de gemilerin limanlarda harcadığı zamanlar hakkında kısmen kesin olmayan tahmin ve varsayımlara dayanmaktadır. Entec çalışması, limanda geçen süreyi, limanlarda yapılan bir anketten elde edilen datayı temel alarak değerlendirmiştir; Dalsoren ve arkadaşları (2008) yapmış olduğu çalışmada ise limandaki gerçek zamanları ele almasıyla biraz daha kesin bilgiler içerirse de yine de tam kesinlik sağlayamamıştır zira veri seti liman süresini, bırakın dakikaları saatlerle dahi ölçmemiş ve gün bazında ölçüm yapmıştır.

Bunlara ek olarak, bölgedeki gemicilikle ilgili emisyonu ölçen, limanlar ve liman kentleri üzerine vaka çalışmaları da mevcuttur. Bu çalışmalar bir dizi farklı metodoloji ve tanım kullanmaktadır. Bundan dolayıdır ki bu çalışmaların sonuçlarını birbirleriyle karşılaştırmak zordur (Mueller et al. 2011). Metotlardaki temel fark yakıt sarfiyatı ve aktivite temelli olmalarından gelmektedir, en son çalışmalar geminin etkinliğini (seyir, manevra ve limanda kalış hallerinde geçirilen saatler gibi) hesaba katmaktadır, buna karşın ilk yaklaşım emisyon tahmini için geminin yakıt kayıtlarını incelemeye dayanıyordu. Tahminlerin odak noktaları, coğrafi bölümlendirme yönünden (sadece liman bölgesi, ya da ayrıca karasuları), dahil edilen gemiler yönünden (sadece okyanus gemileri ya da ayrıca liman gemileri (römorkörler gibi) ve nehir tekneleri), liman içindeki diğer ulaşım yöntemleri (liman kamyonları ve lokomotifleri) gibi diğer liman etkinliklerinin dahil edilmesi yönünden ve vinçler ve diğer aletler gibi kargo işlemleri ekipmanları yönünden değişiklik göstermektedir.

Tzannatos (2010), yolcu gemilerinin uğrak noktası olan Piraeus Limanı için yaptığı çalışmada limana gelen kıyı yolcu gemileri ve cruise gemileri için tümevarım metodolojisini kullanarak liman bölgesindeki manevra ve limanlama modlarında gemilerin oluşturduğu NO_x, SO₂ ve PM_{2,5} emisyonlarını 2008-2009 yıllarında hesaplamıştır. Yapılan hesaplamalar neticesinde Piraeus Limanında yıllık 2.600 ton sadece gemi kaynaklı emisyon miktarı gözlenmiştir. Aynı zamanda limanda oluşan gemi kaynaklı NO_x emisyon miktarının ulusal ölçekte yayılan NO_x miktarının %1,2'sini, SO_x miktarının ise % 2,5'ini oluşturduğu belirtilmiştir. Tzannatos (2010), elde ettiği sonuçları küresel ölçekte oluşan emisyonlar ile karşılaştırdığında oranların küçük bir yüzdeye sahip olduğunu görmüştür (NO_x için %0,08, SO_x için %0,12 ve PM_{2,5} için %0,10). Global boyutlarda kıyaslama yapıldığında elde edilen gemi emisyon değerleri küçük bir değer gibi görünse de bölgesel ölçekte yapıldığında ciddi önem arz etmektedir. Tzannatos'a (2010) göre Atina bölgesi için emisyon değerleri kıyaslandığında şehirde oluşan toplam emisyon değerlerinin NO_x %6,3'ünü, SO₂ %56,9'unu ve PM_{2,5} %14,7'sini gemi emisyonlarından kaynaklandığını belirtmiştir.

Danimarka'nın önemli limanlarından olan Kopenhag, Elsinore ve Koge için yapılan gemi kaynaklı emisyon envanter çalışması da bölgesel anlamda yapılan ve toplam emisyon hesabında tümevarım, coğrafi olarak emisyon dağılımında tündengelem yöntemi uygulanmıştır (Saxe ve Larsen, 2004). Saxe ve Larsen'e (2004) göre Kopenhag limanında gemi kaynaklı NO₂ emisyonunun Kopenhag şehrindeki insan nüfusuna ciddi olumsuz

etkileri görülmektedir. NO₂ için Avrupa Birliği yasal sınır limiti olan saatlik ölçüm 200 ng m⁻³ değeri, Kopenhag limanı ve yakın bölgelerde yıl içerisinde 19 defa aşıldığı ve ölçülen maksimum saatlik NO₂ değerinin 615 ng m⁻³ olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda Kopenhag merkezinin birkaç kilometrelik alanında da Avrupa Birliği sınır değeri olan saatlik ölçüm 200 ng m⁻³ aştığı gözlemlenmiştir. Elsinore limanında ise feribot teknelerinin neden olduğu NO_x miktarının limana yakın bölgelerde çok ciddi miktarlarda olduğu gözlemlenmiştir. PM çalışmasında ise Kopenhag limanında oluşan parçacık kütle emisyon miktarının Avrupa Birliği'nin yıllık parçacık kütle limit değerinin sadece %0,2 - %0,4'üne eşit olduğunu belirtmiştir. Ancak, gemi kaynaklı PM emisyonunun Kopenhag şehrinde oluşan tüm şehir içi trafik kaynaklı PM emisyonunun %8 ile %15'ini oluşturduğunu saptamıştır (Saxe ve Larsen, 2004).

Song (2014), Çin'in Şanghai şehrindeki en yoğun iş hacmine sahip konteyner limanı için yapmış olduğu tümevarım metodolojisi ile liman içindeki ve limana yakın kıyı bölgelerindeki gemi kaynaklı emisyonların (CO₂, CH₄, N₂O, PM_{2,5-10}, NO_x, SO_x, CO ve HC) envanterini oluşturmuştur. Daha sonra bulduğu bu değerlerin bölge ekonomisine olan zararı üzerine sosyoekonomik veriler elde etmiştir. Song (2014), 2009 yılında yapmış olduğu bu çalışmada Yangshan limanına 6.518 adet konteyner gemisinin giriş-çıkış yaptığını AIS (otomatik tanımlama sistemi) kullanarak tespit etmiştir. Limanda gemilerin farklı işletme modları (manevra ve limanlama) için toplam emisyon miktarları CO₂ için 578.444 ton, CH₄ için 10 ton, N₂O için 33 ton, PM_{2,5-10} için 1.078 ton, NO_x için 10.758 ton, SO_x için 5.622 ton, CO için 1.135 ton, HC için 519 ton bulunmuştur (Song, 2014).

Avrupa'da yapılan gemi kaynaklı emisyon envanter çalışmasına bir diğer örnek ise Schrooten ve arkadaşları (2004), Belçikanın bütün limanları için tümevarım yöntemi kullanarak yaptığı çalışma gösterilebilir. Belçika limanlarına gelen toplam 28.767 gemi için toplam emisyon değerleri, CO₂ için 720 kton, SO₂ için 10,92 kton, NO_x için 16,9 kton, PM_{2,5-10} için 1,28 kton hesaplamıştır (Schrooten vd., 2008).

Literatürde Türkiye'de yapılan gemi kaynaklı egzoz gazı emisyonları ile ilgili çalışmalara bakıldığında, Kesgin ve Vardar (2001), Çanakkale ve İstanbul Boğazı'ndan geçen transit gemilerdeki ve İstanbul Boğazı'nda yolcu taşımacılığı yapan yolcu gemilerindeki yakıt tüketimini ve NO_x, CO, CO₂, VOC, PM gemi egzoz gazı emisyonlarını araştırmıştır. Yolcu taşımacılığında kaynaklanan NO_x emisyonlarını 2.720 ton, transit gemilerden kaynaklanan NO_x emisyonlarını ise 4.357 ton hesaplamışlardır. Transit gemiler nedeniyle yayılan emisyon miktarının, İstanbul Boğazı'ndaki toplam

emisyonunun %5'ini oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Türk Boğazlarından geçen transit gemilerin sayısının yıllık yaklaşık %5 oranında artması sebebiyle, transit gemilerden yayılan emisyon gazlarının da aynı oranda arttığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada bir diğer unsur ise, Rus petrolünün tanker gemileriyle Türk Boğazlarından geçmesi sebebiyle, transit gemilerin yaklaşık olarak %10 oranında daha fazla emisyon saldırdığını tespit etmişlerdir (Kesgin ve Vardar, 2001).

Deniz ve Durmuşoğlu (2008), Marmara denizi ve Türkiye Boğazlarındaki gemi egzoz gazı emisyonlarını araştırdılar. Bölgedeki gemi emisyonlarının, Türkiye'deki toplam emisyonlar içerisinde %11 NO_x, %0,1 CO, %0,12 PM'e karşılık geldiğini hesaplamışlardır. Aynı çalışmada, toplam emisyonları CO₂ için yıllık 5.451.224 ton, NO_x için yıllık 111.039 ton, SO₂ için yıllık 87.168 ton, CO için yıllık 20.281 ton, PM için yıllık 4.762 ton olarak hesaplamışlardır. Türk Boğazları'ndan geçen transit ve transit olmayan gemilerden yayılan yıllık emisyonları; CO₂ için 938.118 ton, NO_x için 19.208 ton, SO₂ için 15.831 ton, CO için 2.195 ton, PM için 841 ton olarak hesaplamışlardır. Marmara Denizi limanlarına uğramadan transit geçiş yapan gemilerden yayılan yıllık emisyon miktarlarını ise; CO₂ için 1.557.170 ton, NO_x için 33.188 ton, SO₂ için 26.277 ton, CO için 3.643 ton, PM için 1.473 ton olarak hesap etmişlerdir. Marmara Denizi bölgesinde transit gemilerden yayılan emisyon miktarının, aynı bölgede gemilerden yayılan toplam emisyon miktarının yaklaşık %30'una karşılık geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca NO_x, SO₂ ve CO₂ emisyonları açısından Marmara Denizi bölgesindeki gemi kaynaklı emisyonların miktarının, küresel kaynaklı toplam gemi emisyonları miktarının %1'ini oluşturduğunu tespit etmişlerdir (Deniz ve Durmuşoğlu, 2008).

Kılıç (2009), gemilerin anlık pozisyon bilgilerini içeren AIS (Automated Information System) veritabanı bilgilerini kullanarak Marmara Denizi ve Türk Boğazları'nı da kapsayan bölgede ticari gemilerden kaynaklanan NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM emisyonlarını hesaplamıştır. Çalışmaya dahil olan 10.058 adet farklı gemiden yayılan yıllık emisyon miktarlarını; NO_x için 605.206 ton, SO₂ için 494.681 ton, CO₂ için 29,93 milyon ton, HC için 25.611 ton, PM için 53.290 ton olarak hesap etmiştir.

Deniz ve Kılıç (2009), Marmara Denizi'nin ana limanlarından biri olan Ambarlı limanında egzoz gazı emisyonlarını araştırdılar. Ambarlı limanında gemi kaynaklı egzoz gazı yıllık emisyonlarını NO_x için 845 ton, SO₂ için 242 ton, CO için 2.127 ton, CO₂ için 78.590 ton, VOC için 504 ton, PM için 36 ton olarak hesap etmişlerdir. Bu emisyonların Marmara Denizi'nde bulunan limanlar toplamı içinde kapsadığı oranlarını ise; %28,3 NO_x,

%22,1 SO₂, %25,9 CO, %22,4 CO₂, %27 VOC, %19,7 PM olarak tespit etmişlerdir. Ambarlı limanındaki gemi kaynaklı egzoz emisyonlarını belli başlı limanlarla karşılaştırdıkları bu çalışmada, NO_x ve PM emisyonlarının Kopenhag ve Aberdeen limanlarından fazla olduğunu, CO emisyonlarının ise karşılaştırılan limanlar olan Los Angeles, Port Arthur, Maine, Kopenhag ve Aberdeen limanlarından fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ambarlı limanı Türkiye'nin en büyük konteynır limanlarından biri olması sebebiyle, limandan İstanbul içine konteynır taşımacılığı yapan kamyonlardan yayılan yıllık egzoz emisyonlarını SO₂ için 16,67 ton, NO_x için 287,42 ton, CO için 13,90 ton, VOC için 2,41 ton, PM için 2,30 ton olarak hesap etmişlerdir. Kamyon kaynaklı emisyonların Aberdeen limanından fazla olduğunu, Los Angeles limanından ise az olduğunu tespit etmişlerdir (Deniz ve Kılıç, 2009).

Kılıç ve Deniz 2005 yılında yaptığı çalışmada, 11.645 adet geminin dahil olduğu İzmit Körfezi bölgesinde NO_x SO₂, CO₂, HC ve PM emisyon miktarlarını araştırdılar. Bu çalışmada emisyonlar, gemilerin işletim operasyonlarına ve tiplerine göre sınıflandırıldı. Gemi aktivitesi bazlı ölçüm metoduyla İzmit Körfezi için ilk defa hesaplanan yıllık emisyon miktarları NO_x için 5.356 ton, SO₂ için 4.305 ton, CO₂ için 254.261 ton, HC için 232 ton, PM için 487 ton olarak tespit etmişlerdir. Gemi kaynaklı emisyonun önemli kısmı gemilerin seyir modunda hesaplanmıştır. Seyir modunda emisyon miktarının fazla çıkmasının başlıca sebebini, körfeze giriş noktasının limanlara olan uzaklığının fazla olması olarak belirtmişlerdir (Kılıç ve Deniz, 2009).

Türkiye'nin önemli ihracat limanlarından biri olan İzmir Limanı, gemi egzoz gazı emisyon envanteri çalışmasında Saraçoğlu ve arkadaşları (2013), gemi aktivitesi bazı yöntemi İzmir Limanı'na gelen gemiler için uygulamıştır. Temel gemi egzoz gazı kirleticilerinin (NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM) seyirde, manevrada ve rıhtımdaki miktarlarını farklı gemi türleri için hesaplayarak, bu değerlerin İzmir hava kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada 2007 yılı içerisinde limana gelen toplam 2.806 gemi seferi sonucunda CO₂ emisyon miktarı 100.590 ton, NO_x emisyon miktarı 1.628 ton, SO₂ emisyon miktarı 1.708 ton, HC emisyon miktarı 136 ton ve PM emisyon miktarı 135 ton olarak hesaplanmıştır. Saraçoğlu ve arkadaşları (2013), İzmir Limanı'nın konumu, İzmir şehir merkezine yakın olmasından dolayı yayılan emisyonların etkisinin daha fazla olacağı belirtilmiştir. Ayrıca gemi kaynaklı NO_x emisyonunun, İzmir çevresindeki evsel ısınmadan kaynaklı NO_x emisyon miktarından ve gemi kaynaklı SO₂ emisyonunun yine İzmir araç trafiğinden yayılan SO₂ emisyon miktarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye'nin önemli endüstriyel gemi taşımacılığı bölgelerinden olan Çandarlı Körfezi için Deniz ve arkadaşları (2010) bu bölgede bulunan 10 farklı limanada yapmış olduğu egzoz emisyon envanter çalışmasında ise her bir liman için farklı gemi işletme modlarına göre ve farklı gemi türlerine göre gemi kaynaklı emisyonlardan NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM miktarlarını gemi aktivite bazı yöntemi ile hesaplamışlardır. 2007 yılında körfezde bulunan 10 farklı limana toplamda 7.520 gemi seferi yapıldığı ve oluşan toplam gemi egzoz emisyon miktarının NO_x için 631.2 ton, SO₂ için 573.6 ton, CO₂ için 33.848,9 ton, HC için 32.3 ton ve PM için 57.4 ton olduğu belirtmişlerdir. Elde edilen bulgular neticesinde Deniz ve arkadaşları (2010) Çandarlı Körfezi'nde bulunan gemi kaynaklı egzoz emisyonların %65'i Habaş, Tüpraş ve Ege Çelik limanlarından kaynaklı olduğu ve en fazla emisyon miktarının genel kargo gemilerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada gemi kaynaklı egzoz emisyonlarının büyük bir bölümünün limanlama esnasında oluştuğu ve limanlara sahil besleme sistem altyapıları kurularak emisyon miktarının azaltılabileceği vurgulanmıştır.

Limanlardaki emisyonun en büyük bölümü çoğunlukla gemi etkinliklerindedir; zira bu limanlardaki egzoz emisyonları üzerine olan bu çalışmalar dizisinden anlaşılabilir. Gelişmiş ülkelerdeki limanlardaki emisyonun %70-100 arasındaki oranı gemilere bağlanabilir; kamyonlar lokomotifler en fazla 5'te birini, diğer ekipmanlardan gelen emisyonlar ise nadiren %15'ten fazlasını teşkil etmektedir. Bu tablo, kamyon yakıtları üzerindeki düzenlemelerin daha yumuşak olduğu gelişmekte olan ülkelerin limanlarında daha farklıdır ve toplam emisyonun daha büyük bir payı bu kamyonlar ve lokomotifler tarafından yapılır. Örneğin Bombay limanında liman kamyonlarından salınan NO_x emisyonu gemilerin saldığından %20 daha fazladır ve yine kamyonlardan gelen PM₁₀ emisyonları gemilerinkinden 26 kat daha yüksektir (Joseph vd. 2009).

1.10. Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Dünyada denizyolu taşımacılığı yükleri bir seferde büyük miktarlarda taşıma özelliği ve bu taşıma maliyetinin diğer taşıma türlerine oranla ucuz olması nedeniyle denizyolu taşımacılığını daha popüler hale getirmektedir. Türkiye gelişen sanayisi ve ekonomisi ile birlikte denizyolu taşımacılığında dünyada önemli bir konumda bulunmaktadır. Özellikle limanlarda artış gösteren taşımacılık trafiği ile birlikte limanın çevresinde yer alan şehirlerin nüfus yoğunluğunda da ciddi artışlar oluşmaktadır. Limanlarda artan bu gemi trafiği nedeniyle liman bölgelerinde büyük oranlarda gemilerden kaynaklı egzoz emisyonları oluşmaktadır ve insan sağlığını tehdit etmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı Samsun Limanlarına gelen gemilerin 6 yıllık gemi trafiği kaynaklı egzoz emisyon envanterini oluşturmak ve elde edilen bu egzoz emisyon değerlerini yıllar boyunca karşılaştırarak gemi egzoz gazlarının Samsun ili hava kirliliğine katkısını tespit etmektir. Ayrıca elde edilen bulgular neticesinde Samsun ili için gemi egzoz emisyonlarının önemini vurgulamak ve gemi kaynaklı egzoz emisyonlarını azaltıcı önlemleri belirlemektir. Tez çalışması ile birlikte, bundan sonra yapılacak çalışmalara yol göstererek literatüre katkı sağlanması beklenmektedir.

Yapılan bu çalışma kapsamında Samsunda bulunan Samsunport, Toros ve Yeşilyurt limanlarındaki gemi kaynaklı egzoz emisyon değerleri 2010 yılından başlanarak 2015 yılı sonuna kadar hesaplanmıştır. Hesaplama yöntemi olarak, gemilerin makine gücünü temel alan tümevarım (bottom-up) yöntem formülü kullanılarak egzoz emisyon değerleri bulunmuştur ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Her yıl için gemilerin işletme modları olan seyir, manevra ve limanlama durumlarındaki toplam emisyon değerleri karşılaştırılmıştır. Samsun limanlarına gelen gemi türleri sınıflandırılarak her gemi türüne göre egzoz emisyon değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1.Yöntem

Gemi kaynaklı egzoz emisyon miktarlarını teorik olarak hesaplama yöntemi literatürde bölgesel ve küresel olarak farklı hesaplama metotları kullanılarak yapılmıştır. Günümüze kadar yapılan bilimsel çalışmalarla hesaplanan gemi egzoz emisyon miktarlarının iklime, atmosfere ve insan sağlığına etkileri çeşitli çalışmalarda karşılaştırılarak etkileri araştırılmaktadır. IMO ve EPA gibi uluslararası örgütler de egzoz emisyon envanteri çalışmaları sonucunda, egzoz emisyonu hesabının yapıldığı alan için yasal düzenlemeler ve sınırlamalar getirmektedir.

Gemilerin neden olduğu hava kirletici miktarlarının hesaplanmasında gemi makinelerinin (ana makine ve jeneratör) egzozlarından salınan emisyon miktarı önemlidir. Literatürde gemi egzoz emisyonlarının teorik olarak hesaplandığı iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Birincisi gemilerin hesaplanacak rota esnasında, gemi bünyesinde yaktıkları yakıt tüketimini temel alan tümdengelim (top-down) metodu, diğeri ise geminin seyir, manevra ve limandaki gemi aktiviteleri sırasındaki ana makine ve jeneratör gücünü temel alan tümevarım (bottom-up) metodudur.

90'lı yıllarda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya emisyon hesaplama yöntemleri ile emisyon envanter çalışmalarının temelleri atılmıştır (Corbett vd., 1999; Trozzi ve Vaccaro, 1998). İlerleyen yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ile gemilerin yakıt tüketim değerleri ve gemilerde kullanılan makineler hakkında daha ayrıntılı veriler sağlanmıştır ve tümevarım metodu yaygın olarak kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında, Samsun limanına gelen gemilerden kaynaklı emisyonları hesaplamak için, gemi aktivitelerine göre emisyon hesaplama metodu olan tümevarım yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada tümevarım yönteminin kullanılmasındaki amaç, daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi ve literatürde daha çok kullanılmasıdır. Gemilerin o anda bulunduğu işletme modlarına (seyirde, manevrada ve limanda) göre egzoz emisyon hesabı yapılmaktadır. Limana gelen gemilerin emisyonları, her geminin seyir, manevra ve liman olan işletme modları için 2010-2015 yılları boyunca yıllık olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca limana gelen gemi sayısı ve özellikleri, her geminin ana makine ve jeneratörlerinin güçleri, her gemiye ait işletme modlarında geçen süreler, yük ve emisyon faktörleri, limana

gelen gemilerin emisyon hesabında kullanılmaktadır. Samsun limanına gelen gemilerin emisyon hesaplanma yönteminde aşağıdaki şekilde sıralanmış adımlar kullanılmıştır.

- Limana gelen gemilerin türlerinin ve toplam sefer sayılarının belirlenmesi.
- Gemilerin işletme modlarında (seyir, manevra, liman) geçen sürelerin belirlenmesi.
- Her gemiye ait ana makine ve jeneratör güçlerinin (kW) belirlenmesi.
- Gemi işletme modlarına göre ana makine ve jeneratör yük faktörlerinin belirlenmesi.
- Her işletme ve gemi türü için emisyon faktörlerinin (g/kWh) belirlenmesi.
- Her işletme modu için ve her gemi kaynaklı hava kirleticileri için yıllara göre gemi egzoz emisyon değerlerinin (ton/yıl) olarak hesaplanması.

2.2.Çalışma Bölgesi

Samsun Limanında tez kapsamında emisyon hesabının yapılmasında kullanılan alan Şekil 12’de gösterilmiştir. Samsun ili Bafra Burnu’ndan Samsun Limanlarına (Samsunport Ana Liman, Samsun Sanayi Limanı (Samunport bünyesinde), Yeşilyurt Limanı, Toros Limanı) kadar olan alan emisyonların hesaplandığı alan olarak kabul edilmiştir. Şekil 12’de belirtilen bu güzergah Samsun Liman İşletmeleri Müdürlüğü’nün belirlemiş olduğu denizin derinlik mesafelerine göre gemilerin en güvenli şekilde izleyeceği rotalar olarak tespit edilmiştir. Samsun ilinde bulunan 4 liman için gemi işletme modlarında belirlenen mesafeler Tablo 18’de gösterilmiştir. X noktası her geminin Samsun limanlarına girişte klavuz kaptan eşliğinde seyire başladığı mesafe olarak alınmıştır. B ve G noktaları ise seyirin bitip manevra moduna geçildiği bölgelerdir. C,D,E ve F noktaları ise sırasıyla Samsun Sanayi limanı, Samsunport limanı, Yeşilyurt limanı, Toros limanlarının bulunduğu bölgelerdir.

Tablo 18. Gemi işletme modları için Samsun kıyı bölgesi mesafeleri

| No | Simge | Alan | Hesaplanan mesafe (km) |
|----|-------|---------|------------------------|
| 1 | X-A | Seyir | 46.30 |
| 2 | A-B | Seyir | 12.96 |
| 3 | A-G | Seyir | 12.96 |
| 4 | B-C | Manevra | 3.70 |
| 5 | B-D | Manevra | 3.70 |
| 6 | G-E | Manevra | 3.70 |
| 7 | G-F | Manevra | 5.50 |
| 8 | C | Liman | - |
| 9 | D | Liman | - |
| 10 | E | Liman | - |
| 11 | F | Liman | - |



Şekil 11. Samsun limanları genel görüntüsü ve egzoz emisyonu inceleme alanı

2.3. Egzoz Emisyonu Envanterinin Çıkarılması

2010'dan 2015 yılı sonuna kadar Samsun limanlarına gelen gemilerin egzoz emisyonları miktarının hesaplanması için, gemi aktivite bazlı metotlardan olan aşağıdan yukarı (bottom up) yöntemi uygulanmıştır. Samsun limanına gelen gemilerden yayılan toplam emisyonları bulabilmek için, gemilerin işletme modları olan seyir, manevra ve limanda bulunmaları ve ana makine ve jeneratör konumunda çalışma durumları için hesaplama yapılmıştır. Bu tez çalışmasında envanteri çıkarılan egzoz emisyonları şunlardır: NO_x (azotoksitler), SO₂ (kükürdioksit), CO₂ (karbondioksit), HC (hidrokarbonlar), PM₁₀ (boyutu 10 µm ve altı olan partikül maddelerin toplamı).

Samsun limanlarına gelen gemilerden kaynaklı egzoz emisyonların miktarlarını bulabilmek için, Samsun limanlarına gelen gemi tipleri, her işletme modunda geçen süreler, her geminin ana ve yardımcı makinelerinin güçleri, yük faktörleri ve egzoz emisyonu faktörleri tek tek belirlenmiştir. Bu bilgilerden en önemlisi olan gelen gemilerin isimleri, IMO numaraları ve limana giriş-çıkış tarihleri gibi listelerin bulunduğu veriler, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'nın Atlantis altyapısı altında bulunan Samsun limanına ait yıllık gelen gemilerin teknik bilgilerinin olduğu listelerden temin edilmiştir (URL-15, 2016). Elde edilen bu listelerden yola çıkarak her gemiye ait IMO numarası ve gemilerin gros tonaj ve bağlı bulundukları ülke bayrakları tespit edilmiştir. Hesaplama yönteminde elde edilmesi gereken gemi ana makine ve jeneratör güçleri ise gemilerin tek tek IMO numaralarına göre taranarak, Uluslar arası Sınıflandırma Kuruluşları Birliğine üye Lloyd's Register of Shipping (LR)'in 100 grostonun üstündeki 170 bin adet gemiye ait veri bankasından elde edilmiştir (URL-16, 2016).

Diğer önemli verilerden bir tanesi de her geminin hızına ve yakılan yakıtı göre değişen emisyon faktörleridir. Emisyon faktörü (EF) birim güç başına birim saatte yayılan gram emisyon (g/kWh) birimindedir. Ayrıca egzoz gazı miktarları için her işletme modunda ana makine ve jeneratör için yük faktörlerine de gereksinim vardır. Çünkü seyirde ana makinenin yükü manevradaki yükten fazladır. Sonuç olarak 2010 yılından başlayarak 2015 yılı sonuna kadar, Samsun Limanına 6 yıl boyunca uğramış olan gemilere ait gerçek veriler kullanılarak, farklı işletme modlarında yayılan egzoz gazı miktarları hesaplanmıştır.

2.3.1.Seyirde Oluşan Egzoz Emisyonlarının Hesaplanması

Seyirde oluşan gemi egzoz emisyon miktarının hesaplandığı denklem, Şekil 12’de belirtildiği üzere Bafra Burnu’nun doğusunda bulunan X noktasından başlayarak A-B ve A-G deniz kıyı bölgelerini de içine alan X-A için 46,30 km, A-B ve A-G için ise 12,96 km olarak gösterilmiştir. Bu değerler gidiş ve dönüş mesafesi olarak toplamda 118,52 km olarak hesaplanmıştır. Samsun limanına gelen gemilerin bu rotalarda seyir yaptığı esnada ana makinesi ve tek jeneratörü için gemi egzoz emisyonları incelenmiştir.

Seyir halinde oluşan egzoz emisyonu hesaplama denklemi iki kısımda ele alınmıştır. Birinci kısım ana makinenden salınan emisyon miktarlarıdır. Bunu belirlemek için her gemiye ait ana makine gücü, seyirdeki ana makinenin yük ve emisyon faktörü ile çarpılarak elde edilen değer ile manevra bölgesine kadar geminin aldığı mesafenin gemi hızına bölünmesiyle bulunan değerle çarpılması sonucunda ana makineden kaynaklı toplam emisyonlar bulunur.

İkinci kısımda ise jeneratörlerden yayılan egzoz emisyonları hesaplanmıştır. Ana makine egzoz emisyonları için uygulanan hesaplama metodu, her bir geminin jeneratörlerine ait gerekli yük ve emisyon faktörleri de aynı formüle konularak jeneratörlere ait egzoz emisyonları bulunur.

Seyir egzoz emisyonları için gerekli verilere bakıldığında, manevra yerine kadar olan D mesafesi Samsun limanı egzoz emisyon çalışma alanında belirtildiği üzere X noktasından başlayarak B ve G noktasına kadar olan mesafe olup, gemilerin limandan ayrılması da düşünülerek toplamda gidiş-dönüş için 118,52 km dir.

Hesaplamalarda kullanılan diğer önemli veri ise gemi hızıdır. Bu veri her geminin özelliğine göre farklı olmakla birlikte Samsun limanı için gemilerin hızları Tablo 24’de gösterilmiştir. Gemilere ait ana makine ve jeneratör güç değerleri LR’den her geminin IMO numaralarına göre elde edilmiştir (URL-16, 2016).

Seyirde kullanılan emisyon faktörü değeri ise ENTEC firmasının 2005 yılında yaptığı ve Avrupa Birliği Çevre Komisyonunca da kabul edilen emisyon envanter çalışmasındaki değerlerdir. Bu değerler her gemi türü için Tablo 19’da belirtilmiştir (ENTEC, 2005). Aynı zamanda emisyon faktörleri, her işletme modunda da farklılık göstermektedir, çünkü gemi hızları ve kullanılan yakıt özellikleri gemi işletme modlarına göre farklılık göstermektedir.

Tablo 19. Seyirde gemi tipine göre egzoz emisyon faktörleri.

| Gemi tipi | Seyirde emisyon faktörleri $EF_1(g/kwh)$ | | | | |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|------|------|
| | NO _x | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM |
| General Kargo | 16,2 | 10,9 | 649 | 0,54 | 1,28 |
| Konteyner | 17,3 | 10,8 | 635 | 0,57 | 1,56 |
| Kimyasal Tanker | 16,3 | 11,0 | 650 | 0,55 | 1,34 |
| Tanker | 14,8 | 11,7 | 690 | 0,50 | 1,43 |
| RO- RO | 15,3 | 11,1 | 655 | 0,52 | 1,17 |
| Kruvaziyer | 13,2 | 11,8 | 697 | 0,46 | 0,81 |
| Yolcu | 13,2 | 11,8 | 697 | 0,46 | 0,81 |

Gemilerin seyirde ana makine ve jeneratörlerinden kaynaklı egzoz emisyonlarında, Tablo 25'te belirtilen yük faktörleri kullanılmıştır. Seyirde ana makine ve jeneratör için yük faktörleri sırasıyla %80 ve %75 olarak alınmıştır. Yük faktörleri, ENTEC firmasının gemi egzoz emisyonu envanter çalışmasından elde edilmiş değerlerden alınmıştır (ENTEC, 2005).

Samsun Limanına gelen gemilerin seyirde oluşan egzoz emisyonlarını hesaplayabilmek için Denklem (4)'te belirtilen formül kullanılmıştır.

$$E_{Seyir} = D/V [ME \cdot LF_{ME} \cdot EF_1 + AE \cdot LF_{AE} \cdot EF_1] \quad (4)$$

Denklem (4)'te belirtilen ve seyirde oluşan gemi egzoz emisyonlarını hesaplamak için gerekli veriler aşağıdaki gibidir:

E_{Seyir} : Seyirde oluşan emisyon (g)

D : Manevra yerine kadar olan mesafe (km)

V : Manevra yerine kadar olan ortalama seyir hızı (km/saat)

ME : Ana makine gücü (kW)

LF_{ME} : Seyirdeki ana makine yük faktörü (%)

AE : Jeneratörün gücü (kW)

LF_{AE} : Seyirdeki jeneratörün yük faktörü (%)

EF_1 : Her gemi türü için, seyirde kullanılan yakıt tipine ve gemi hızına göre emisyon faktörleri (g/kWh)

2.3.2. Manevrada Oluşan Egzoz Emisyonlarının Hesaplanması

Manevrada oluşan gemi egzoz emisyonlarının hesaplandığı Denklem (5), Tablo 18'deki emisyon çalışma alanında belirtildiği gibi Samsun Limanı için B'den D ve C'ye kadar, Yeşilyurt Limanı için G'den E'ye kadar ve Toros Limanı içinse G'den F'ye kadar mesafelerde hesaplanmış egzoz emisyon miktarlarını bulmak için kullanılmıştır. Manevra esnasında geçen süreler ise Samsun Liman Başkanlığı tarafından verilen 1 saat limana yanaşma ve 1 saat limandan kalkış süresi olarak toplamda 2 saat olarak belirlenmiştir.

Manevrada meydana gelen gemi egzoz emisyonları hesaplanırken toplam manevra süresini ana makine ve jeneratörün yaydığı emisyon miktarı ile çarparak elde ederiz. Her bir geminin ana makinesinin yaydığı emisyon miktarı ana makine gücü ile yük ve emisyon faktörleri çarpılmıştır. Manevra sırasında ana makine gücü %40 jeneratörlerin gücü %75 olarak kabul edilmiştir. Jeneratörlerde ise gemi manevra esnasında seyir emniyeti açısından 2 adet jeneratör birbirine paralel olarak çalıştırılmaktadır. Manevradaki iki jeneratörün gücü yük ve emisyon faktörleri ile çarpılarak jeneratörlerden oluşan emisyon miktarı hesaplanmıştır. Manevra sırasında oluşan emisyon faktörü değerleri Tablo 20'de gösterilmiştir (ENTEC,2005).

Tablo 20. Manevrada gemi tipine göre egzoz emisyon faktörleri

| Gemi tipi | Manevrada emisyon faktörleri EF ₂ (gr/kwh) | | | | |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|------|------|
| | NO _x | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM |
| General Kargo | 13,2 | 12,1 | 715 | 1,03 | 1,59 |
| Konteyner | 13,8 | 12,0 | 705 | 1,19 | 1,73 |
| Kimyasal Tanker | 13,3 | 12,2 | 715 | 1,04 | 1,60 |
| Tanker | 12,5 | 12,7 | 745 | 1,10 | 1,82 |
| RO- RO | 12,8 | 12,2 | 719 | 1,06 | 1,68 |
| Kruvaziyer | 11,8 | 12,6 | 747 | 0,97 | 1,71 |
| Yolcu | 11,8 | 12,6 | 747 | 0,97 | 1,71 |

Manevra sırasında oluşan gemi emisyonlarını hesaplamak için kullanılan denklem (5) aşağıda verilmiştir.

$$E_{Manevra} = T \cdot [ME \cdot LF_{ME} \cdot EF_2 + AE \cdot LF_{AE} \cdot EF_2] \quad (5)$$

Manevrada kullanılan emisyon hesabı için gerekli veriler, aşağıda belirtilmiştir.

$E_{Manevra}$: Manevrada oluşan emisyon miktarı (g)

T : Ortalama Manevra süresi (saat)

ME : Ana makine gücü (kW)

LF_{ME} : Manevrada ana makine yük faktörü (%)

AE : Jeneratörün gücü (kW)

LF_{AE} : Manevrada jeneratörün yük faktörü (%)

EF_2 : Her gemi için manevrada kullanılan yakıt tipine ve gemi hızına göre emisyon faktörleri, birimi g/kWh

2.3.3.Limanda Oluşan Egzoz Emisyonlarının Hesaplanması

Limanda oluşan gemi egzoz emisyonları, Samsun Limanı'na gelen gemilerin rıhtımda kalma süreleri boyunca jeneratörde oluşan emisyonlardır. Limanda yükleme ve boşaltma esnasında gemilerin ana makineleri çalıştırılmadığı için emisyon hesabına katılmamıştır. Limanda gemilerin sadece tek jeneratörlerinin devrede olduğu ve oluşan emisyonların sadece jeneratör kaynaklı olduğu kabul edilmiştir.

Limanda oluşan egzoz emisyonu hesaplama yönteminde, her bir geminin limanda kaldığı toplam süre, jeneratörün yaydığı emisyon değerleri ile çarpılarak hesaplanır. Jeneratörden salınan emisyon değerleri ise o gemi türüne ait ortalama jeneratör gücü ile limandaki yük ve emisyon faktörü ile çarpılarak elde edilir.

Liman egzoz emisyonları hesabında Tablo 21'de belirtilen gemi tiplerine göre emisyon faktörleri kullanılmıştır. Ayrıca jeneratörün yük faktörü %75 olarak alınmıştır (ENTEC, 2005). Liman egzoz emisyonu hesabında önemli verilerden birisi limanda gemilerin kaldığı sürelerdir. Bu süreler yükleme ve boşaltma operasyonları sırasında geçen toplam sürelerdir. Samsun Liman Başkanlığından elde edilen bu süre değerleri Tablo 22'de belirtilmiştir. Tablo 22'de belirtilen yükleme ve boşaltma toplam süreleri her gemi türü için yıllık olarak ortalama gros tonaj değerleri göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Tablo 21. Limanda gemi tipine göre egzoz emisyon faktörleri

| Gemi tipi | Limanda emisyon faktörleri EF_3 (gr/kwh) | | | | |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|------|------|
| | NO _x | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM |
| General Kargo | 13,4 | 12,2 | 721 | 0,50 | 0,90 |
| Konteyner | 13,5 | 12,3 | 720 | 0,50 | 0,90 |
| Kimyasal Tanker | 13,3 | 12,2 | 716 | 1,00 | 1,50 |
| Tanker | 12,5 | 12,6 | 743 | 1,10 | 1,70 |
| RO- RO | 13,3 | 12,3 | 722 | 0,50 | 0,90 |
| Kruvaziyer | 13,2 | 12,3 | 725 | 0,50 | 0,90 |
| Yolcu | 13,2 | 12,3 | 725 | 0,50 | 0,90 |

Limanda oluşan gemi emisyonlarını hesaplamak için kullanılan denklem (6) aşağıda verilmiştir.

$$E_{Liman} = T \cdot [AE \cdot LF_{AE} \cdot EF_3] \quad (6)$$

Limanda gemi emisyonlarını hesaplamak için gerekli veriler aşağıdaki gibidir.

E_{Liman} : Limanda oluşan emisyon miktarı (g)

T : Limanda geminin kaldığı süre (saat)

AE : Jeneratörün gücü (kW)

LF_{AE} : Rıhtımda jeneratörün yük faktörü (%)

EF_3 : Her gemi için limanda kullanılan yakıt tipine göre emisyon faktörleri (g/kWh)

2.4.Egzoz Emisyonu Envanter Hesabında Kullanılan Gemi Aktivite Verileri

2010-2015 yıllarında Samsun Limanına gelen gemilerin tipleri, sayıları, grostonları, ortalama limanda kalış süreleri, ana makine ve jeneratör ortalama güçlerine ait istatistiksel veriler Tablo 6'da özetlenmiştir. Gelen gemi sayılarına bakıldığında 2014 yılında 1765 sefer ile en çok general kargo gemisinin, 2010 yılında ise 11 sefer ile en az konteynır gemisinin sefer yaptığı görülmektedir. En yüksek gros tonaj değerleri ise 2014 yılı içerisinde 18.861 ton ile konteynır gemisine ait, en az ise 1.947 ton ile kruvaziyer yolcu gemisine ait olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 22'de Samsun Limanına gelen gemilerin

ortalama ana makine ve jeneratör güçleri de verilmiştir. Ayrıca 2015 yılı için her gemiye ait tüm veriler olan ; ana makine, jeneratör, gemi adı, gemi imo numarası, gemi dwt ve gros tonajı EK-A'da tablolar halinde belirtilmiştir. EK-Tablo 1'de belirtilen bu tablolar sadece 2015 yılına ait olup, tez çalışmasında 2010 yılından başlayarak bu şekilde 2015 yılına kadar 6 yıllık verilerin envanteri oluşturulmuştur.

Tablo 22. 2010-2015 yıllarına ait Samsun limanına gelen gemi aktivite verileri

| Gemi Tipi | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------|--------------------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | | Ortalama | | | | | |
| Kimyasal Tanker | Gelen gemi sayısı | 193 | 131 | 135 | 139 | 133 | 140 |
| | GRT | 4.425 | 5.211 | 4.052 | 4.863 | 5.090 | 5.570 |
| | ME kW | 2.711 | 2.885 | 2.658 | 2.818 | 3.012 | 3.196 |
| | AE kW | 591 | 523 | 508 | 653 | 602 | 395 |
| | Liman süresi, saat | 34 | 36 | 31 | 33 | 34 | 36 |
| Konteyner | Gelen gemi sayısı | 11 | 48 | 86 | 106 | 135 | 149 |
| | GRT | 5.553 | 7.121 | 8.733 | 10.509 | 18.861 | 11.192 |
| | ME kW | 3.429 | 4.604 | 6.209 | 8.560 | 15.089 | 9.032 |
| | AE kW | 451 | 551 | 709 | 841 | 1.001 | 852 |
| | Liman süresi, saat | 24 | 28 | 30 | 34 | 42 | 36 |
| General Kargo | Gelen gemi sayısı | 1.242 | 1.162 | 1.254 | 1.354 | 1.765 | 1.395 |
| | GRT | 3.522 | 3.807 | 4.082 | 3.994 | 4.135 | 4.480 |
| | ME kW | 1.062 | 1.827 | 1.886 | 1.860 | 1.796 | 2.024 |
| | AE kW | 125 | 163 | 187 | 199 | 171 | 187 |
| | Liman süresi, saat | 30 | 32 | 34 | 33 | 34 | 36 |
| Kruvaziyer Yolcu | Gelen gemi sayısı | 128 | 69 | 24 | 20 | 48 | 31 |
| | GRT | 9.880 | 10.354 | 8.745 | 3.697 | 1.947 | 2.655 |
| | ME kW | 3.396 | 9.080 | 3.413 | 3.680 | 2.470 | 2.666 |
| | AE kW | 476 | 759 | 593 | 820 | 361 | 550 |
| | Liman süresi, saat | 10 | 10 | 8 | 6 | 4 | 6 |
| Ro-Ro Kargo | Gelen gemi sayısı | 423 | 648 | 597 | 551 | 691 | 653 |
| | GRT | 5.055 | 4.769 | 5.119 | 5.287 | 5.494 | 5.290 |
| | ME kW | 3.789 | 3.463 | 3.624 | 3.606 | 3.340 | 3.570 |
| | AE kW | 295 | 267 | 302 | 300 | 292 | 305 |
| | Liman süresi, saat | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Tanker (LPG-Petrol) | Gelen gemi sayısı | 143 | 134 | 145 | 174 | 163 | 136 |
| | GRT | 5.546 | 6.235 | 6.232 | 5.746 | 6.930 | 7.886 |
| | ME kW | 2.912 | 3.397 | 3.481 | 3.304 | 3.858 | 4.347 |
| | AE kW | 398 | 458 | 433 | 435 | 485 | 501 |
| | Liman süresi, saat | 30 | 31 | 31 | 30 | 32 | 36 |

2.5.Samsun Limanına Gelen Gemilerin Makine Özellikleri

Gemilerde egzoz emisyonu oluşturan makineler, gemiyi hareket ettiren ana makine, elektrik sağlayan jeneratörler, gemi ısıtma sistemi olan kazan ve gemi atık yakma sistemi insineratör gibi makinelerdir. Tablo 23'te belirtildiği üzere, geminin sevkini sağlayan ana

makinelere genel olarak ağır devirli iki zamanlı veya orta devirli dört zamanlı dizel makinesi olmaktadır. Jeneratörler, orta veya yüksek devirli dört zamanlı dizel makineleri olup elektrik üretmek için kullanılırlar. Gemi makine özelliklerinde en önemlisi makinenin devir sayısı ve gücüdür. Makinenin devir sayısı, krank milinin dakikada yaptığı devirdir (d/d). Makine gücü ise makine kaplinine aktarılan efektif güç olup birimi kilovattır. Jeneratörlerin alternatöründen elde edilen gücün birimi de kilovattır.

Tablo 23. Samsun limanlarına gelen gemilerin makine özellikleri

| Ana Makine | Devir Sayısı (d/d) | Ana Makine Özellikleri |
|----------------|--------------------|---|
| Ağır devirli | 60-300 | İki zamanlı dizel makineler |
| Orta devirli | 300-1000 | Dört zamanlı dizel makineler |
| Yüksek devirli | 1000-3000 | Dört zamanlı dizel makineler ve gaz türbini |

2.6.Kullanılan Yakıtların Özellikleri

Samsun Limanına gelen gemilerin büyük çoğunluğu iki ve dört zamanlı ana makineleri olduğundan seyir esnasında yakıt olarak HFO kullanırlar. HFO petrol ve fosil atıklarının işlenmesinden elde edilen bir yakıt türüdür. Yüksek güçlü ağır devirli gemi dizel makinelerinde ve kazanlarda kullanılırlar. HFO, oluşturduğu kirletici gaz miktarı diğer hafif ve temiz yakıt olan MDO göre daha yüksektir. Manevra esnasında gemi jeneratörlerinin ani yük değişimlerine ihtiyaç duyması ve daha kolay tutuşabilen yakıt olması nedeni ile verimi yüksek ve temiz yakıt türü olan MDO kullanılır. Emisyon faktörlerinin farklılık göstermesi ise her işletme modunda gemilerin farklı güçte çalışması ve farklı yakıt tipi kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

2.7.Gemi Ortalama Seyir Hızı

Gemi ortalama seyir hızı, seyir egzoz emisyonlarını bulmak için önemli bir veridir. Samsun limanına gelen gemilerin tiplerine göre ortalama seyir hızları, Avrupa ülkelerinde gemilerin oluşturduğu egzoz emisyonlarının hesaplandığı ve Avrupa Birliği Çevre Komisyonunun da kabul ettiği ve kullandığı değerler Tablo 24’te verilmiştir (URL-16, 2016).

Tablo 24. Samsun Limanına gelen gemilerin ortalama seyir hızları

| Gemi Tipi | Gemi Hızı (km/saat) |
|------------------------|----------------------------|
| General kargo | 25.93 |
| Tanker | 25.93 |
| Kimyasal tanker | 27.78 |
| RO-RO | 33.34 |
| Kruvaziyer | 37.04 |
| Konteyner | 37.04 |
| Yolcu | 37.04 |

2.8.Yük Faktörleri

Yük faktörleri, ana makine ve jeneratörlerin işletme modlarında yüklerini gösterir. Ana makine yükü, seyirde %80, manevrada %40 olarak alınmıştır. Jeneratörlerin her işletme modunda yükü aynıdır. Tablo 25’te belirtilen yük faktörleri, seyirde, manevrada ve rıhtımda yük faktörleri olup ENTEC (2005) ve Avrupa ülkeleri gemi kaynaklı egzoz emisyon envanteri çalışmasından alınmıştır.

Tablo 25. İşletme moduna göre ana makine ve jeneratörlere ait yük faktörleri

| İşletme Modu | Ana Makine Yükü | Jeneratör Yükü |
|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Seyirde | %80 | %75 |
| Manevrada | %40 | %75 |
| Rıhtımda | 0 | %75 |

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında Samsun limanında 6 farklı gemi türü için 3 farklı gemi işletme modu (seyir, manevra ve liman) için ve her işletme modundaki ana makine ve jeneratörün farklı yük faktörlerindeki emisyon değerleri 2010 yılı başından 2015 yılı sonuna kadar her yıl için hesaplanmıştır. Tüm yıllara ait gemi kaynaklı NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM₁₀ emisyon değerleri Tablo 26-31 arasında verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Samsun limanındaki gemilerden kaynaklanan emisyonların yıllık değişimleri NO_x için 42-825 ton/yıl arasında, SO₂ için 349-649 ton/yıl arasında, CO₂ için 20.202-38.335 ton/yıl arasında, HC için 20-36 ton/yıl arasında, PM₁₀ için 38-72 ton/yıl arasında bulunmuştur. Emisyon değerlerine bakıldığında en düşük seviyeler 2010 yılında, en yüksek seviyeler 2014 yılında tespit edilmiştir.

Tablo 26. 2010 yılı Samsun Limanı egzoz emisyonu hesaplama sonuçları (ty⁻¹)

| | | | NOx | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM ₁₀ |
|------------------------|---------|--------|-------|-----------------|-----------------|------|------------------|
| GENERAL KARGO | SEYİR | *ME | 78,19 | 52,61 | 3132,28 | 2,61 | 6,18 |
| | | **DG | 8,65 | 5,82 | 346,54 | 0,29 | 0,68 |
| | | TOPLAM | 86,84 | 58,43 | 3478,82 | 2,89 | 6,86 |
| | MANEVRA | ME | 13,94 | 12,78 | 754,97 | 1,09 | 1,68 |
| | | DG | 6,17 | 5,65 | 334,11 | 0,48 | 0,74 |
| | | TOPLAM | 20,11 | 18,43 | 1089,08 | 1,57 | 2,42 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 46,96 | 42,76 | 2526,85 | 1,75 | 3,15 |
| | | TOPLAM | 46,96 | 42,76 | 2526,85 | 1,75 | 3,15 |
| TANKER (LPG-PETROL) | SEYİR | ME | 22,54 | 17,82 | 1050,85 | 0,76 | 2,18 |
| | | DG | 2,89 | 2,28 | 134,53 | 0,1 | 0,28 |
| | | TOPLAM | 25,43 | 20,1 | 1185,37 | 0,86 | 2,46 |
| | MANEVRA | ME | 4,16 | 4,23 | 248,23 | 0,37 | 0,61 |
| | | DG | 2,13 | 2,17 | 127,11 | 0,19 | 0,31 |
| | | TOPLAM | 6,3 | 6,4 | 375,34 | 0,55 | 0,92 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 16 | 16,12 | 950,77 | 1,41 | 2,18 |
| | | TOPLAM | 16 | 16,12 | 950,77 | 1,41 | 2,18 |
| RO-RO KARGO | SEYİR | ME | 69,76 | 50,61 | 2986,27 | 2,37 | 5,33 |
| | | DG | 5,09 | 3,69 | 217,85 | 0,17 | 0,39 |
| | | TOPLAM | 74,84 | 54,3 | 3204,12 | 2,54 | 5,72 |
| | MANEVRA | ME | 16,42 | 15,65 | 922,13 | 1,36 | 2,15 |
| | | DG | 4,79 | 4,57 | 269,08 | 0,4 | 0,63 |
| | | TOPLAM | 21,21 | 20,21 | 1191,2 | 1,76 | 2,78 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 7,47 | 6,9 | 405,3 | 0,28 | 0,51 |
| | | TOPLAM | 7,47 | 6,9 | 405,3 | 0,28 | 0,51 |
| KONTEYNER | SEYİR | ME | 1,67 | 1,04 | 61,31 | 0,06 | 0,15 |
| | | DG | 0,21 | 0,13 | 7,56 | 0,01 | 0,02 |
| | | TOPLAM | 1,88 | 1,17 | 68,87 | 0,06 | 0,17 |
| | MANEVRA | ME | 0,42 | 0,36 | 21,27 | 0,04 | 0,05 |
| | | DG | 0,21 | 0,18 | 10,49 | 0,02 | 0,03 |
| | | TOPLAM | 0,62 | 0,54 | 31,77 | 0,05 | 0,08 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 1,21 | 1,1 | 64,29 | 0,04 | 0,08 |
| | | TOPLAM | 1,21 | 1,1 | 64,29 | 0,04 | 0,08 |
| KRUVAZİYER YOLCU | SEYİR | ME | 14,69 | 13,13 | 775,53 | 0,51 | 0,9 |
| | | DG | 1,93 | 1,72 | 101,89 | 0,07 | 0,12 |
| | | TOPLAM | 16,62 | 14,85 | 877,42 | 0,58 | 1,02 |
| | MANEVRA | ME | 4,1 | 4,38 | 259,76 | 0,34 | 0,59 |
| | | DG | 2,16 | 2,3 | 136,5 | 0,18 | 0,31 |
| | | TOPLAM | 6,26 | 6,68 | 396,26 | 0,51 | 0,91 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 6,03 | 5,62 | 331,21 | 0,23 | 0,41 |
| | | TOPLAM | 6,03 | 5,62 | 331,21 | 0,23 | 0,41 |
| KİMYASAL TANKER | SEYİR | ME | 29,11 | 19,64 | 1160,75 | 0,98 | 2,39 |
| | | DG | 5,95 | 4,02 | 237,35 | 0,2 | 0,49 |
| | | TOPLAM | 35,06 | 23,66 | 1398,1 | 1,18 | 2,88 |
| | MANEVRA | ME | 5,57 | 5,11 | 299,28 | 0,44 | 0,67 |
| | | DG | 4,55 | 4,18 | 244,79 | 0,36 | 0,55 |
| | | TOPLAM | 10,12 | 9,28 | 544,06 | 0,79 | 1,22 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 38,7 | 35,5 | 2083,6 | 2,91 | 4,37 |
| | | TOPLAM | 38,7 | 35,5 | 2083,6 | 2,91 | 4,37 |

*ME:Gemi ana makinesi, **DG: Diesel jeneratör

Tablo 27. 2011 yılı Samsun limanı egzoz emisyonu hesaplama sonuçları (ty⁻¹)

| | | | NOx | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM ₁₀ |
|------------------------|---------|--------|--------|-----------------|-----------------|------|------------------|
| GENERAL KARGO | SEYİR | *ME | 125,77 | 84,63 | 5038,72 | 4,19 | 9,94 |
| | | **DG | 10,55 | 7,1 | 422,74 | 0,35 | 0,83 |
| | | TOPLAM | 136,33 | 91,73 | 5461,46 | 4,54 | 10,77 |
| | MANEVRA | ME | 22,42 | 20,55 | 1214,48 | 1,75 | 2,7 |
| | | DG | 7,52 | 6,9 | 407,58 | 0,59 | 0,91 |
| | | TOPLAM | 29,95 | 27,45 | 1622,06 | 2,34 | 3,61 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 61,11 | 55,64 | 3287,97 | 2,28 | 4,1 |
| | | TOPLAM | 61,11 | 55,64 | 3287,97 | 2,28 | 4,1 |
| TANKER (LPG-PETROL) | SEYİR | ME | 24,64 | 19,48 | 1148,68 | 0,83 | 2,38 |
| | | DG | 3,11 | 2,46 | 145,15 | 0,11 | 0,3 |
| | | TOPLAM | 27,75 | 21,94 | 1293,83 | 0,94 | 2,68 |
| | MANEVRA | ME | 4,55 | 4,63 | 271,34 | 0,4 | 0,66 |
| | | DG | 2,3 | 2,34 | 137,15 | 0,2 | 0,34 |
| | | TOPLAM | 6,85 | 6,96 | 408,49 | 0,6 | 1 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 17,83 | 17,98 | 1060,03 | 1,57 | 2,43 |
| | | TOPLAM | 17,83 | 17,98 | 1060,03 | 1,57 | 2,43 |
| RO-RO KARGO | SEYİR | ME | 97,63 | 70,83 | 4179,79 | 3,32 | 7,47 |
| | | DG | 7,05 | 5,12 | 301,86 | 0,24 | 0,54 |
| | | TOPLAM | 104,69 | 75,95 | 4481,65 | 3,56 | 8,01 |
| | MANEVRA | ME | 22,98 | 21,9 | 1290,67 | 1,9 | 3,02 |
| | | DG | 6,64 | 6,33 | 372,84 | 0,55 | 0,87 |
| | | TOPLAM | 29,61 | 28,23 | 1663,51 | 2,45 | 3,89 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 8,62 | 7,97 | 467,99 | 0,32 | 0,58 |
| | | TOPLAM | 8,62 | 7,97 | 467,99 | 0,32 | 0,58 |
| KONTEYNER | SEYİR | ME | 9,79 | 6,11 | 359,21 | 0,32 | 0,88 |
| | | DG | 1,1 | 0,69 | 40,34 | 0,04 | 0,1 |
| | | TOPLAM | 10,89 | 6,8 | 399,55 | 0,36 | 0,98 |
| | MANEVRA | ME | 2,44 | 2,12 | 124,64 | 0,21 | 0,31 |
| | | DG | 1,1 | 0,95 | 55,98 | 0,09 | 0,14 |
| | | TOPLAM | 3,54 | 3,07 | 180,62 | 0,3 | 0,44 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 7,5 | 6,84 | 400,23 | 0,28 | 0,5 |
| | | TOPLAM | 7,5 | 6,84 | 400,23 | 0,28 | 0,5 |
| KRUVAZİYER YOLCU | SEYİR | ME | 21,17 | 18,93 | 1117,88 | 0,74 | 1,3 |
| | | DG | 1,66 | 1,48 | 87,63 | 0,06 | 0,1 |
| | | TOPLAM | 22,83 | 20,41 | 1205,51 | 0,8 | 1,4 |
| | MANEVRA | ME | 5,91 | 6,32 | 374,42 | 0,49 | 0,86 |
| | | DG | 1,85 | 1,98 | 117,41 | 0,15 | 0,27 |
| | | TOPLAM | 7,77 | 8,3 | 491,83 | 0,64 | 1,13 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 5,19 | 4,83 | 284,87 | 0,2 | 0,35 |
| | | TOPLAM | 5,19 | 4,83 | 284,87 | 0,2 | 0,35 |
| KİMYASAL TANKER | SEYİR | ME | 21,03 | 14,19 | 838,58 | 0,71 | 1,73 |
| | | DG | 3,58 | 2,41 | 142,57 | 0,12 | 0,29 |
| | | TOPLAM | 24,6 | 16,6 | 981,15 | 0,83 | 2,02 |
| | MANEVRA | ME | 4,02 | 3,69 | 216,21 | 0,31 | 0,48 |
| | | DG | 2,74 | 2,51 | 147,04 | 0,21 | 0,33 |
| | | TOPLAM | 6,76 | 6,2 | 363,25 | 0,53 | 0,81 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 24,62 | 22,58 | 1325,19 | 1,85 | 2,78 |
| | | TOPLAM | 24,62 | 22,58 | 1325,19 | 1,85 | 2,78 |

*ME:Gemi ana makinesi, **DG: Diesel jeneratör

Tablo 28. 2012 yılı Samsun Limanı egzoz emisyonu hesaplama sonuçları (ty⁻¹)

| | | | NOx | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM ₁₀ |
|------------------------|---------|--------|--------|-----------------|-----------------|------|------------------|
| GENERAL KARGO | SEYİR | *ME | 140,14 | 94,29 | 5614,14 | 4,67 | 11,07 |
| | | **DG | 13,02 | 8,76 | 521,56 | 0,43 | 1,03 |
| | | TOPLAM | 153,16 | 103,05 | 6135,7 | 5,11 | 12,1 |
| | MANEVRA | ME | 24,98 | 22,9 | 1353,18 | 1,95 | 3,01 |
| | | DG | 9,28 | 8,51 | 502,85 | 0,72 | 1,12 |
| | | TOPLAM | 34,27 | 31,41 | 1856,03 | 2,67 | 4,13 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 80,1 | 72,93 | 4310,11 | 2,99 | 5,38 |
| | | TOPLAM | 80,1 | 72,93 | 4310,11 | 2,99 | 5,38 |
| TANKER (LPG-PETROL) | SEYİR | ME | 27,32 | 21,59 | 1273,53 | 0,92 | 2,64 |
| | | DG | 3,18 | 2,52 | 148,43 | 0,11 | 0,31 |
| | | TOPLAM | 30,5 | 24,11 | 1421,97 | 1,03 | 2,95 |
| | MANEVRA | ME | 5,05 | 5,13 | 300,84 | 0,44 | 0,73 |
| | | DG | 2,35 | 2,39 | 140,25 | 0,21 | 0,34 |
| | | TOPLAM | 7,4 | 7,52 | 441,09 | 0,65 | 1,08 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 18,24 | 18,38 | 1084,03 | 1,6 | 2,48 |
| | | TOPLAM | 18,24 | 18,38 | 1084,03 | 1,6 | 2,48 |
| RO-RO KARGO | SEYİR | ME | 94,15 | 68,31 | 4030,62 | 3,2 | 7,2 |
| | | DG | 7,35 | 5,33 | 314,67 | 0,25 | 0,56 |
| | | TOPLAM | 101,5 | 73,64 | 4345,29 | 3,45 | 7,76 |
| | MANEVRA | ME | 22,16 | 21,12 | 1244,61 | 1,83 | 2,91 |
| | | DG | 6,92 | 6,59 | 388,66 | 0,57 | 0,91 |
| | | TOPLAM | 29,08 | 27,71 | 1633,27 | 2,41 | 3,82 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 10,78 | 9,97 | 585,43 | 0,41 | 0,73 |
| | | TOPLAM | 10,78 | 9,97 | 585,43 | 0,41 | 0,73 |
| KONTEYNER | SEYİR | ME | 23,65 | 14,76 | 867,96 | 0,78 | 2,13 |
| | | DG | 2,53 | 1,58 | 92,97 | 0,08 | 0,23 |
| | | TOPLAM | 26,18 | 16,34 | 960,93 | 0,86 | 2,36 |
| | MANEVRA | ME | 5,89 | 5,13 | 301,16 | 0,51 | 0,74 |
| | | DG | 2,53 | 2,2 | 129,03 | 0,22 | 0,32 |
| | | TOPLAM | 8,42 | 7,32 | 430,19 | 0,73 | 1,06 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 18,53 | 16,88 | 988,35 | 0,69 | 1,24 |
| | | TOPLAM | 18,53 | 16,88 | 988,35 | 0,69 | 1,24 |
| KRUVAZİYER YOLCU | SEYİR | ME | 2,77 | 2,47 | 146,16 | 0,1 | 0,17 |
| | | DG | 0,45 | 0,4 | 23,82 | 0,02 | 0,03 |
| | | TOPLAM | 3,22 | 2,88 | 169,98 | 0,11 | 0,2 |
| | MANEVRA | ME | 0,77 | 0,83 | 48,96 | 0,06 | 0,11 |
| | | DG | 0,5 | 0,54 | 31,91 | 0,04 | 0,07 |
| | | TOPLAM | 1,28 | 1,36 | 80,87 | 0,11 | 0,19 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 1,13 | 1,05 | 61,94 | 0,04 | 0,08 |
| | | TOPLAM | 1,13 | 1,05 | 61,94 | 0,04 | 0,08 |
| KİMYASAL TANKER | SEYİR | ME | 19,97 | 13,47 | 796,22 | 0,67 | 1,64 |
| | | DG | 3,58 | 2,42 | 142,8 | 0,12 | 0,29 |
| | | TOPLAM | 23,55 | 15,89 | 939,02 | 0,79 | 1,94 |
| | MANEVRA | ME | 3,82 | 3,5 | 205,29 | 0,3 | 0,46 |
| | | DG | 2,74 | 2,51 | 147,27 | 0,21 | 0,33 |
| | | TOPLAM | 6,56 | 6,02 | 352,56 | 0,51 | 0,79 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 21,23 | 19,47 | 1142,93 | 1,6 | 2,39 |
| | | TOPLAM | 21,23 | 19,47 | 1142,93 | 1,6 | 2,39 |

*ME:Gemi ana makinesi, **DG: Diesel jeneratör

Tablo 29. 2013 yılı Samsun Limanı egzoz emisyonu hesaplama sonuçları (ty⁻¹)

| | | | NOx | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM ₁₀ |
|------------------------|---------|--------|--------|-----------------|-----------------|------|------------------|
| GENERAL KARGO | SEYİR | *ME | 149,21 | 100,4 | 5977,73 | 4,97 | 11,79 |
| | | **DG | 14,96 | 10,07 | 599,47 | 0,5 | 1,18 |
| | | TOPLAM | 164,18 | 110,46 | 6577,2 | 5,47 | 12,97 |
| | MANEVRA | ME | 26,6 | 24,38 | 1440,81 | 2,08 | 3,2 |
| | | DG | 10,67 | 9,78 | 577,96 | 0,83 | 1,29 |
| | | TOPLAM | 37,27 | 34,16 | 2018,78 | 2,91 | 4,49 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 89,36 | 81,36 | 4808,21 | 3,33 | 6 |
| | | TOPLAM | 89,36 | 81,36 | 4808,21 | 3,33 | 6 |
| TANKER (LPG-PETROL) | SEYİR | ME | 31,12 | 24,6 | 1450,72 | 1,05 | 3,01 |
| | | DG | 3,84 | 3,04 | 179,16 | 0,13 | 0,37 |
| | | TOPLAM | 34,96 | 27,64 | 1629,87 | 1,18 | 3,38 |
| | MANEVRA | ME | 5,75 | 5,84 | 342,69 | 0,51 | 0,84 |
| | | DG | 2,84 | 2,89 | 169,28 | 0,25 | 0,41 |
| | | TOPLAM | 8,59 | 8,73 | 511,97 | 0,76 | 1,25 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 21,3 | 21,47 | 1266,2 | 1,87 | 2,9 |
| | | TOPLAM | 21,3 | 21,47 | 1266,2 | 1,87 | 2,9 |
| RO-RO KARGO | SEYİR | ME | 86,45 | 62,72 | 3701,02 | 2,94 | 6,61 |
| | | DG | 6,75 | 4,9 | 289,08 | 0,23 | 0,52 |
| | | TOPLAM | 93,2 | 67,62 | 3990,09 | 3,17 | 7,13 |
| | MANEVRA | ME | 20,35 | 19,39 | 1142,83 | 1,68 | 2,67 |
| | | DG | 6,36 | 6,06 | 357,05 | 0,53 | 0,83 |
| | | TOPLAM | 26,7 | 25,45 | 1499,89 | 2,21 | 3,5 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 9,91 | 9,16 | 537,82 | 0,37 | 0,67 |
| | | TOPLAM | 9,91 | 9,16 | 537,82 | 0,37 | 0,67 |
| KONTEYNER | SEYİR | ME | 40,18 | 25,09 | 1474,98 | 1,32 | 3,62 |
| | | DG | 3,7 | 2,31 | 135,86 | 0,12 | 0,33 |
| | | TOPLAM | 43,89 | 27,4 | 1610,83 | 1,45 | 3,96 |
| | MANEVRA | ME | 10,02 | 8,71 | 511,78 | 0,86 | 1,26 |
| | | DG | 3,69 | 3,21 | 188,55 | 0,32 | 0,46 |
| | | TOPLAM | 13,71 | 11,92 | 700,33 | 1,18 | 1,72 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 30,69 | 27,96 | 1636,81 | 1,14 | 2,05 |
| | | TOPLAM | 30,69 | 27,96 | 1636,81 | 1,14 | 2,05 |
| KRUVAZİYER YOLCU | SEYİR | ME | 2,49 | 2,22 | 131,33 | 0,09 | 0,15 |
| | | DG | 0,52 | 0,46 | 27,44 | 0,02 | 0,03 |
| | | TOPLAM | 3,01 | 2,69 | 158,76 | 0,1 | 0,18 |
| | MANEVRA | ME | 0,69 | 0,74 | 43,99 | 0,06 | 0,1 |
| | | DG | 0,58 | 0,62 | 36,76 | 0,05 | 0,08 |
| | | TOPLAM | 1,28 | 1,36 | 80,74 | 0,1 | 0,18 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 0,97 | 0,91 | 53,51 | 0,04 | 0,07 |
| | | TOPLAM | 0,97 | 0,91 | 53,51 | 0,04 | 0,07 |
| KİMYASAL TANKER | SEYİR | ME | 21,79 | 14,71 | 868,95 | 0,74 | 1,79 |
| | | DG | 4,73 | 3,19 | 188,74 | 0,16 | 0,39 |
| | | TOPLAM | 26,52 | 17,9 | 1057,69 | 0,89 | 2,18 |
| | MANEVRA | ME | 4,17 | 3,82 | 224,04 | 0,33 | 0,5 |
| | | DG | 3,62 | 3,32 | 194,65 | 0,28 | 0,44 |
| | | TOPLAM | 7,79 | 7,14 | 418,69 | 0,61 | 0,94 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 29,87 | 27,4 | 1608,11 | 2,25 | 3,37 |
| | | TOPLAM | 29,87 | 27,4 | 1608,11 | 2,25 | 3,37 |

*ME:Gemi ana makinesi, **DG: Diesel jeneratör

Tablo 30. 2014 yılı Samsun Limanı egzoz emisyonu hesaplama sonuçları (ty⁻¹)

| | | | NOx | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM ₁₀ |
|------------------------|---------|--------|--------|-----------------|-----------------|------|------------------|
| GENERAL KARGO | SEYİR | *ME | 187,76 | 126,33 | 7522,04 | 6,26 | 14,84 |
| | | **DG | 16,77 | 11,28 | 671,66 | 0,56 | 1,32 |
| | | TOPLAM | 204,53 | 137,61 | 8193,71 | 6,82 | 16,16 |
| | MANEVRA | ME | 33,47 | 30,68 | 1813,04 | 2,61 | 4,03 |
| | | DG | 11,96 | 10,96 | 647,57 | 0,93 | 1,44 |
| | | TOPLAM | 45,43 | 41,64 | 2460,61 | 3,54 | 5,47 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 103,16 | 93,92 | 5550,51 | 3,85 | 6,93 |
| | | TOPLAM | 103,16 | 93,92 | 5550,51 | 3,85 | 6,93 |
| TANKER (LPG-PETROL) | SEYİR | ME | 34,03 | 26,9 | 1586,6 | 1,15 | 3,29 |
| | | DG | 4,01 | 3,17 | 186,92 | 0,14 | 0,39 |
| | | TOPLAM | 38,04 | 30,07 | 1773,52 | 1,29 | 3,68 |
| | MANEVRA | ME | 6,29 | 6,39 | 374,79 | 0,55 | 0,92 |
| | | DG | 2,96 | 3,01 | 176,62 | 0,26 | 0,43 |
| | | TOPLAM | 9,25 | 9,4 | 551,41 | 0,81 | 1,35 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 23,71 | 23,9 | 1409,16 | 2,09 | 3,22 |
| | | TOPLAM | 23,71 | 23,9 | 1409,16 | 2,09 | 3,22 |
| RO-RO KARGO | SEYİR | ME | 100,44 | 72,87 | 4299,71 | 3,41 | 7,68 |
| | | DG | 8,24 | 5,98 | 352,71 | 0,28 | 0,63 |
| | | TOPLAM | 108,67 | 78,84 | 4652,42 | 3,69 | 8,31 |
| | MANEVRA | ME | 23,64 | 22,53 | 1327,7 | 1,96 | 3,1 |
| | | DG | 7,76 | 7,39 | 435,65 | 0,64 | 1,02 |
| | | TOPLAM | 31,39 | 29,92 | 1763,36 | 2,6 | 4,12 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 12,09 | 11,18 | 656,21 | 0,45 | 0,82 |
| | | TOPLAM | 12,09 | 11,18 | 656,21 | 0,45 | 0,82 |
| KONTEYNER | SEYİR | ME | 90,21 | 56,32 | 3311,3 | 2,97 | 8,13 |
| | | DG | 5,61 | 3,5 | 205,93 | 0,18 | 0,51 |
| | | TOPLAM | 95,82 | 59,82 | 3517,23 | 3,16 | 8,64 |
| | MANEVRA | ME | 22,49 | 19,56 | 1148,93 | 1,94 | 2,82 |
| | | DG | 5,59 | 4,86 | 285,81 | 0,48 | 0,7 |
| | | TOPLAM | 28,08 | 24,42 | 1434,74 | 2,42 | 3,52 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 57,47 | 52,36 | 3064,88 | 2,13 | 3,83 |
| | | TOPLAM | 57,47 | 52,36 | 3064,88 | 2,13 | 3,83 |
| KRUVAZİYER YOLCU | SEYİR | ME | 4,01 | 3,58 | 211,54 | 0,14 | 0,25 |
| | | DG | 0,55 | 0,49 | 29 | 0,02 | 0,03 |
| | | TOPLAM | 4,56 | 4,07 | 240,55 | 0,16 | 0,28 |
| | MANEVRA | ME | 1,12 | 1,2 | 70,85 | 0,09 | 0,16 |
| | | DG | 0,61 | 0,66 | 38,86 | 0,05 | 0,09 |
| | | TOPLAM | 1,73 | 1,85 | 109,71 | 0,14 | 0,25 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 0,69 | 0,64 | 37,71 | 0,03 | 0,05 |
| | | TOPLAM | 0,69 | 0,64 | 37,71 | 0,03 | 0,05 |
| KİMYASAL TANKER | SEYİR | ME | 22,29 | 15,04 | 888,8 | 0,75 | 1,83 |
| | | DG | 4,18 | 2,82 | 166,65 | 0,14 | 0,34 |
| | | TOPLAM | 26,47 | 17,86 | 1055,45 | 0,89 | 2,18 |
| | MANEVRA | ME | 4,26 | 3,91 | 229,16 | 0,33 | 0,51 |
| | | DG | 3,2 | 2,93 | 171,87 | 0,25 | 0,38 |
| | | TOPLAM | 7,46 | 6,84 | 401,03 | 0,58 | 0,9 |
| | LİMAN | ME | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ |
| | | DG | 27,18 | 24,93 | 1462,96 | 2,04 | 3,06 |
| | | TOPLAM | 27,18 | 24,93 | 1462,96 | 2,04 | 3,06 |

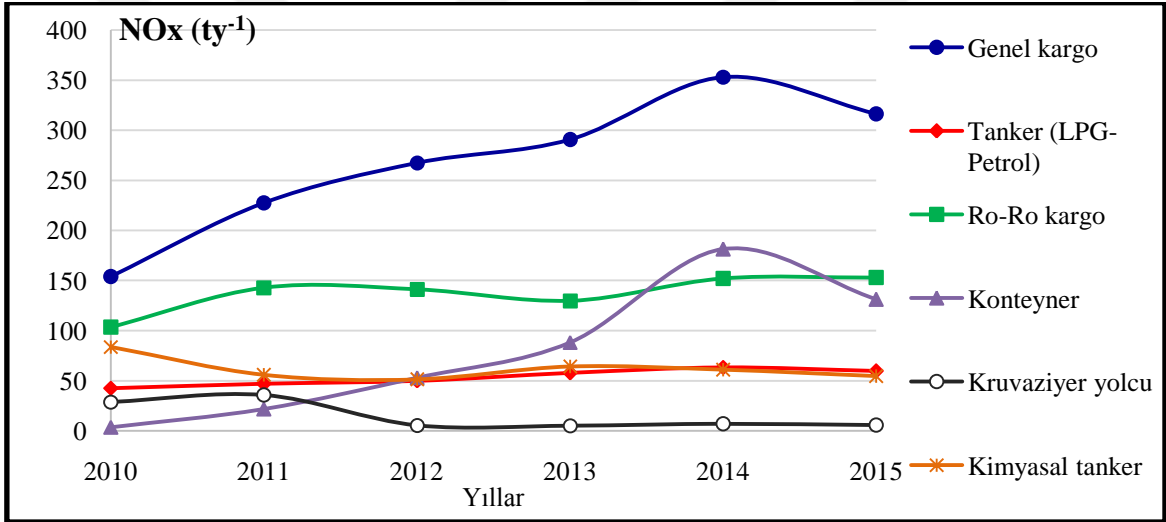
*ME:Gemi ana makinesi, **DG: Diesel jeneratör

Tablo 31. 2015 yılı Samsun Limanı egzoz emisyonu hesaplama sonuçları (ty⁻¹)

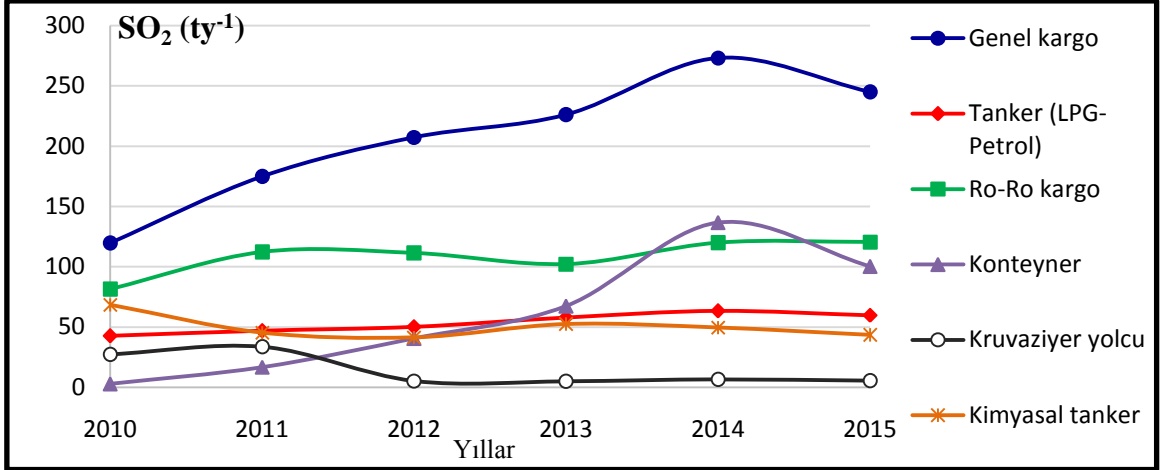
| | | | NOx | SO ₂ | CO ₂ | HC | PM ₁₀ |
|------------------------|---------|--------|--------|-----------------|-----------------|------|------------------|
| GENERAL KARGO | SEYİR | *ME | 167,3 | 112,5 | 6701 | 5,57 | 13,22 |
| | | **DG | 14,48 | 9,74 | 580,1 | 0,48 | 1,14 |
| | | TOPLAM | 181,78 | 122,3 | 7281 | 6,06 | 14,36 |
| | MANEVRA | ME | 29,82 | 27,33 | 1615,11 | 2,33 | 3,59 |
| | | DG | 10,32 | 9,46 | 559,26 | 0,81 | 1,24 |
| | | TOPLAM | 40,14 | 36,8 | 2174,37 | 3,13 | 4,84 |
| | LİMAN | ME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | DG | 94,33 | 85,88 | 5075,54 | 3,52 | 6,34 |
| | | TOPLAM | 94,33 | 85,88 | 5075,54 | 3,52 | 6,34 |
| TANKER (LPG-PETROL) | SEYİR | ME | 31,85 | 25,18 | 1484,82 | 1,08 | 3,08 |
| | | DG | 3,46 | 2,74 | 161,31 | 0,12 | 0,33 |
| | | TOPLAM | 35,31 | 27,91 | 1646,13 | 1,19 | 3,41 |
| | MANEVRA | ME | 5,88 | 5,98 | 350,75 | 0,52 | 0,86 |
| | | DG | 2,56 | 2,6 | 152,41 | 0,23 | 0,37 |
| | | TOPLAM | 8,44 | 8,58 | 503,16 | 0,74 | 1,23 |
| | LİMAN | ME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | DG | 23,02 | 23,2 | 1368,05 | 2,03 | 3,13 |
| | | TOPLAM | 23,02 | 23,2 | 1368,05 | 2,03 | 3,13 |
| RO-RO KARGO | SEYİR | ME | 101,46 | 73,6 | 4343,35 | 3,45 | 7,76 |
| | | DG | 8,12 | 5,89 | 347,46 | 0,28 | 0,62 |
| | | TOPLAM | 109,57 | 79,49 | 4690,81 | 3,72 | 8,38 |
| | MANEVRA | ME | 23,88 | 22,76 | 1341,18 | 1,98 | 3,13 |
| | | DG | 7,64 | 7,28 | 429,16 | 0,63 | 1 |
| | | TOPLAM | 31,52 | 30,04 | 1770,34 | 2,61 | 4,14 |
| | LİMAN | ME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | DG | 11,91 | 11,01 | 646,43 | 0,45 | 0,81 |
| | | TOPLAM | 11,91 | 11,01 | 646,43 | 0,45 | 0,81 |
| KONTEYNER | SEYİR | ME | 59,6 | 37,21 | 2187,72 | 1,96 | 5,37 |
| | | DG | 5,27 | 3,29 | 193,47 | 0,17 | 0,48 |
| | | TOPLAM | 64,87 | 40,5 | 2381,19 | 2,14 | 5,85 |
| | MANEVRA | ME | 14,86 | 12,92 | 759,08 | 1,28 | 1,86 |
| | | DG | 5,26 | 4,57 | 268,52 | 0,45 | 0,66 |
| | | TOPLAM | 20,11 | 17,49 | 1027,6 | 1,73 | 2,52 |
| | LİMAN | ME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | DG | 46,28 | 42,16 | 2468,1 | 1,71 | 3,09 |
| | | TOPLAM | 46,28 | 42,16 | 2468,1 | 1,71 | 3,09 |
| KRUVAZİYER YOLCU | SEYİR | ME | 2,79 | 2,5 | 147,46 | 0,1 | 0,17 |
| | | DG | 0,54 | 0,48 | 28,51 | 0,02 | 0,03 |
| | | TOPLAM | 3,33 | 2,98 | 175,97 | 0,12 | 0,2 |
| | MANEVRA | ME | 0,78 | 0,83 | 49,39 | 0,06 | 0,11 |
| | | DG | 0,6 | 0,64 | 38,2 | 0,05 | 0,09 |
| | | TOPLAM | 1,38 | 1,48 | 87,59 | 0,11 | 0,2 |
| | LİMAN | ME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | DG | 1,01 | 0,94 | 55,61 | 0,04 | 0,07 |
| | | TOPLAM | 1,01 | 0,94 | 55,61 | 0,04 | 0,07 |
| KİMYASAL TANKER | SEYİR | ME | 24,9 | 16,8 | 992,87 | 0,84 | 2,05 |
| | | DG | 2,89 | 1,95 | 115,07 | 0,1 | 0,24 |
| | | TOPLAM | 27,78 | 18,75 | 1107,95 | 0,94 | 2,28 |
| | MANEVRA | ME | 4,76 | 4,37 | 255,99 | 0,37 | 0,57 |
| | | DG | 2,21 | 2,02 | 118,68 | 0,17 | 0,27 |
| | | TOPLAM | 6,97 | 6,39 | 374,67 | 0,54 | 0,84 |
| | LİMAN | ME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | DG | 19,87 | 18,23 | 1069,6 | 1,49 | 2,24 |
| | | TOPLAM | 19,87 | 18,23 | 1069,6 | 1,49 | 2,24 |

*ME:Gemi ana makinesi, **DG: Diesel jeneratör

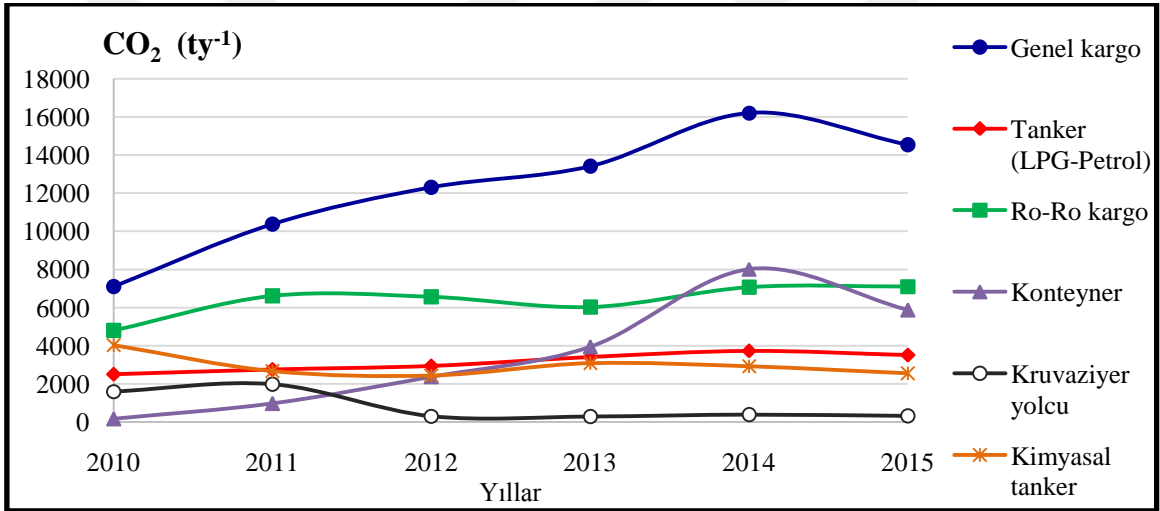
Egzoz emisyonu değerlerinin gemi cinsilerine göre yıllar bazında değişimi Şekil 12 ile Şekil 16 arasında verilmiştir. Tablo 26-31'deki sayısal değerlerden ve Şekil 12-16'daki grafiksel değerlerden görüleceği gibi kirletici emisyon değerlerinin yıllara göre değişimi benzer özellik göstermektedir. Özellikle kargo gemisi egzoz emisyonlarının en yüksek emisyon değerlerini aldığı ve yolcu gemisi emisyonlarının da en düşük değeri aldığı görülmektedir. Kargo gemisi kaynaklı NO_x emisyonlarının 150-350 ton/yıl arasında, SO_2 emisyonlarının 120-270 ton/yıl arasında, CO_2 emisyonlarının 7.000- 16.200 ton/yıl arasında, HC emisyonlarının 6-14 ton/yıl arasında, PM emisyonlarının 12-28 ton/yıl arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kargo gemisi emisyonlarının yüksek olması Samsun Limanı'na gelen kargo gemisi sayısının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



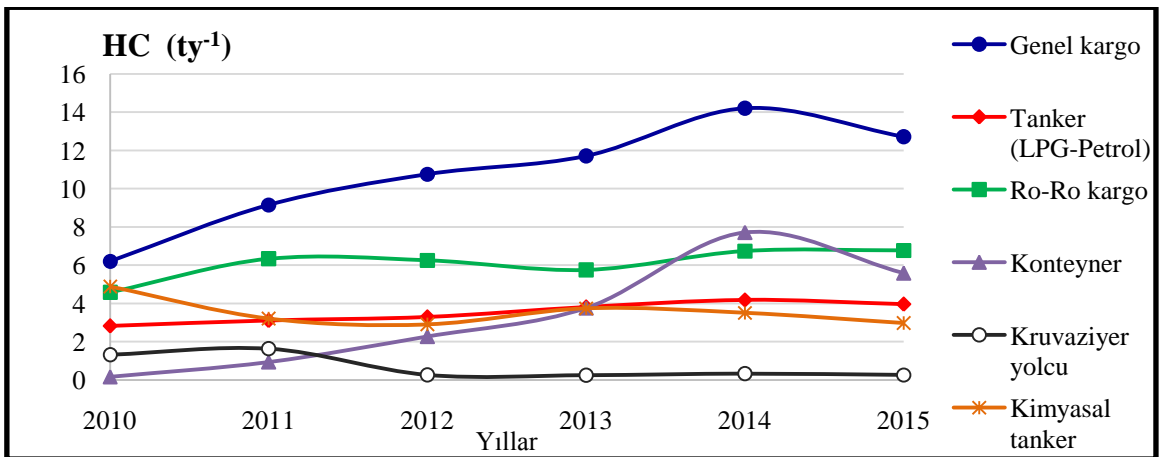
Şekil 12. 2010-2015 yılları arası NO_x emisyonlarının değişimi



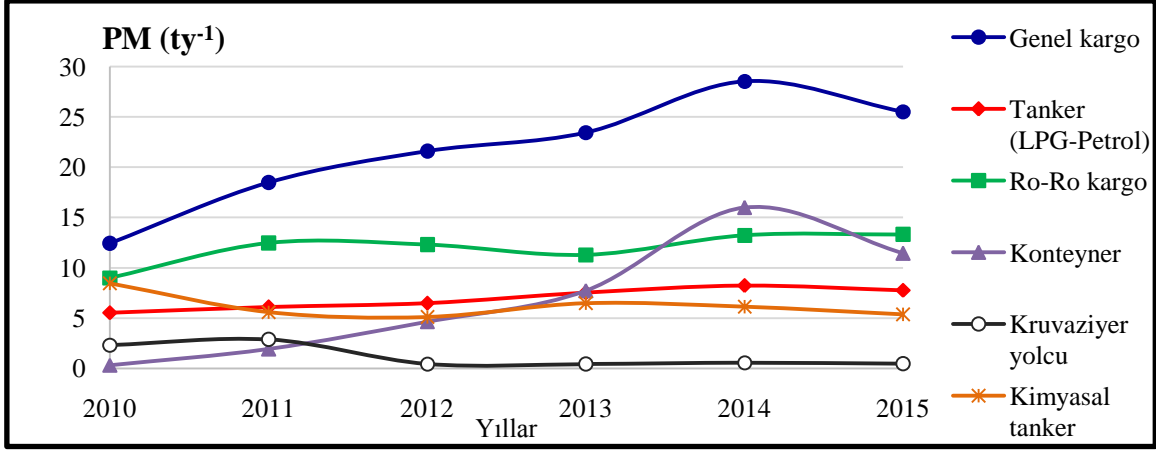
Şekil 13. 2010-2015 yılları arası SO₂ emisyonlarının değişimi



Şekil 14. 2010-2015 yılları arası CO₂ emisyonlarının değişimi



Şekil 15. 2010-2015 yılları arası HC emisyonlarının değişimi



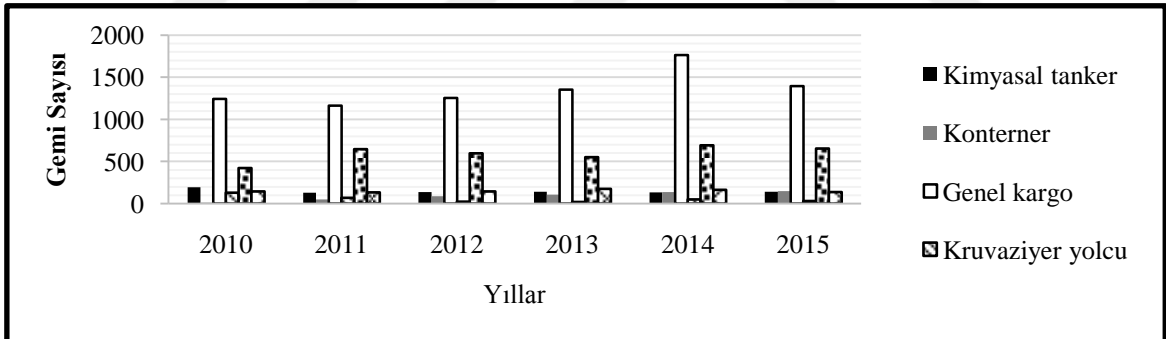
Şekil 16. 2010-2015 yılları arası PM emisyonlarının değişimi

Şekil 12-16'da Ro-Ro kargo, kimyasal tanker ve tanker (LPG-Petrol) egzoz emisyon değerlerinin 2010'dan 2015'e kadar belirgin bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Özellikle tanker ve kimyasal tanker gemi emisyon değerlerinin yıllar bazında çok fazla değişim göstermemesi, bu tip gemilerin aynı şirkete ait benzer tip ve gros tonajda gemiler ile 4-5 yıllık paket sözleşmeler sonucunda Samsun limanına yükleme-boşaltma yapmasından kaynaklanmaktadır. Ro-Ro kargo gemilerinde ise Samsun limanı ile Rusya'nın Rostov-On-Don ve Novorossiysk limanlarına karşılıklı anlaşmaları olduğundan yıllar bazında gelen gemi sayılarında çok ciddi değişimler olmamaktadır. Bu durum oluşan emisyonlar ile paralellik göstermektedir. Ancak genel kargo ve konteyner gemi emisyonlarının 2010'dan 2015 sonuna kadar genel bir artış eğilimi gösterdiği ve 2013-2014 yılları arasında pik seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bu durum şekil 17-18'de ki genel kargo gemi sayısı değişiminde ve konteyner GRT değişiminde de benzer eğilim sergilemektedir. 2013 yılında başlayan Arkas ve MSC gibi konteyner taşımacılık firmalarının Samsunport limanına yük elleçleme ile ilgili ciddi yatırımlarının olması sonucunda gelen gemi büyüklükleri ve yük miktarlarında ciddi artışlar oluşmuştur. Bunun yanı sıra 2013 yılı ortalarında, TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi) Rusya'nın Novorossiysk, Rostov-On-Don, Yeisk, Azov ve Ukrayna'nın Kerch limanlarından Samsun limanına buğday ithalatında artış yapmıştır. Ayrıca Rusya ve Ukrayna'da bulunan bu limanlardan bir denizcilik firması 2013 yılı itibarı ile kömür ithalatını hızlandırmıştır. Bunların yanında 2013'de başlayan Samsun limanı altyapı çalışmaları ile liman içi derinliği değerleri artırılarak daha büyük gemilerin limana giriş çıkışı sağlandı. Tüm bu etkenler sonucunda Samsun limanına gelen genel kargo gemisinde 2013-2014 yılları arasında ciddi artışlar

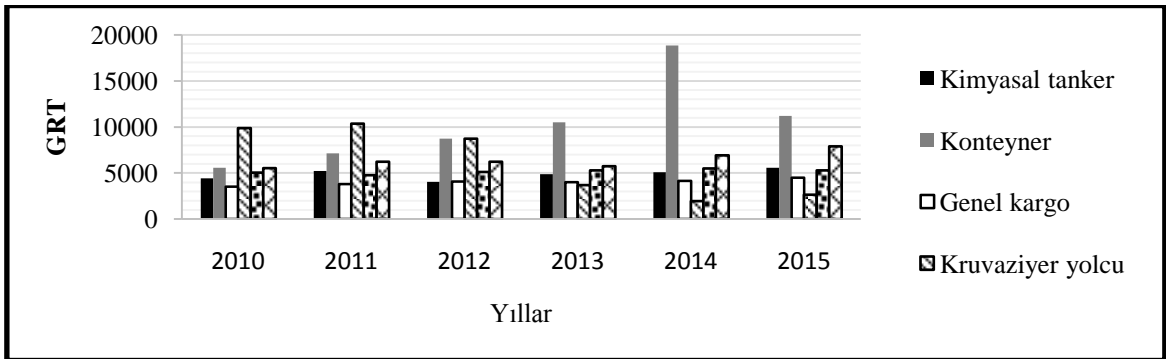
olmuştur ve bu artış gemi kaynaklı egzoz emisyonlarında artmasına neden olmuştur. 2014 yılından sonra ise Şekil 12-16'da görüldüğü gibi genel kargo ve konteyner gemi egzoz emisyon değerlerinde genel olarak bir düşüş görülmektedir. Bunun nedeni ise 2014'de başlayan küresel krizdir. Denizcilik sektöründe krizlerden en çok yük bulma sorunu nedeniyle genel kargo ve konteyner gemileri etkilenmektedir.

Gemi emisyonlarının oluşumunda ikinci faktör gemilerin gros tonaj değerleridir. 2010-2015 yılları arasında Samsun Limanı'na gelen gemilerin türlerine göre sayısal değişimleri ve GRT değerleri Şekil 17 ve 18'de verilmiştir. Samsun Limanı'na yıllık ortalama 1.350 adet kargo gemisi gelmektedir. Samsun Limanı geniş bir ulaşım alanına sahiptir ve kargo taşımacılığında Karadeniz'in en büyük limanı konumundadır.

Şekil 18'de görüldüğü gibi konteyner gemilerinin GRT değerleri en yüksek seviyelerdir ancak egzoz emisyon değerleri buna paralellik göstermemektedir. Bunun nedeni ise limana gelen konteyner gemi sayısının oldukça az fakat ortalama GRT büyük konteyner gemilerinin limana yanaşmasıdır. Limana gelen genel kargo gemi sayısı, konteyner gemi sayısının yaklaşık 7 katıdır.



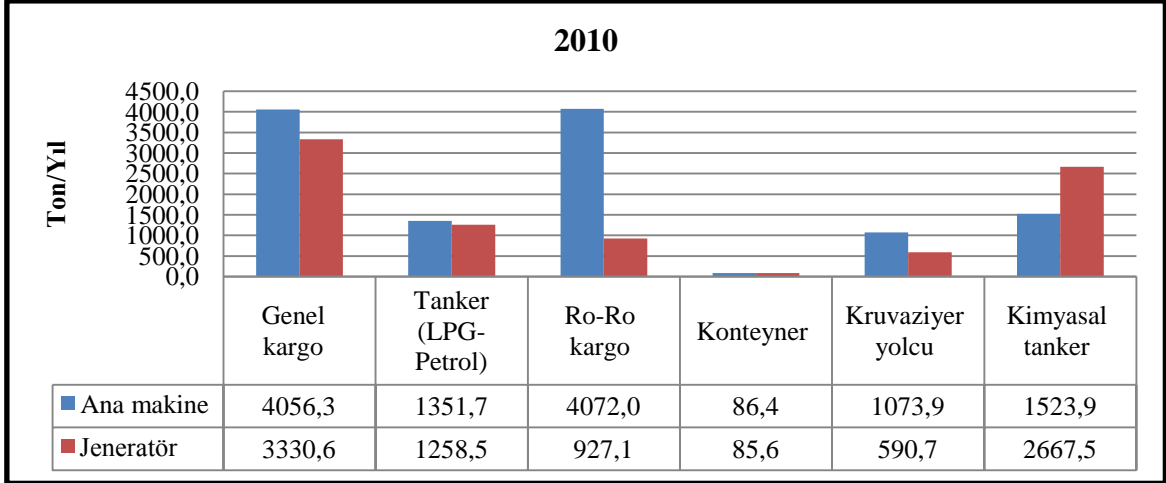
Şekil 17. Samsun Limanına gelen gemi sayıları



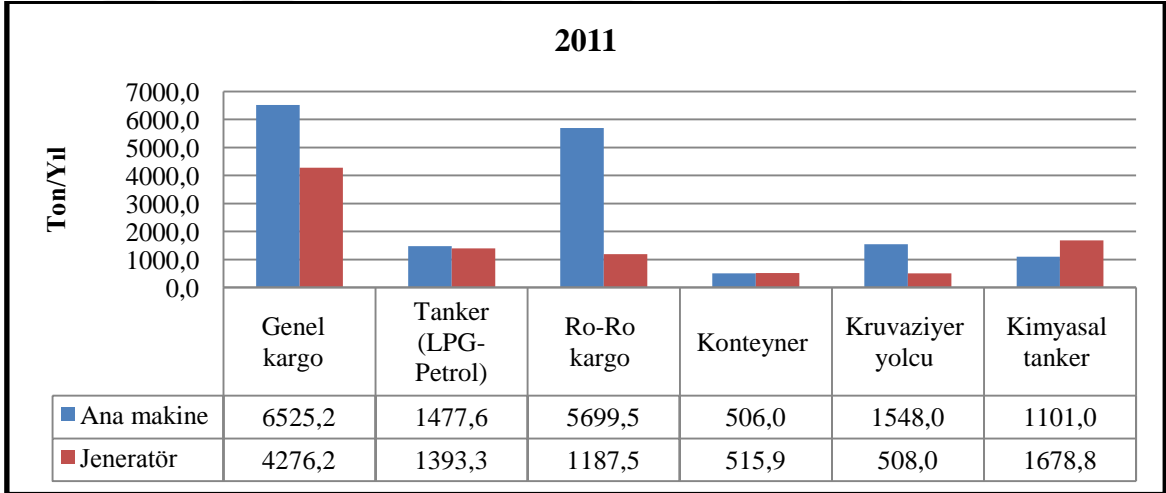
Şekil 18. Samsun Limanına gelen gemilerin GRT değerleri

Şekil 19-24 arasında Samsun Limanı'na gelen gemilerin oluşturduğu egzoz emisyon değerlerinin gemi türlerine göre ana makine ve jeneratör farklılığı verilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde ana makine egzoz emisyonları jeneratör emisyonlarından daha yüksektir. En yüksek ana makine egzoz emisyon değerleri genel kargo gemisinde gözlemlenirken, toplam emisyon içindeki oran açısından en yüksek ana makine egzoz emisyon oranı Ro-Ro kargo gemisinde gözlemlenmiştir. Toplam emisyonların Ro-Ro kargo gemisinde 2010 ile 2015 yılları arasında minimum %80'i maksimum %83'ü ana makineden kaynaklanmaktadır. Devamında toplam egzoz emisyonlarındaki ana makine emisyon oranı kruvaziyer yolcu gemisinde %60 ile %75 arasında, genel kargo gemisinde %55 ile %60 arasındadır. Buna karşın Tanker ve Konteyner gemilerinden kaynaklı ana makine ve jeneratör egzoz emisyon değerleri yaklaşık aynıdır. Ancak kimyasal tanker emisyonları için durum tam tersidir ve jeneratör egzoz emisyonları ana makine egzoz emisyonlarından yüksektir (jeneratör egzoz emisyonları toplam emisyonların yaklaşık %60 ile %64 arasındadır). Kimyasal tanker ve tanker gemilerinin şamandıraya bağlı bir şekilde yükleme-boşaltma yapması nedeniyle geminin kargo pompasını çalıştırmak için en az 2 adet jeneratör çalıştırması gerekmektedir. Konteyner gemilerinde ise jeneratör güçlerinin ve sayılarının fazla olması emisyon miktarını ana makine emisyon miktarına yaklaştırmaktadır.

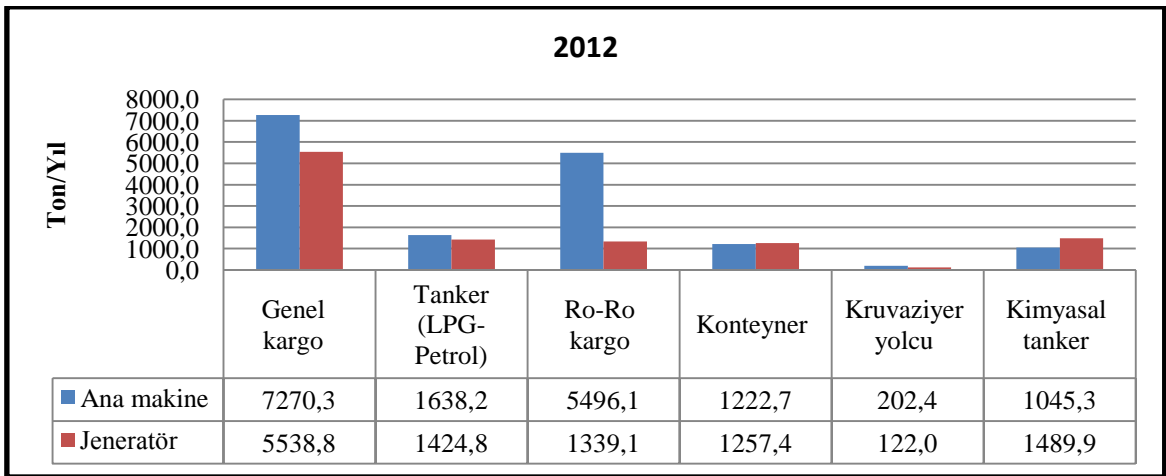
Genel kargo ile Ro-Ro ana makine egzoz emisyonlarının jeneratör egzoz emisyonlarına oranla daha yüksek olması çalışmada seçilen seyir mesafesine bağlıdır. Emisyon hesaplamasında seyir sırasında gemilerin yük faktörleri ana makine yükü için %80, jeneratörler yükü için %75 alınmıştır (Entec, 2005). Seyir mesafesi hesaplamalarımızda gidiş geliş için 118,52 km olarak seçilmiştir. Bu değerler Samsun limanının gemilerin limana yanaşması için uygun deniz sahası derinlikleri tespit edilerek belirlenmektedir. Bu çalışma kapsamında Samsun Limanı'nda kılavuz kaptanların gemiyi aldıkları mesafeye göre kıyı bölgesi seyir mesafesinin uzun olması gerekmektedir. Seyir esnasında gemilerin ana makine ve jeneratörlerinin yük oranları çok farklı olmamasına karşın oluşturdukları egzoz emisyon değerlerine bakıldığında çok ciddi farklılıklar görülmektedir. Bunun temel nedeni gemilerin ana makine gücünün, jeneratör gücüne kıyasla çok yüksek değerlerde olmasıdır.



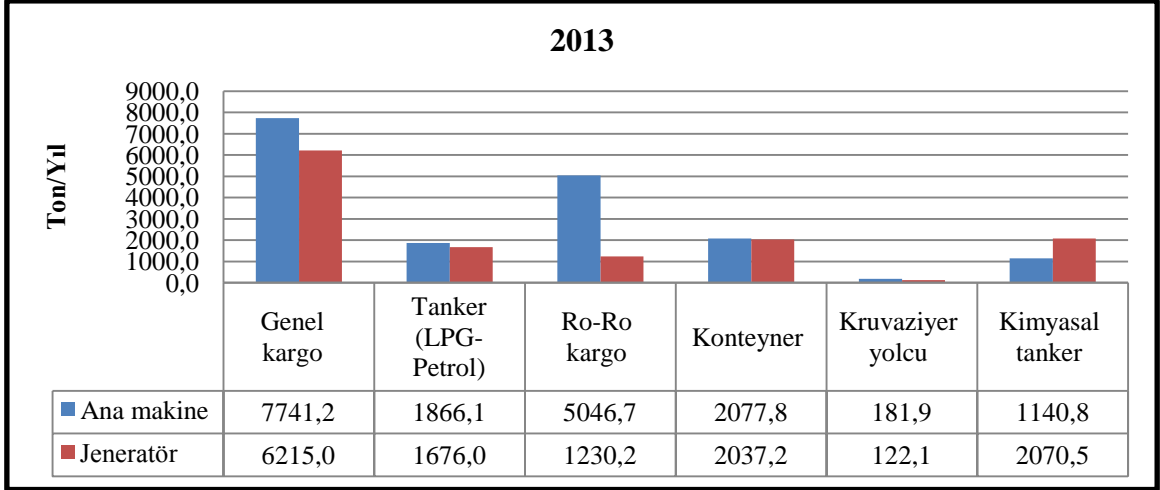
Şekil 19. 2010 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları



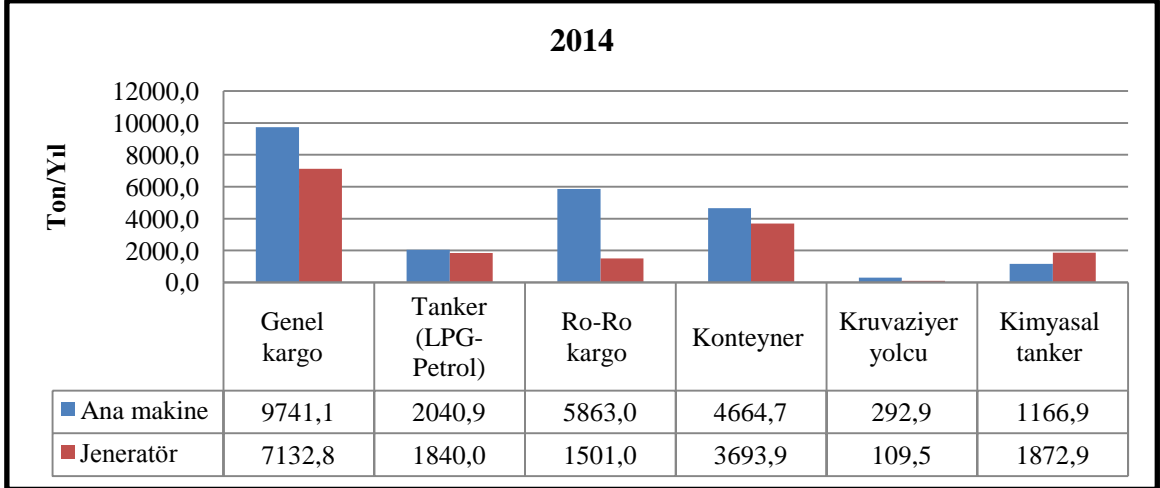
Şekil 20.2011 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları



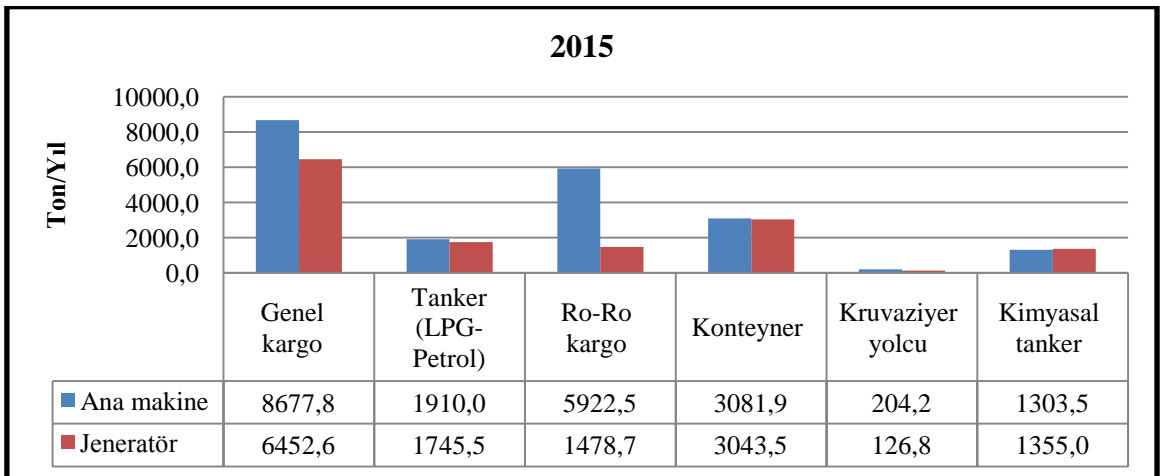
Şekil 21. 2012 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları



Şekil 22.2013 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları

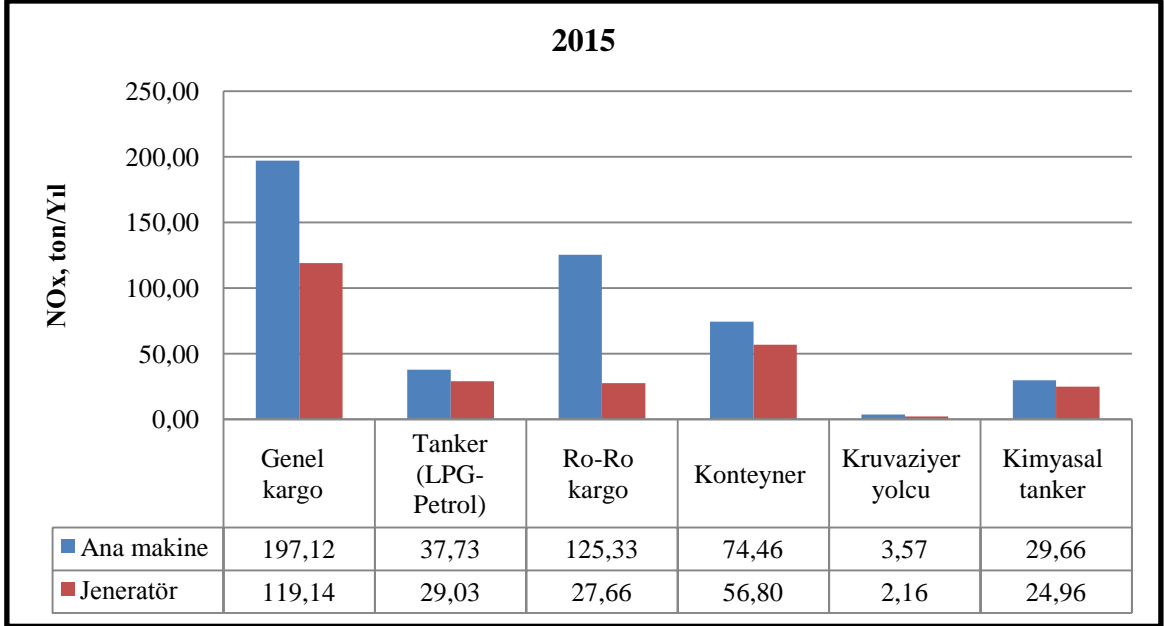


Şekil 23.2014 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları

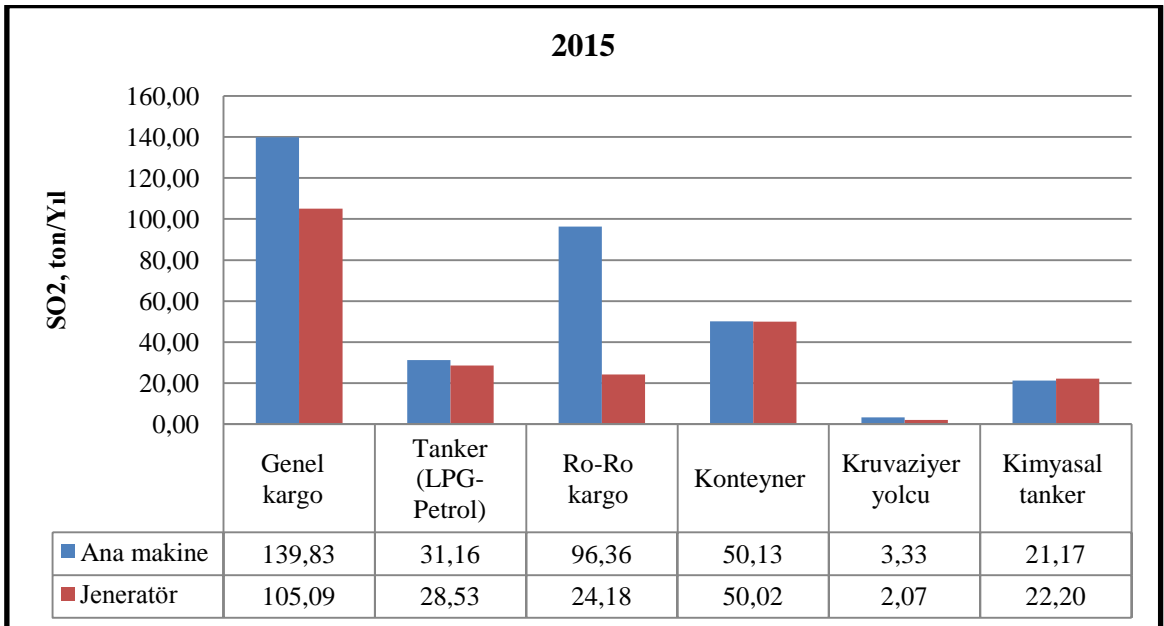


Şekil 24. 2015 yılı ana makine ve jeneratör egzoz emisyonları

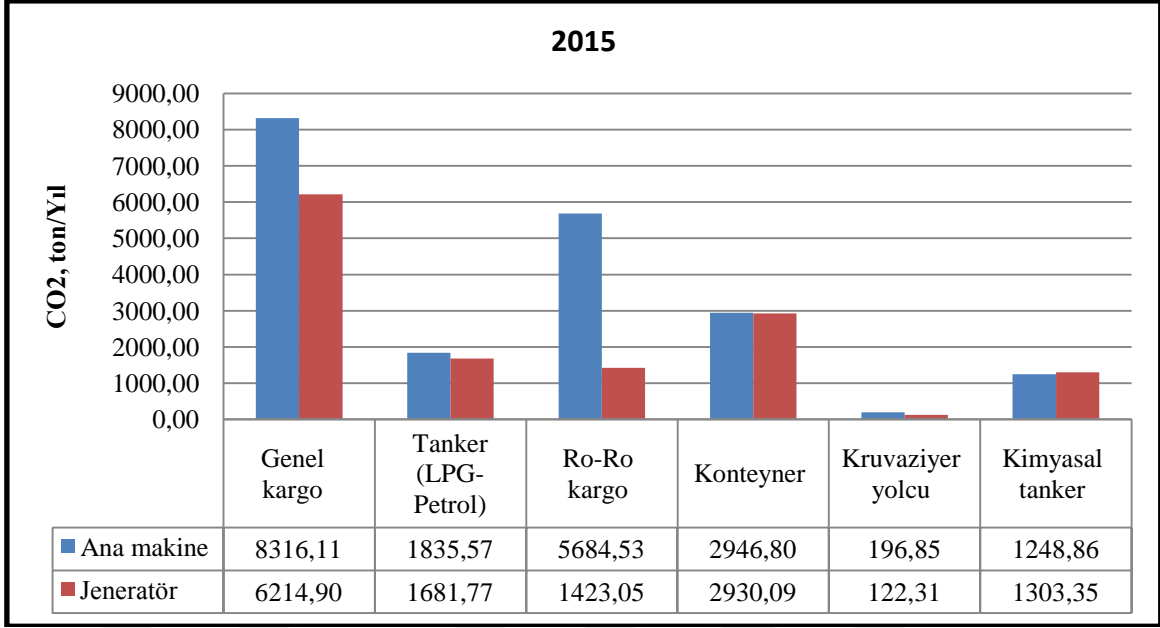
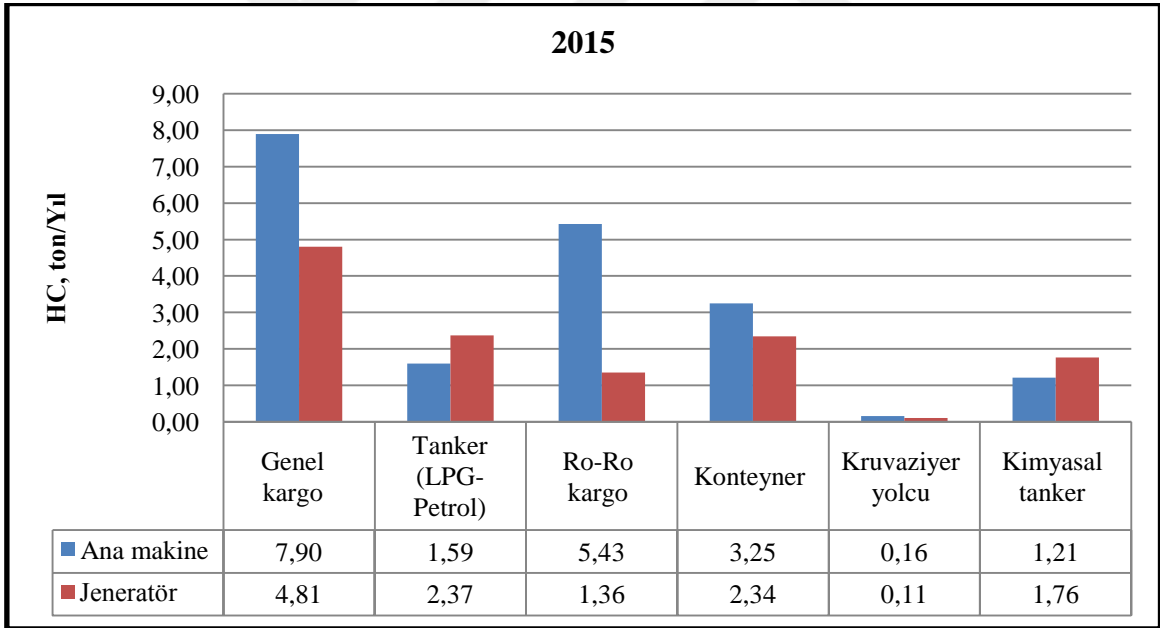
Tüm kirleticiler için ayrı ayrı 2015 yılı ana makine ve jeneratör emisyon değerleri Şekil 25-29'da verilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü gibi ana makine ve jeneratör egzoz emisyon oranları kirleticilerin değişimiyle farklılık göstermemektedir.



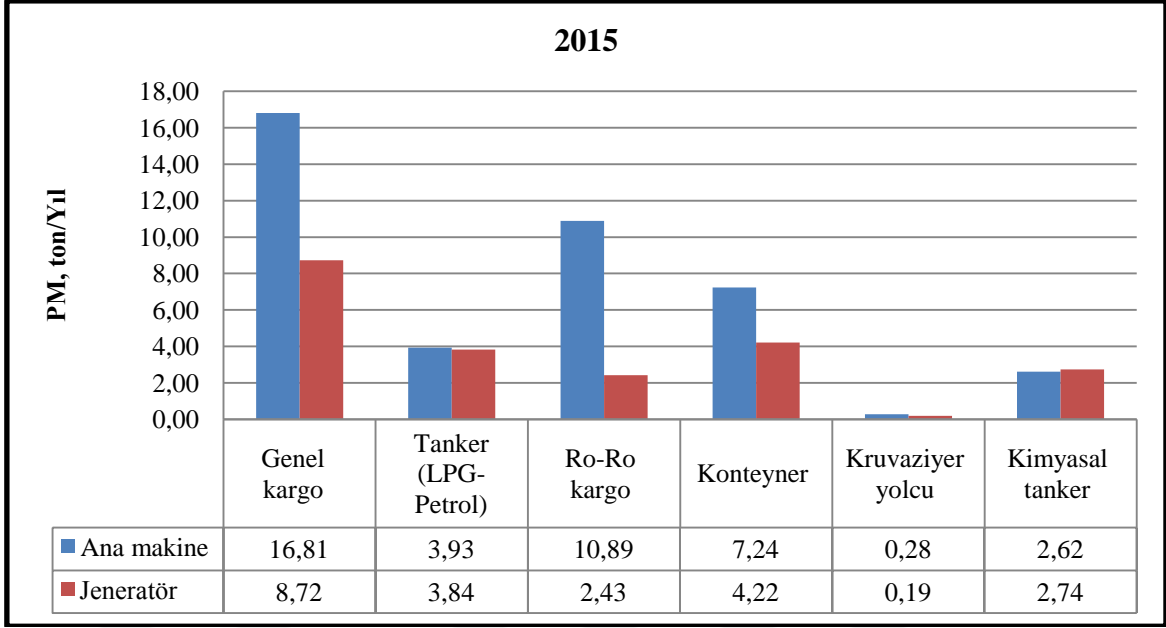
Şekil 25. 2015 yılı ana makine ve jeneratör NO_x emisyonu



Şekil 26. 2015 yılı ana makine ve jeneratör SO₂ emisyonu

Şekil 27. 2015 yılı ana makine ve jeneratör CO₂ emisyonu

Şekil 28. 2015 yılı ana makine ve jeneratör HC emisyonu



Şekil 29. 2015 yılı ana makine ve jeneratör PM emisyonu

Samsun Limanı'na gelen gemilerden kaynaklı 2015 yılı egzoz emisyon miktarları ile diğer limanlara ait gemi emisyon miktarları Tablo 32'de karşılaştırılmıştır. Samsun limanı dünyanın en işlek limanlarından olan Shanghai ve Kaliforniya limanlarının dışında diğer benzer limanlarla kıyaslandığında, Samsun limanına gelen gemilerden yayılan NOx emisyonu Copenhagen Limanı ile benzerlik gösterdiği fakat Piraeus limanından daha az değerde olduğu görülmektedir. SO₂ emisyon miktarına bakıldığında ise Oakland ve Busan limanlarından sonra Kaohiung limanı ile beraber en yüksek 3. egzoz emisyon değerlerine sahiptir. Samsun limanı PM miktarına göre kıyaslandığında ise Copenhagen limanından sonra en düşük değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 32. Samsun limanı 2015 gemi egzoz emisyon değerleri ile diğer limanlara ait gemi emisyonlarının karşılaştırılması (ty^{-1})

| Limn | Gemi sayısı | NO _x | SO ₂ | HC | PM | Kaynak |
|---------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-------|-------|---------------------------|
| Aberdeen (İskoçya) | ----- | 376 | 52 | ---- | ----- | Marr vd. (2007) |
| Copenhagen (Danimarka) | ----- | 743 | 162 | ----- | 13 | Saxe ve Larsen (2004) |
| Oakland (ABD) | 1.916 | 2.484 | 1.413 | ----- | 219.5 | Environ (2012) |
| JN-New Bombay (Hindistan) | 2.900 | 397 | 56 | ----- | 221 | Joseph vd. (2009) |
| Shanghai (Çin) | 24.901 | 58,160 | 51,180 | 4,558 | 6,960 | Yang vd. (2007) |
| Kaliforniya (ABD) | 25.875 | 79.862 | 48.216 | 2.591 | 6.789 | CalEPA (2006) |
| Piraeus (Yunanistan) | ---- | 1.790 | 722 | ----- | 99 | Tzannatos (2010) |
| Kaohsiung (Tayvan) | ----- | 500 | 588 | 69 | 122 | Berechman ve Tseng (2012) |
| Busan (Güney Kore) | ----- | 8.704 | 8.232 | ----- | 675 | Song ve Shon (2014) |
| Samsun (Türkiye) | 2.500 | 727 | 574 | 32 | 63 | Bu çalışma |

Samsun Limanı'na gelen gemilerden kaynaklı 2015 yılı egzoz emisyon miktarları ile diğer Türk limanlara ait gemi emisyon miktarları Tablo 33'de karşılaştırılmıştır. Samsun limanı ile Çandarlı Limanları emisyon değerleri Tablo 33'de görüldüğü gibi benzer değerler sergilemektedir. İzmir limanı ve Samsun Limanı gelen gemi sayıları benzerlik göstermesine rağmen oluşan egzoz emisyon değerleri İzmir limanı için Samsun limanının yaklaşık 3 katı değerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun temel nedenlerinden biri İzmir limanının konteyner gemisi taşımacılık türünde daha popüler olduğu ve gelen gemilerin gerek tonaj değerleri gerekse ana makine ve jeneratör güç değerlerinin Samsun limanına nazaran daha yüksek olmasıdır.

Tablo 33. Samsun limanı 2015 gemi egzoz emisyon değerleri ile diğer Türk limanlarına ait gemi emisyonlarının karşılaştırması (ty^{-1})

| Liman | Gemi Sayısı | NO_x | SO₂ | CO₂ | HC | PM | Kaynak |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| Ambarlı Limanı | 5.432 | 845 | 242 | 78.590 | ---- | 36 | Deniz ve Kılıç (2009) |
| İzmir Limanı | 2.806 | 1.923 | 1.405 | 82.753 | 136 | 165 | Saraçoğlu vd. (2013) |
| İzmit Limanları | 11.645 | 5.356 | 4.305 | 254.261 | 232 | 487 | Kılıç ve Deniz (2009) |
| Çandarlı Limanları | 7.520 | 632 | 574 | 33.848 | 32 | 57 | Deniz vd. (2010) |
| Samsun Limanı | 2.500 | 727 | 574 | 33.904 | 32 | 63 | Bu çalışma |

4.SONUÇLAR

Sunulan tez çalışması kapsamında Samsun limanında 6 farklı gemi türü için 3 farklı gemi işletme modu olan seyir, manevra ve liman için ve her işletme modundaki ana makine ve jeneratörün farklı yük faktörlerindeki egzoz emisyon değerleri için gemi emisyonlarından kaynaklı kirleticilerden NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM₁₀ 2010 yılı başından 2015 yılı sonuna kadar her yıl için hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulardan çıkarılan sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Yapılan hesaplamalar sonucunda Samsun limanındaki gemilerden kaynaklanan emisyonların yıllık değişimleri NO_x için 42-825 ton/yıl arasında, SO₂ için 349-649 ton/yıl arasında, CO₂ için 20.202-38.335 ton/yıl arasında, HC için 20-36 ton/yıl arasında, PM₁₀ için 38-72 ton/yıl arasında bulunmuştur. Emisyon değerlerine bakıldığında en düşük seviyeler 2010 yılında, en yüksek seviyeler 2014 yılında tespit edilmiştir.

- Yapılan hesaplamalar sonucunda, Samsun limanına gelen gemilerin oluşturduğu kirletici emisyon değerlerinin yıllara göre değişimi benzer özellik göstermektedir. Özellikle kargo gemisi emisyonlarının en yüksek emisyon değerlerini aldığı ve yolcu gemisi emisyonlarının da en düşük değeri aldığı görülmektedir. Kargo gemisi kaynaklı NO_x emisyonlarının 150-350 ton/yıl arasında, SO₂ emisyonlarının 120-270 ton/yıl arasında, CO₂ emisyonlarının 7.000- 16.200 ton/yıl arasında, HC emisyonlarının 6-14 ton/yıl arasında, PM emisyonlarının 12-28 ton/yıl arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kargo gemisi emisyonlarının yüksek olması Samsun Limanı'na gelen kargo gemisi sayısının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

- Ro-Ro kargo, kimyasal tanker ve tanker (LPG-Petrol) egzoz emisyon değerlerinin 2010'dan 2015'e kadar belirgin bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Özellikle tanker ve kimyasal tanker gemi egzoz emisyon değerlerinin yıllar bazında çok fazla değişim göstermemesi, bu tip gemilerin aynı şirkete ait benzer tip ve gros tonajda gemiler ile 4-5 yıllık paket sözleşmeler sonucunda Samsun limanına yükleme-boşaltma yapmasından kaynaklanmaktadır.

- Ro-Ro kargo gemilerinde, Samsun limanı ile Rusya'nın Rostov-On-Don ve Novorossiysk limanlarına karşılıklı anlaşmaları olduğundan yıllar bazında gelen gemi sayılarında çok ciddi değişimler olmamaktadır. Bu durum oluşan emisyonlar ile paralellik göstermektedir.

- Genel kargo ve konteyner gemi emisyonlarının 2010'dan 2015 sonuna kadar genel bir artış eğilimi gösterdiği ve 2013-2014 yılları arasında en yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bunun temel nedeni ise 2013 yılında başlayan bazı konteyner taşımacılık firmalarının Samsunport limanına yük elleçleme ile ilgili ciddi yatırımlarının olması sonucunda gelen gemi büyüklükleri ve yük miktarlarında ciddi artışlar oluşmuştur. Bunun yanı sıra 2013 yılı ortalarında, TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi) Rusya'nın Novorossiysk, Rostov-On-Don, Yeisk, Azov ve Ukrayna'nın Kerch limanlarından Samsun limanına buğday ithalatında artış yapmıştır. Ayrıca Rusya ve Ukrayna'da bulunan bu limanlardan bir denizcilik firması 2013 yılı itibarı ile kömür ithalatını hızlandırmıştır. Bunların yanında 2013'de başlayan Samsun limanı altyapı çalışmaları ile liman içi derinlik değerleri artırılarak daha büyük gemilerin limana giriş çıkışı sağlanmıştır. Tüm bu etkenler sonucunda Samsun limanına gelen genel kargo gemisinde 2013-2014 yılları arasında ciddi artışlar olmuştur ve bu artış gemi kaynaklı emisyonlarında artmasına olanak sağlamıştır.

- Samsun limanına gelen gemilerin yapılan hesaplamalar ile ana makine emisyonlarının jeneratör emisyonlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek ana makine emisyon değerleri genel kargo gemisinde gözlemlenirken, toplam emisyon içindeki oran açısından en yüksek ana makine emisyon oranı Ro-Ro kargo gemisinde gözlemlenmiştir. Toplam emisyonların Ro-Ro kargo gemisinde 2010 ile 2015 yılları arasında minimum %80 maksimum %83'ü ana makineden kaynaklanmaktadır. Devamında toplam emisyonlardaki ana makine emisyon oranı kruvaziyer yolcu gemisinde %60 ile %75 arasında, genel kargo gemisinde %55 ile %60 arasındadır. Buna karşın Tanker ve Konteyner gemilerinden kaynaklı ana makine ve jeneratör emisyon değerleri yaklaşık aynıdır.

- Samsun Limanı'na gelen gemilerden kaynaklı 2015 emisyon miktarları ile diğer limanlara ait gemi emisyon miktarları karşılaştırıldığında, Samsun limanı dünyanın en işlek limanlarından olan Şanghay ve Kaliforniya limanlarının dışında diğer benzer limanlarla, gemi kaynaklı NOx emisyonu bakımından Copenhagen Limanı ile benzerlik gösterdiği fakat Piraeus limanından daha az değerde olduğu görülmektedir. SO₂ emisyon

miktarına bakıldığında ise Oakland ve Busan limanlarından sonra Kaohiung limanı ile beraber en yüksek 3. egzoz emisyon değerlerine sahiptir. Samsun limanı PM miktarına göre kıyaslandığında ise Copenhagen limanından sonra en düşük değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

- Samsun Limanı'na gelen gemilerden kaynaklı 2015 emisyon miktarları ile diğer Türk limanlara ait gemi egzoz emisyon miktarları karşılaştırıldığında ise Samsun limanı ile Çandarlı Limanları emisyon değerleri benzer değerler sergilemektedir. İzmir limanı ve Samsun Limanı gelen gemi sayıları benzerlik göstermesine rağmen oluşan egzoz emisyon değerleri İzmir limanı için Samsun limanının yaklaşık 3 katı değerinde olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin ise İzmir limanının konteyner taşımacılığında popüler olması ve gelen konteyner gemilerinin büyük gros tonajlı gemiler olması nedeni ile oluşan emisyon değerlerininse yüksek olduğu görülmektedir.

5.ÖNERİLER

Son yıllarda artan gemi egzoz emisyon çalışmalarına bakıldığında, elde edilen sonuçlar gemi kaynaklı hava kirleticilerinin insan ve çevreye zararlı etkileri olduğu belirtilmektedir. Özellikle oluşan gemi emisyonlarının katkısı ile atmosferdeki hava kirleticilerinin sınır değerleri geçmesi ile birlikte prematüre ölüm, çocuklarda solunum yolu hastalıkları, yetişkinlerde kalp yetmezliği ve kanser vakalarında ciddi artış olduğu yapılan çalışmalar ile tespit edilmektedir. Oluşan bu hastalıklar neticesinde, hastanede bakım gören kişi sayısında artış olmakta ve buna paralel olarak iş gücü kaybı oluşmaktadır. Dünya genelinde yapılan çalışmalarda atmosferde bulunan CO₂ emisyonlarının %2-3, SO_x emisyonlarının %5-10, NO_x emisyonlarının %17-31'i gemi egzoz emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Gemi egzoz emisyonlarının insan sağlığına etkileri ve neden olduğu maliyet zararlarına bakıldığında, gemi emisyonlarının azaltılması için birtakım tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Türkiye'de liman şehirlerinde hava kalitesi tespit ve kaynakların belirlenmesi çalışmaları yapılırken genelde gemi kaynaklı emisyonların ihmal edildiği görülmektedir. Hâlbuki dünyada yapılan çalışmalarda limanların bulunduğu şehirlerde önemli bir kaynak olduğu belirtilmektedir. Limanlardaki gemilerden oluşan egzoz emisyonların karada yaklaşık 400 km mesafeye kadar bulunabildiği belirtilmektedir (Endresen, vd., 2003; Eyring vd., 2010). Barselona-İspanya ve Birindisi-İtalya şehir atmosferinde partikül madde kaynak analizinin yapıldığı çalışmalarda sırasıyla gemi egzoz emisyonlarının katkısının %11-15 ve %2,8 olduğu belirtilmektedir (Pérez vd., 2016; Cesari vd., 2014, Donato vd., 2014). Üç tarafı denizlerle çevrili, Asya ve Avrupa arasında önemli bir konumda olan ve deniz yolu taşımacılığının önemi gün geçtikçe artış gösteren Türkiye için limanlarda oluşan egzoz emisyon değerlerinin öncelikle tespit edilmesi sonrasında ise azaltıcı uygun plan ve politika geliştirilmesi gerekmektedir.

Samsun limanları için alınması gereken önlemler aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

- Gemilerde kullanılan yakıtların kalitesi iyileştirilebilir.
- Gemilerin limandaki operasyon süreleri yeni liman teknolojileri kullanılarak kısaltılabilir. Bu olgu gemi kaynaklı egzoz emisyonlarının azalmasını sağlayacaktır.
- Yıllık çevre durumu raporunda gemi kaynaklı kirleticilerde yer verilebilir.

- Gemi kaynaklı egzoz emisyonlarının şehirler üzerindeki dağılımı modelleme yolu ile incelenebilir.
- Gemilerde egzoz emisyonlarını azaltıcı teknolojik iyileştirmeler yapılabilir.
- Uluslar arası kriterlere göre bölgesel emisyon sınırlamaları belirlenebilir.
- Daha düşük egzoz emisyonu için gemi makinelerinin yakıt püskürtme sistemleri iyileştirilebilir.
- Gemilerin limanda geçirdikleri süre zarfında elektrik ihtiyaçları karasal kaynaklardan karşılanabilir.



6. KAYNAKLAR

- Ahrens L., Plassmann M., Xie Z. ve Ebinghaus R., 2009. Determination of polyfluoroalkyl compounds in water and suspended particulate matter in the river Elbe and North Sea, Germany, Front. Environ. Sci., 3, 152–70.
- Asmus, A. ve Wellington, B., 1993. Diesel Engine and Fuel Systems, 3. Baskı.
- Ayhan Ç., 2003. IMO (Uluslararası Denizcilik Sözleşmeleri): SOLAS, MARPOL, STC 78-95, Tonnage Measurement 69, LOADLINE ve 88 protokolü, İTÜ Denizcilik Fakültesi.
- Berechman, J. ve Tseng, P. H., 2012. Estimating the environmental costs of port related emissions: The case of Kaohsiung, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17, 1, 35–38.
- Borrego, C., Miranda, A.I., Coutinho, M., Ferreira, J. ve Carvalho, A.C., 2002. Air quality management in Portugal: Example of needs and available tools, Environmental Pollution, 120,1, 115-123.
- CalEPA, Emission Reduction Plan for Ports and Goods Movement in California, California Environmental Protection Agency 2006. <https://www.arb.ca.gov/planning/gmerp/gmerp.htm> 30 Mart 2016
- Cooper, D.A., 2003. Exhaust emissions from ships at berth, Atmospheric Environment, 37,27, 3817–3830.
- Corbett, J. J., 2003. Verification of ship emission estimates with monitoring measurements to improve inventory and modeling: California Air Resources Board, Research Division.
- Corbett, J. J., Fischbeck, P. S. ve Pandis, S. N., 1999. Global nitrogen and sulfur inventories for oceangoing ships, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 104, D3, 3457-3470.
- Corbett, J.J. ve Koehler, H.W., 2003. Updated emissions from ocean shipping, Journal of Geophysical Research, 108,D20, doi: 10.1029/2003JD003751
- Corbett, J.J. ve Winebrake, J.J., 2007. Green, E.H., Kasibhatll, P., Eyring, V., Lauer, A., mortality from ship emissions: A global assessment, Environ. Sci. Technol., 41, 24, 8512–8518.
- Cowley, L.T., Jeune, A.L. ve Lange, W. W., 1993. Effect of fuel composition including aromatics control on emissions from a range of heavy-duty diesel engines, Institution Mechanical Engineers, second seminar, MEP, 225-244.

- Deniz, C., Kılıç, A. ve Cıvkaroglu, G., 2010. Estimation of shipping emissions in Candarli Gulf, Turkey, Environ Monit Assess, 171, 219–228.
- Endresen, Q., Eirik, S., Sundet, J.K., Dalsøren, B.S., Isaksen, S.A., Berglen, T.F. ve Gravir, G., 2003. Emission from international sea transportation and environmental impact, Journal of Geophysical Research, 108, D17, doi: 10.1029/2002JD002898.
- Dalsøren, S.B., Eide, M.S., Endresen, Ø., Mjelde, A., Gravir, G. ve Isaksen, I. S. A., 2008. Update on emissions and environmental impacts from the international fleet of ships; the contribution from major ship types and ports, Atmospheric Chemistry and Physics, 9, 2171–2194.
- Davydova, S., 2005. Heavy metals as toxicants in big cities, Microchemical Journal, 79, 1-2, 133-136.
- Demirci, N. ve Çınar, M.A., 2008. Şehirlerdeki Hava Kirliliğinin Ağır Metal Kontaminasyonları Açısından Halk Sağlığı Üzerine Etkileri, Konya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu, Mayıs, Konya, Bildiriler Kitabı: 121-124.
- Deniz, C. ve Durmuşoğlu, Y., 2008. Estimating shipping emissions in The Region of The Sea of Marmara, Turkey, Science of the Total Environment, 390, 1, 255-261.
- Deniz, C. ve Kılıç, A., 2009. Estimation and assessment of shipping emissions in the Region of Ambarlı Port, Turkey, Environmental Progress & Sustainable Energy, 29, 1, 107- 115.
- DTGM, 2015. Deniz Ticareti 2015 istatistikleri, T.C. Başbakanlık Denizcilik Müstesarlığı Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü (DTGM), Ankara, 5 s.
- Entec, 2002. Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, Final Report for European Commission, Entec UK Limited, Cheshire, England.
- ENTEC, 2005. Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, European Commission Directorate General environment service contract on ship emissions, Final Report, England.
- Environ, 2012. Seaport Air Emissions Inventory, Environ, Port of Oakland, California, USA.
- Eyring V, Isaksen ISA, Berntsen T, Collins WJ, Corbett JJ. ve Endresen O, 2010. Transport impacts on atmosphere and climate: shipping, Atmos. Environ., 44, 4735–71.
- Eyring, V., Köhler H.W., Aardenne, j., Lauer, A., 2005. Emissions from international shipping: 1. The last 50 years, Journal of Geophysical Research, 110, 17, doi:10.1029/2004JD005619.

- Grantz, D.A., Garnerb, J.H.B. ve Johnsonc, D.W., 2003. Ecological effects of particulate matter, Environment International, 29, 213– 239.
- Hardy JT., 2003. Climate Change: Causes, Effects, and Solutions, John Wiley & Sons Ltd., England.
- HIP (Human Impact Partners), 2010. Los Angeles and Long Beach Maritime Port HIA Scope, United States Environmental Protection Agency, 5,17, 10.
- Janhall, S., 2007. Particle Emissions From Ships.Department of chemistry, Göteborg University.
- ICCT, Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ocean-going Ships, The International Council on Clean Transportation,
<http://www.theicct.org/air-pollution-and-ghg-emissions-oceangoing-ships>
22 Mart 2015
- IMO MEPC, 2008. Amendments to the Annex of the Protocol of 1997 to amend the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (Revised MARPOL Annex VI), 176, 58.
- IMO, 2000. Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships, International Maritime Organization, Study by Marintek, Econ Centre for Economic Analysis, Carnegie Mellon University and DNV.
- IMO, 2009. Second IMO GHG Study 2009, International Maritime Organisation, London
- İMEAK DTO, 2015.Ticari Limanlarımız, Deniz Ticareti Dergisi 2015 Haziran sayısı, Deniz Ticaret Odası, İstanbul.
- İncecik, S., 1994. Hava Kirliliği, İ.T.Ü. Yayınları, ISBN 975-561-029-4.
- Jamaly, A.,2012. Introduction to Annex 6 of International MARPOL convention (Air Pollution), ICS, 90, 3-8.
- Joseph, J., Patil, R. ve Gupta, S.,2009. Estimation of air pollutant emission loads from construction and operational activities of a port and harbour in Mumbai, India, Environ Monit Assess, 159, 85-98.
- Karpuzcu, M., 2007. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Yayınları 9.baskı, İstanbul, 168-185.
- Kaya, D. ve Öztürk, H.H., 2013. Hava Kalitesi Yönetimi, Umuttepe Yayını, Kocaeli, ISBN: 978-605-5936-84-6.
- Kesgin, U. ve Vardar, N., 2001. A study on exhaust gas emissions from ships in Turkish Straits, Atmospheric Environment, 35, 10, 1863-1870.

- Kılıç, A. ve Deniz, C., 2009. Inventory of shipping emissions in Izmit Gulf, Turkey, Environmental Progress & Sustainable Energy, 29, 2, 221-232.
- Kılıç, A., 2009. Marmara Denizi'nde gemilerden kaynaklanan egzoz emisyonları, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 124-134.
- Kindbom, K., Boström, C.A., Palm A., Skarman T. ve Sternbeck J., 2004. Emissions of particles, metals, dioxins and PAH in Sweden, SMED (Swedish Methodology for Environmental Data), 1652-4179.
- Koçak, İ.H., 2012. Dünyada ve Türkiye'de Ekonomik Gelişmeler ve Deniz Ticaretine Yansımaları, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Küçükşahin, F., 1999. Dizel Motorları, Güven Kitabevi, Genişletilmiş 3. Baskı, İstanbul.
- M. Durmaz , 2015. Bir Feribottan Yayılan Egzoz Emisyonlarının Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi , Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- MAN B&W, 2014. Emissions Control MAN B&W Two-Stroke Diesel Engines. MAN B&W Diesel, Copenhagen Denmark.
- Marr, I. L., Rosser, D. P. ve Meneses, C. A., 2007. An air quality survey and emissions inventory at Aberdeen harbor, Atmospheric Environment, 41, 30, 6379–6395.
- Miola, A., Ciuffo, B., Giovine, E. ve Marra, M., 2010. Regulating Air Emissions from Ships, The State of the Art on Methodologies, Technologies and Policy Options, J R C Reference Reports, 1018-5593.
- Morgan W. K. C., Reger, R. B. ve Tucker, D. M., 1997. Health effect of diesel emissions, The Annals of Occupational Hygiene, 41, 6, 643-658.
- Mueller, D., Uibel, S., Takemura, M., Klingelhofer, D. ve Groneberg, D.A., 2011. Ships, ports and particulate air pollution - an analysis of recent studies, Journal of Occupational Medicine and Toxicology, 6,31, DOI: 10.1186/1745-6673-6-31.
- Muslu, Y., 2000. Ekoloji ve Çevre Sorunları,, Aktif Yayınevi, İstanbul, 223, 2554260.
- Müezzinoğlu, A., 2005. Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, ISBN: 975-6981-39-9.
- Müezzinoğlu, A., 2009. Atmosfer Kimyası, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, No. 305.
- Oliva A., 1998. HFO Fired Diesel Engines, European Technology Managers Meeting, Durango

- Onat, B., Şahin, U.A., Erol, A., Bacacı M. ve Şahin V., 2010. İstanbul'da Otoyol Kenarında PM10, PM2.5 ve PM1'in toplam ve suda çözünen metal içeriklerinin belirlenmesi, IV. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Mart, Ankara, Bildiriler Kitabı: 456-465.
- Özkurt, N., 2011. Kırsal Alanlarda Hava Kalitesi Modellemesi Üzerine Araştırma (Çan-Bayramiç Bölgesi Örneği), Doktora Tezi, G.Y.T.E., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Paxian, A., Eyring, V., Beer, W., Sausen, R. ve Wright, C., 2010. Present-Day and Future Global Bottom-Up Ship Emission Inventories Including Polar Routes, Environ. Sci. Technol., 44, 4, 1333–1339.
- Percival, R.V., 2011. Global law and the environment, Washington Law Review Association, 579 - 606.
- Psaraftis, H.N. ve Kontovas, C.A., Ship Emissions Study, National Technical University of Athens, report to Hellenic Chamber of Shipping, <http://www.martrans.org/emis/emis.htm> 22 Mart 2015
- Rigas, M. L., Ben-Jebria, A. ve Ultman, J. S., 1997. Longitudinal distribution of ozone absorption in the lung: Effects of nitrogen dioxide, sulfur dioxide and ozone exposures, Archive of Environmental Health, 52, 173-178.
- Rivers, K.J., Paassen, C.W.C., Booth, M. ve Marriott, J.M., 1993. Future diesel fuel quality – balancing requirements, Institution Mechanical Engineers, second seminar, MEP, 209-225.
- Saraçoğlu, H., Deniz, C. ve Kılıç, A., 2013. An Investigation on the Effects of Ship Sourced Emissions in Izmir Port, Turkey, The Scientific World Journal, 1-8.
- Sastry N., 2002. Forest fires, air pollution, and mortality in southeast Asia. Demography, 39,1, 1-23.
- Saxe, H. ve Larsen, T., 2004. Air pollution from ships in three Danish ports, Atmospheric Environment, 38, 24, 4057–4067.
- Saxe, H. ve Larsen, T., 2004. Air pollution from ships in three Danish ports, Atmospheric Environment, 38,24, 4057-4067.
- Sharma, C.H., 2006. Ports in a Storm, Environmental Health Perspectives, 114, 4, 222-231.
- Sinha, P., Hobbs, P.V., Yokelson, R.J., Christian, T.J., Kirchstetter, T.W. ve Brintjes, R., 2003. Emissions of trace gases and particles from two ships in the southern Atlantic Ocean, Atmospheric Environment, 37, 15, 2139–2148.
- Song, S., 2014. Ship emissions inventory, social cost and eco-efficiency in Shanghai Yangshan port, Atmospheric Environment, 82, 288-297.

- Strayer, R. C., Blake, J. A. ve Craig, W.K., 1983. Canola and High Erucic Rapeseed Oil as Substitutes for Diesel Fuel, Journal of the American Oil Chemists' Society, 60, 8, 1587–1592.
- Şahin, U.A. ve Onat, B., 2010. İstanbul Atmosferindeki Partikül Maddenin Boyut Dağılımı ve Metal İçeriğinin Belirlenmesi, TÜBİTAK 1001 Projesi, Proje No: 107Y161.
- T.C. BDM (Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı), 2010. İller Bazında Denizyolu Taşıma İstatistikleri, Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tokgöz, D.G. ve Tuncel, G., 2007. Türkiye'nin kuzey batısındaki toplam partikül madde kompozisyonunun içeriği, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Ekim, İzmir, 120-125, 24-27.
- Trozzi, C. ve Vaccaro, R., Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships, Techne report MEET RF98.
<https://www.researchgate.net/publication/236857601>. 12 Ocak 2016
- Trozzi, C., 2010. Emission estimate methodology for maritime navigation. Techne Consulting, Rome.
- Trozzi, C. ve Vaccaro, R., 1998. Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships, Techne report MEET RF98.
- Tzannatos, E., 2010. Ship emissions and their externalities for the port of Piraeus–Greece, Atmospheric Environment, 44, 3, 400-407.
- URL-1, <http://www.dylosproducts.com/whispama.html>. 24 Haziran 2016.
- URL-2, <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>. 13 Şubat 2017
- URL-3, <http://www.breckland.gov.uk/content/air-pollution>. 30 Mayıs 2014
- URL-4, <https://www.epa.gov/environmental-topics/air-topics>. 30 Şubat 2017
- URL-5, <https://almergroup.wordpress.com/2015/03/26/limanlarda-gemi-kaynakli-havakirliligi-sorunu>. 1 Mart 2017
- URL-6, https://www.imo.org/Green_House_Gas_Study. 15 Mart 2017
- URL-7, https://tr.wikipedia.org/wiki/Gemi_makineleri. 20 Ocak 2014
- URL-8, <http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/airpollution>. 5 Mart 2015
- URL-9, <http://www.lr.org/sectors/marine/documents/227034-eca-mapaugust>. 30 Mart 2016
- URL-10, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Samsun#/media/File> 10 Mart 2016

URL-11, www.samsunmimar.org/dosyalar/130313654815579.doc. 20 Mart 2016

URL-12, <http://www.tcdd.gov.tr/home/detail/index4bb2.html?id=277>. 2 Nisan 2016

URL-13, <http://www.samsunport.com.tr/detail.php?id=999>. 2 Haziran 2016

URL-14, <http://www.yesilyurtliman.com>. 5 Haziran 2016

URL-15, <http://atlantis.udhb.gov.tr/giris.net>. 10 Ocak 2016

URL-16, <http://www.lloydslist.com>. 12.05.2016

Wright, A.A., 2000. Exhaust emissions from combustion machinery, MEP (Marine Engineering Practice), 3,20.

Van Aardenne, J., Colette, A., Degraeuwe, B., Hammingh, P. ve De Vlieger, I., 2013. The impact of international shipping on European air quality and climate forcing, European Environment Agency Teknik Raporu, 1725-2237.

Varınca, K.B., Güneş, G. ve Ertürk, F., 2008. Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Etkileri, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Mayıs, Konya, 161-168.

Weart SR., 2008. The discovery of global warming, Harvard University Press, Cambridge.

WHO, Ambient Air Pollution: a global assesment of exposure and burden of deseas, WHOdocumentproductionservices,İsviçre,
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en>. 29 Mayıs 2015

Yang, D., Kwan, S.H., Lu, T., 2003. An emission inventory of marine vessels in Shanghai in 2003, Environmental Science and Technology, 41, 15, 5183–5190.

7.EKLER

Ek Tablo 1.2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO no | Gemi adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana mak. gücü(kW) | Jen. Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-----------------|---------------|-------|--------|----------------------|----------------------|-----------------|
| 5142657 | Serenıssıma | Saint Vincent | 2.598 | 1.200 | 6580 | 480 | 1 |
| 6523901 | Kanlar-3 | Türkiye | 993 | 1.819 | 800 | 50 | 1 |
| 6613639 | Bartın | Türkiye | 879 | 1.429 | 485 | 30 | 5 |
| 6919514 | Bıslan | Moldovya | 2.406 | 3.343 | 1030 | 80 | 1 |
| 6919693 | Kale Nakliyat-4 | Türkiye | 883 | 1.544 | 745 | 40 | 1 |
| 7026613 | Alastair | Moldovya | 3.633 | 1.088 | 2984 | 260 | 48 |
| 7030987 | Jasmine 1 | Moldovya | 4.977 | 6.861 | 4280 | 248 | 2 |
| 7101891 | Sabine | Rusya Fed. | 2.478 | 3.355 | 1130 | 50 | 1 |
| 7113210 | Petr | Sierra Leone | 1.768 | 2.203 | 1800 | 60 | 1 |
| 7208716 | Millac | Comoros | 3.720 | 6.209 | 1500 | 160 | 1 |
| 7226093 | Abubakar | Kamboçya | 2.478 | 3.185 | 1030 | 80 | 3 |
| 7324273 | Sormovskiy 29 | Rusya Fed. | 2.481 | 3.306 | 970 | 50 | 1 |
| 7329144 | Sormovskiy 32 | Palau | 2.478 | 3.135 | 1030 | 80 | 1 |
| 7349871 | Harmony | Tanzanya | 2.062 | 3.095 | 1460 | 225 | 2 |
| 7358664 | Bilal Bal | Türkiye | 1.863 | 3.237 | 1491 | 100 | 61 |
| 7362093 | Asstar Trabzon | Moldovya | 2.746 | 3.388 | 2935 | 185 | 31 |
| 7407037 | Lider Amiral | Tanzanya | 2.746 | 3.525 | 2955 | 240 | 95 |
| 7423885 | Milangaz-3 | Türkiye | 1.679 | 1.707 | 1096 | 220 | 7 |
| 7430761 | Donbas Voyager | Moldovya | 2.354 | 3.375 | 1280 | 120 | 3 |
| 7431131 | Efe Murat | Türkiye | 2.920 | 5.786 | 1938 | 185 | 4 |
| 7434858 | Esenkiyı | Türkiye | 127 | 0 | 670 | 40 | 1 |
| 7500578 | Alican Deval | Türkiye | 4.638 | 6.394 | 1030 | 80 | 1 |
| 7501613 | Ammarı | Sierra Leone | 9.079 | 5.485 | 8940 | 900 | 11 |
| 7505190 | Nada-Y | Sierra Leone | 9.674 | 16.287 | 5188 | 310 | 1 |
| 7505798 | Tınaztepe-S | Türkiye | 1.900 | 3.173 | 1246 | 100 | 1 |
| 7511905 | Aydemir Boztepe | Moldovya | 4.994 | 3.970 | 3970 | 230 | 26 |
| 7514359 | İlyas Araz | Türkiye | 994 | 1.974 | 551 | 80 | 9 |
| 7520700 | Sinan | Türkiye | 962 | 1.882 | 671 | 70 | 16 |
| 7525592 | Duyden-2 | Türkiye | 2.551 | 3.659 | 1030 | 80 | 1 |
| 7528788 | Mert Deval | Türkiye | 4.804 | 6.421 | 4476 | 600 | 1 |
| 7528790 | Kula | Türkiye | 4.647 | 6.588 | 2880 | 600 | 1 |
| 7529639 | Semyon Morozov | Kamboçya | 2.466 | 3.353 | 1030 | 80 | 3 |

Ek Tablo 2. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO no | Gemi adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen. Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-------------------|--------------|--------|--------|-------------------|----------------|--------------|
| 7531357 | Nazlıcan | Türkiye | 8.383 | 11.099 | 3950 | 240 | 3 |
| 7531785 | Kuzey 1 | Türkiye | 1.993 | 3.465 | 4020 | 250 | 2 |
| 7600017 | Meyra | Türkiye | 3.324 | 1.600 | 2230 | 200 | 23 |
| 7600720 | Beril | Moldovya | 4.975 | 2.430 | 3870 | 460 | 3 |
| 7608708 | Polarfront | Faroe | 927 | 0 | 932 | 100 | 4 |
| 7613404 | Lider Samsun | Palau | 7.628 | 4.200 | 4460 | 480 | 19 |
| 7613507 | Faik Bey | Türkiye | 5.521 | 10.211 | 3570 | 365 | 1 |
| 7614628 | Adamar | Cook Islands | 1.590 | 2.155 | 640 | 50 | 1 |
| 7615347 | Lider İbrahim | Tanzanya | 4.177 | 4.400 | 4253 | 360 | 41 |
| 7615359 | Lion A | Panama | 4.177 | 3.734 | 4253 | 360 | 14 |
| 7615672 | Piri Reis Üniv. | Türkiye | 10.870 | 1.790 | 12000 | 665 | 1 |
| 7615969 | Hacı Rüştü K | Türkiye | 1.854 | 2.970 | 1760 | 192 | 1 |
| 7619537 | Aydemir | Mongolia | 7.300 | 8.687 | 1060 | 160 | 17 |
| 7630103 | Sormovskiy-36 | Belize | 2.466 | 3.353 | 970 | 50 | 1 |
| 7634197 | Arel | Türkiye | 1.543 | 2.650 | 1190 | 250 | 2 |
| 7636743 | Octopus | Kamboçya | 2.827 | 3.761 | 1134 | 120 | 2 |
| 7636755 | Consul | Kamboçya | 2.827 | 3.436 | 1030 | 80 | 3 |
| 7636860 | Sovetskaya Rodina | Rusya Fed. | 2.827 | 3.146 | 1280 | 100 | 2 |
| 7637319 | Mira | Moldovya | 5.877 | 4.150 | 3375 | 250 | 39 |
| 7639642 | My Rose | Kongo | 2.361 | 3.481 | 1030 | 80 | 1 |
| 7644130 | Cerencan | Sierra Leone | 2.466 | 3.347 | 1030 | 80 | 2 |
| 7700427 | Olimpika | Tanzanya | 4.038 | 2.250 | 2044 | 240 | 29 |
| 7702425 | Yüksel İmamoğlu | Türkiye | 1.923 | 3.050 | 980 | 60 | 1 |
| 7702657 | Amazon | Moldovya | 5.613 | 4.331 | 3350 | 195 | 17 |
| 7704617 | Avrasya | Tanzanya | 6.991 | 3.506 | 2985 | 450 | 31 |
| 7712987 | Zeebony | Tanzanya | 3.700 | 5.449 | 2000 | 160 | 1 |
| 7713175 | Atlas Sema | Türkiye | 3.612 | 6.358 | 2000 | 160 | 4 |
| 7720439 | Barla | Sierra Leone | 1.687 | 2.230 | 1320 | 170 | 1 |
| 7721885 | İyem Asya | Türkiye | 2.163 | 3.534 | 1340 | 170 | 8 |
| 7721897 | Arif Kaptan | Türkiye | 695 | 1.128 | 490 | 20 | 3 |
| 7721952 | Charly | Togo | 2.383 | 4.195 | 1030 | 80 | 1 |
| 7724253 | Ulfat | Kamboçya | 5.309 | 4.250 | 6620 | 250 | 12 |
| 7725362 | Murneag | Panama | 5.801 | 3.545 | 3350 | 368 | 36 |
| 7725374 | Tuna 1 | Panama | 4.998 | 3.456 | 3320 | 280 | 38 |
| 7725386 | Ural | Panama | 4.994 | 3.573 | 3350 | 280 | 18 |
| 7726213 | Güzide-S | Türkiye | 2.445 | 4.443 | 1640 | 177 | 7 |
| 7728699 | Cırkın | Tanzanya | 5.846 | 4.400 | 4500 | 250 | 33 |
| 7729966 | Sandra | Moldovya | 2.478 | 3.147 | 1280 | 120 | 2 |

Ek Tablo 3. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO no | Gemi adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen. Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-------------------|---------------|-------|--------|-------------------|----------------|--------------|
| 7730848 | M.Ada | Türkiye | 997 | 1.885 | 984 | 60 | 1 |
| 7733515 | Sormovskiy-116 | Palau | 2.466 | 3.353 | 1030 | 160 | 3 |
| 7740491 | Polkovnik Fesenko | Tanzanya | 2.466 | 3.157 | 1030 | 160 | 1 |
| 7740764 | Sormovskiy-54 | Palau | 2.466 | 3.353 | 1030 | 80 | 2 |
| 7800112 | Sevenhill | Panama | 5.881 | 3.045 | 4414 | 360 | 28 |
| 7801867 | Sestroretsk | Rusya Fed. | 3.415 | 3.484 | 1320 | 120 | 2 |
| 7802122 | Nazım | Türkiye | 8.547 | 11.300 | 4300 | 302 | 1 |
| 7806037 | Donbate | Comoros | 2.453 | 4.272 | 1030 | 80 | 1 |
| 7806166 | Fidan | Türkiye | 974 | 2.124 | 984 | 60 | 1 |
| 7807031 | Nakhodka | Rusya Fed. | 2.441 | 3.227 | 1030 | 50 | 3 |
| 7808097 | Aynacıoğlu-I | Türkiye | 998 | 1.896 | 720 | 60 | 2 |
| 7809883 | Cemal Kaptan | Türkiye | 1.908 | 3.036 | 1245 | 80 | 11 |
| 7811044 | Sibirskiy 2112 | Rusya Fed. | 3.743 | 4.376 | 1324 | 126 | 4 |
| 7818389 | Rega | Cook Islands | 1.545 | 1.970 | 1030 | 80 | 1 |
| 7830911 | Pavel Grabovskiy | Sierra Leone | 2.466 | 3.157 | 1030 | 80 | 5 |
| 7830923 | Donna-U | Moldovya | 2.478 | 3.353 | 970 | 50 | 3 |
| 7832804 | Little Seyma | Panama | 2.466 | 3.353 | 1030 | 80 | 2 |
| 7833107 | Nicky | Moğolistan | 2.478 | 3.353 | 1030 | 80 | 1 |
| 7833119 | Vilga | Saint Vincent | 2.478 | 3.153 | 1030 | 80 | 1 |
| 7901837 | İkra | Türkiye | 1.994 | 3.295 | 930 | 100 | 3 |
| 7904920 | Ayder | Belize | 1.624 | 2.200 | 1868 | 175 | 7 |
| 7907233 | Neonıla | Rusya Fed. | 3.409 | 3.484 | 1400 | 100 | 1 |
| 7908445 | Lider Ilyas | Panama | 7.362 | 4.860 | 1060 | 160 | 24 |
| 7910888 | Hesen Moon | Tanzanya | 3.080 | 4.756 | 1280 | 100 | 3 |
| 7920364 | Tuzla | Cook Islands | 2.485 | 3.943 | 1030 | 80 | 1 |
| 7928794 | St.Filip | Comoros | 1.740 | 2.418 | 1030 | 160 | 3 |
| 7939937 | İdil-1 | Türkiye | 997 | 1.942 | 710 | 60 | 22 |
| 7942128 | Ivan Sergiyenko | Ukrayna | 2.466 | 3.135 | 1030 | 80 | 2 |
| 7942910 | Oğinnadtsataya | Sierra Leone | 2.466 | 3.348 | 1030 | 80 | 3 |
| 7942958 | Modus | Kamboçya | 2.491 | 3.111 | 1030 | 80 | 2 |
| 8000836 | Katya | Togo | 7.788 | 11.990 | 4100 | 400 | 2 |
| 8001517 | Yara-J | Comoros | 4.052 | 6.567 | 1030 | 160 | 1 |
| 8003852 | Ege M | Türkiye | 970 | 1.571 | 700 | 60 | 2 |
| 8009533 | Mega Star | Türkiye | 8.208 | 14.312 | 2980 | 250 | 1 |
| 8012114 | Metal | Moğolistan | 4.165 | 4.582 | 2750 | 800 | 1 |
| 8012853 | Polaris | Bulgaristan | 2.323 | 2.528 | 1800 | 222 | 7 |
| 8019887 | Varyag | Panama | 4.961 | 2.815 | 3506 | 240 | 21 |
| 8020123 | Susanna 1 | Vanuatu | 1.512 | 2.319 | 1252 | 96 | 4 |

Ek Tablo 2. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen. Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-------------------|--------------|--------|--------|-------------------|----------------|--------------|
| 8024856 | Cemal Beyza | Türkiye | 2.198 | 3.789 | 1700 | 180 | 1 |
| 8026385 | Gas Earl | Panama | 2.252 | 2.978 | 1800 | 222 | 5 |
| 8027638 | Anda | Togo | 2.723 | 4.245 | 2600 | 126 | 2 |
| 8027705 | Alfa Akdeniz | Türkiye | 1.900 | 2.770 | 1800 | 200 | 1 |
| 8027901 | Jasper | Türkiye | 3.136 | 4.918 | 1470 | 183 | 11 |
| 8030178 | Atesbey | Panama | 2.933 | 1.700 | 2955 | 240 | 3 |
| 8030180 | Gb Ionian | Moldovya | 2.016 | 3.127 | 1190 | 84 | 1 |
| 8036110 | Nikolay Kuznetsov | Ukrayna | 2.466 | 3.135 | 1030 | 80 | 1 |
| 8038223 | Martyn Latsis | Ukrayna | 2.466 | 3.135 | 1030 | 80 | 2 |
| 8100624 | Fom | Panama | 1.499 | 2.800 | 1030 | 80 | 3 |
| 8101434 | Muse | Kamboçya | 3.041 | 3.811 | 1280 | 100 | 5 |
| 8101599 | Mjora | Türkiye | 996 | 1.619 | 734 | 64 | 1 |
| 8101628 | Hilmi-K | Türkiye | 1.923 | 3.054 | 1252 | 96 | 1 |
| 8102799 | Muhammet G. | Türkiye | 2.016 | 3.160 | 1190 | 84 | 3 |
| 8104187 | Sıbrskiy 2131 | Sierra Leone | 3.978 | 4.130 | 1320 | 110 | 3 |
| 8104591 | Gulf River | Togo | 1.939 | 3.612 | 1252 | 96 | 1 |
| 8109096 | Maxal Gita | Belize | 2.584 | 3.595 | 1471 | 420 | 2 |
| 8112586 | İskatel | Rusya Fed. | 2.194 | 0 | 3800 | 1200 | 2 |
| 8113152 | Alteya | Comoros | 1.902 | 3.003 | 1252 | 96 | 1 |
| 8113281 | Tamer Kıran | Türkiye | 3.996 | 6.468 | 2640 | 270 | 1 |
| 8116984 | Brightway | Belize | 8.351 | 12.271 | 4303 | 435 | 1 |
| 8117847 | Hacı Emine Ana | Türkiye | 4.923 | 8.170 | 2640 | 278 | 3 |
| 8118827 | Altay | Panama | 7.769 | 7.200 | 3650 | 280 | 22 |
| 8119003 | Akademik G. | Rusya Fed. | 1.805 | 710 | 2300 | 400 | 1 |
| 8125131 | Buğra Tomba | Türkiye | 2.701 | 4.582 | 2610 | 126 | 2 |
| 8125454 | Aral | Malta | 5.285 | 8.915 | 1697 | 240 | 1 |
| 8126800 | Fiskela | Samt Vincent | 8.431 | 11.243 | 4415 | 700 | 1 |
| 8133566 | Sormovskiy-45 | Moldovya | 2.478 | 3.346 | 960 | 50 | 2 |
| 8133578 | Sormovskiy 121 | Belize | 2.466 | 3.353 | 970 | 50 | 4 |
| 8135461 | Doğruyollar-5 | Türkiye | 993 | 2.230 | 970 | 100 | 7 |
| 8139235 | Muhammet G. | Türkiye | 2.401 | 4.013 | 1250 | 133 | 5 |
| 8200606 | Nour J | Belize | 12.472 | 19.153 | 5600 | 600 | 1 |
| 8201002 | Şükran-S | Türkiye | 3.996 | 6.331 | 2982 | 330 | 1 |
| 8203660 | Sea Commander | Palau | 5.424 | 7.782 | 4500 | 250 | 1 |
| 8203684 | Yuzer 1 | Panama | 1.939 | 3.328 | 1245 | 153 | 3 |
| 8207381 | My Rose | Panama | 7.955 | 7.179 | 3650 | 360 | 30 |
| 8211136 | Sıbrskiy 2132 | Kamboçya | 3.978 | 4.137 | 1030 | 80 | 8 |
| 8212350 | Kaptan İlyas K. | Türkiye | 4.294 | 6.328 | 2982 | 330 | 1 |
| 8213500 | Melis | Panama | 2.978 | 5.447 | 1321 | 59 | 1 |

Ek Tablo 3. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-----------------|--------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 8213720 | Mumtaz Amca | Liberya | 4.921 | 8.170 | 2425 | 500 | 14 |
| 8215649 | Adnan H | Togo | 2.795 | 4.226 | 1030 | 80 | 1 |
| 8218378 | Ali Osman E | Türkiye | 1.249 | 2.361 | 984 | 98 | 1 |
| 8218380 | Akasya 1 | Türkiye | 1.343 | 2.325 | 984 | 98 | 2 |
| 8218419 | Hacı Mehmet K. | Türkiye | 1.995 | 3.270 | 1245 | 153 | 3 |
| 8222393 | Sormovskiy 3054 | Rusya Fed. | 3.041 | 3.811 | 1280 | 100 | 4 |
| 8224298 | Sedna | Malta | 2.970 | 4.812 | 1321 | 59 | 1 |
| 8226428 | Sormovskiy-48 | Samt Vincent | 2.466 | 3.346 | 970 | 50 | 1 |
| 8226997 | Pata | Moldovya | 1.896 | 3.412 | 2935 | 180 | 1 |
| 8227410 | Infinity | Moldovya | 2.466 | 3.353 | 1030 | 80 | 1 |
| 8227783 | Afanasiy M. | Ukrayna | 2.466 | 3.157 | 1030 | 80 | 4 |
| 8228256 | Niko | Comoros | 1.896 | 3.297 | 2740 | 240 | 8 |
| 8230041 | Tuna | Kamboçya | 2.457 | 3.589 | 1030 | 80 | 4 |
| 8230120 | Solka 2 | Moldovya | 2.457 | 3.246 | 1030 | 80 | 2 |
| 8230211 | Lıdıa V | Rusya Fed. | 2.753 | 3.056 | 1030 | 80 | 3 |
| 8230285 | Andor | Samt Vincent | 2.516 | 3.506 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230314 | Alnilam | Kamboçya | 2.457 | 3.637 | 1030 | 80 | 3 |
| 8230326 | Decent | Kamboçya | 2.457 | 3.493 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230340 | Volgo-Balt 206 | Sierra Leone | 2.516 | 3.492 | 1030 | 80 | 4 |
| 8230352 | Daylight | Kamboçya | 2.457 | 4.000 | 1030 | 80 | 5 |
| 8230388 | Agnes | Kamboçya | 2.457 | 3.637 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230405 | Bellatrix | Kamboçya | 2.457 | 3.637 | 1030 | 80 | 2 |
| 8230417 | Svyaty Petro | Kamboçya | 2.516 | 3.455 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230429 | Bataysk | Kamboçya | 2.516 | 3.375 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230443 | Volgo-Balt 230 | Rusya Fed. | 2.516 | 3.187 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230455 | Volgo-Balt 231 | Rusya Fed. | 2.516 | 3.208 | 1030 | 80 | 2 |
| 8230467 | Volgo-Balt 232 | Rusya Fed. | 2.600 | 3.208 | 1030 | 80 | 3 |
| 8230479 | Melita | Malta | 2.516 | 3.509 | 1030 | 80 | 5 |
| 8230510 | Volgo Balt 237 | Rusya Fed. | 2.516 | 3.500 | 1030 | 80 | 2 |
| 8230522 | Staropolye | Rusya Fed. | 2.892 | 4.263 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230546 | Volgo-Balt 240 | Rusya Fed. | 2.600 | 3.217 | 1030 | 80 | 4 |
| 8230558 | Volgo-Balt 241 | Belize | 2.516 | 3.171 | 1030 | 80 | 1 |
| 8230560 | Volgo Balt 242 | Moldovya | 2.894 | 4.206 | 1030 | 80 | 2 |
| 8230596 | Volgo-Balt 245 | Rusya Fed. | 2.516 | 3.170 | 1030 | 80 | 1 |
| 8231007 | Forward | Kamboçya | 2.457 | 3.205 | 1030 | 80 | 2 |
| 8301046 | Murat | Türkiye | 1.213 | 2.061 | 745 | 60 | 1 |
| 8301620 | Black Sea | Cook Islands | 12.866 | 21.999 | 7600 | 800 | 1 |
| 8301838 | Galisa | Moldovya | 2.453 | 3.261 | 2935 | 400 | 4 |
| 8301852 | Winner S | Cook Islands | 2.453 | 3.261 | 1618 | 128 | 1 |
| 8308006 | Mega Sun | Türkiye | 4.988 | 7.206 | 3350 | 265 | 1 |

Ek Tablo 4. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 8310841 | Irem | Belize | 498 | 1.234 | 3277 | 200 | 2 |
| 8311560 | Şahin Kaya | Türkiye | 2.155 | 3.270 | 1245 | 100 | 4 |
| 8311900 | Vilnius Seaways | Litvanya | 22.341 | 9.341 | 13000 | 900 | 8 |
| 8315499 | Emhani Ana | Türkiye | 1.860 | 3.035 | 600 | 50 | 16 |
| 8319976 | My Filiz | Moldovya | 997 | 1.506 | 1030 | 80 | 1 |
| 8321644 | Alessandra I | Malta | 10.688 | 14.160 | 6990 | 700 | 1 |
| 8324086 | Berkay N | Chile | 2.493 | 4.229 | 1618 | 128 | 1 |
| 8324713 | Rımeo | Panama | 8.183 | 11.327 | 4415 | 700 | 2 |
| 8325535 | Raouf-H | Comoros | 4.362 | 6.343 | 2942 | 256 | 1 |
| 8332784 | Sormovskiy 49 | Rusya Fed. | 2.478 | 3.353 | 1030 | 80 | 2 |
| 8332796 | Kapitan A. | Rusya Fed. | 2.466 | 3.346 | 970 | 50 | 3 |
| 8401559 | Starlet | Saint Vincent | 1.289 | 1.555 | 882 | 100 | 1 |
| 8408741 | Hh18 | Togo | 10.779 | 19.825 | 6990 | 700 | 1 |
| 8409654 | Ela S | Panama | 1.559 | 2.311 | 900 | 90 | 1 |
| 8412558 | Union Demeter | Saint Vincent | 12.963 | 20.479 | 7600 | 700 | 1 |
| 8415706 | Fortune | Vanuatu | 2.119 | 3.492 | 790 | 50 | 1 |
| 8417625 | Polaris - 2 | Panama | 18.361 | 8.443 | 12871 | 700 | 1 |
| 8420701 | Fortius | Vanuatu | 1.291 | 1.753 | 882 | 100 | 2 |
| 8421705 | Mımoza | Panama | 1.543 | 3.041 | 1125 | 160 | 1 |
| 8503838 | Vıkkı | Malta | 5.949 | 8.750 | 4500 | 250 | 3 |
| 8505642 | Temel Reis | Panama | 1.473 | 2.102 | 882 | 100 | 2 |
| 8507470 | Venator | Malta | 4.896 | 7.310 | 2944 | 256 | 1 |
| 8508670 | Hıcrı Kaan | Panama | 5.359 | 7.859 | 4140 | 550 | 9 |
| 8515661 | Tahsin Kalkavan | Türkiye | 1.957 | 3.040 | 930 | 80 | 1 |
| 8516598 | Lady Dıdem | Panama | 1.416 | 2.550 | 882 | 100 | 1 |
| 8516756 | Vega | Belize | 1.949 | 3.346 | 1000 | 200 | 1 |
| 8516835 | Rusen Mete | Sierra Leone | 6.253 | 10.096 | 3632 | 800 | 1 |
| 8517293 | Aspana | Panama | 4.498 | 8.157 | 2059 | 290 | 1 |
| 8518651 | Tamrey | Türkiye | 14.877 | 25.758 | 4964 | 900 | 1 |
| 8519954 | Alıze | Moldovya | 794 | 1.350 | 980 | 84 | 2 |
| 8520458 | Muhammet G. | Türkiye | 2.120 | 3.473 | 1245 | 92 | 2 |
| 8520886 | Rıza Sonay | Türkiye | 4.981 | 8.627 | 3035 | 275 | 1 |
| 8520903 | Karakartal | Türkiye | 2.143 | 3.325 | 1230 | 100 | 5 |
| 8603547 | Sea Explorer | Panama | 3.801 | 5.400 | 1460 | 200 | 3 |
| 8606109 | İsmail Sener | Panama | 8.195 | 13.457 | 4415 | 700 | 2 |
| 8620040 | Nerey | Moldovya | 1.694 | 2.151 | 749 | 90 | 2 |
| 8623987 | Kapitan Voronkov | Rusya Fed. | 2.466 | 3.346 | 970 | 50 | 2 |
| 8623999 | Vasılyı Bozhenko | Ukrayna | 2.466 | 3.157 | 1030 | 80 | 3 |
| 8700072 | İşık Bal | Türkiye | 1.853 | 2.541 | 880 | 100 | 1 |

Ek Tablo 5. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|-------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 8701911 | Evana | Panama | 8.893 | 11.898 | 4415 | 700 | 1 |
| 8702214 | Sormovskiy-3060 | Rusya Fed. | 2.998 | 3.630 | 1280 | 100 | 3 |
| 8702226 | Teymur Ehmedov | Azerbaycan | 3.048 | 3.391 | 1280 | 100 | 3 |
| 8705254 | Anda | Panama | 2.184 | 3.304 | 1100 | 240 | 2 |
| 8711772 | Mela | Moldovya | 1.896 | 3.290 | 2740 | 240 | 5 |
| 8711825 | Inzhener Valchuk | Ukrayna | 1.901 | 3.298 | 1000 | 80 | 2 |
| 8719073 | San Porfyrios | Belize | 2.030 | 3.146 | 1470 | 180 | 1 |
| 8719413 | Neva | Rusya Fed. | 1.497 | 1.669 | 882 | 100 | 1 |
| 8720230 | Volga 4006 | Saint Vincent | 4.911 | 6.277 | 1940 | 160 | 7 |
| 8721272 | Amur - 2501 | Saint Vincent | 3.086 | 3.340 | 1030 | 120 | 2 |
| 8721337 | Amur-2507 | Kamboçya | 3.086 | 3.340 | 1030 | 80 | 3 |
| 8721363 | Amur 2510 | Kamboçya | 3.086 | 3.337 | 1030 | 80 | 1 |
| 8721404 | Amur-2514 | Kamboçya | 3.086 | 3.332 | 1030 | 80 | 4 |
| 8721416 | Amur 2515 | Saint Vincent | 3.086 | 3.344 | 1030 | 160 | 3 |
| 8721428 | Amur 2516 | Moldovya | 3.086 | 3.340 | 1030 | 80 | 5 |
| 8721442 | Leda | Moldovya | 2.980 | 3.329 | 1030 | 80 | 2 |
| 8725058 | Vestimar | Kamboçya | 2.466 | 3.346 | 970 | 80 | 5 |
| 8725632 | Pomorie | Saint Vincent | 2.466 | 3.353 | 970 | 50 | 1 |
| 8725656 | 40 Let Pobedy | Belize | 2.466 | 3.346 | 970 | 50 | 4 |
| 8727599 | Almeria | Kamboçya | 2.592 | 3.498 | 1030 | 80 | 1 |
| 8727604 | Geroi Arsenala | Panama | 2.457 | 3.553 | 1030 | 80 | 1 |
| 8727848 | Tyumen-2 | Palau | 3.086 | 3.332 | 2140 | 180 | 1 |
| 8728024 | Kavarna | Saint Vincent | 2.516 | 3.171 | 1030 | 80 | 1 |
| 8728036 | Selim | Ukrayna | 2.592 | 3.170 | 1030 | 80 | 6 |
| 8728062 | Starocherkassk | Kamboçya | 2.516 | 3.360 | 1030 | 80 | 1 |
| 8728086 | Odessit | Moldovya | 2.334 | 3.506 | 1030 | 160 | 2 |
| 8728098 | Capricorn | Comoros | 2.516 | 3.170 | 1030 | 160 | 1 |
| 8729195 | Krasnyı Aksay | Moldovya | 2.997 | 3.332 | 660 | 50 | 2 |
| 8729963 | Kagan Bey | Panama | 2.908 | 3.332 | 2240 | 180 | 4 |
| 8729975 | Amur-2532 | Kamboçya | 2.996 | 3.500 | 1030 | 80 | 1 |
| 8744224 | Vega | Moldovya | 2.516 | 3.419 | 1030 | 160 | 4 |
| 8802466 | Adatepe-S | Malta | 2.331 | 3.262 | 1160 | 300 | 1 |
| 8802894 | Island Sky | Bahamalar | 4.200 | 450 | 3520 | 1000 | 1 |
| 8806084 | Jobber | Ukrayna | 910 | 1.085 | 980 | 84 | 4 |
| 8807349 | Nawal-F | Togo | 2.881 | 4.594 | 1030 | 80 | 1 |
| 8810748 | Exe Otter | Saint Vincent | 1.999 | 3.269 | 749 | 90 | 1 |
| 8811766 | Tomson Gas | Panama | 3.219 | 3.814 | 2427 | 450 | 4 |
| 8826163 | Alvadı 1 | Ukrayna | 2.592 | 3.191 | 1030 | 80 | 7 |
| 8826369 | Akua | Cook Islands | 2.980 | 3.332 | 1030 | 120 | 17 |

Ek Tablo 6. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|-------|-------|-------------------|---------------|--------------|
| 8832083 | Tyumen-3 | Palau | 3.086 | 3.332 | 1030 | 138 | 4 |
| 8833881 | Clio | Kamboçya | 4.966 | 6.277 | 1940 | 150 | 1 |
| 8834940 | Fırtına S | Türkiye | 1.248 | 2.361 | 745 | 100 | 2 |
| 8835994 | Arslanbey | Moldovya | 2.980 | 3.332 | 660 | 50 | 10 |
| 8837813 | Krılyon | Moldovya | 4.966 | 5.985 | 1960 | 160 | 1 |
| 8837904 | Florica | Cook Islands | 2.980 | 3.332 | 1030 | 138 | 1 |
| 8841591 | Day | Kamboçya | 2.516 | 3.498 | 1030 | 80 | 7 |
| 8841644 | Volgo-Balt 214 | Samt Vincent | 2.516 | 3.492 | 1030 | 80 | 9 |
| 8841694 | Verlaine | Kamboçya | 2.457 | 3.637 | 1030 | 80 | 4 |
| 8841735 | Navigator | Kamboçya | 2.516 | 3.637 | 1030 | 80 | 3 |
| 8842545 | Amur 2537 | Rusya Fed. | 3.086 | 3.332 | 1030 | 100 | 2 |
| 8842583 | Urla | Moldovya | 2.980 | 3.332 | 3360 | 360 | 3 |
| 8844074 | Favorite | Panama | 3.953 | 5.099 | 1326 | 170 | 2 |
| 8846814 | Crystal | Rusya Fed. | 2.554 | 3.020 | 1030 | 50 | 3 |
| 8847260 | Volga | Panama | 4.966 | 6.277 | 1940 | 150 | 6 |
| 8849610 | Orel-2 | Ukrayna | 2.571 | 3.104 | 1030 | 80 | 1 |
| 8857693 | Guron | Kamboçya | 2.457 | 3.637 | 1030 | 80 | 1 |
| 8857772 | Alena | Malta | 5.205 | 6.059 | 1760 | 100 | 1 |
| 8857863 | Igarka | Rusya Fed. | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 1 |
| 8857875 | Renaissance | Kamboçya | 2.457 | 3.278 | 1030 | 80 | 2 |
| 8857980 | Veles | Moldovya | 2.432 | 3.205 | 1030 | 160 | 1 |
| 8857992 | Day Forest | Kamboçya | 2.463 | 3.197 | 1670 | 120 | 13 |
| 8858013 | Rondo | Rusya Fed. | 2.432 | 3.291 | 1040 | 50 | 1 |
| 8858025 | Ekaterina | Panama | 1.836 | 2.781 | 960 | 60 | 2 |
| 8858037 | Stardale | Cook Islands | 1.836 | 2.765 | 960 | 60 | 2 |
| 8858104 | Vm Forar | Cook Islands | 2.528 | 3.500 | 1030 | 50 | 3 |
| 8858130 | Elegance | Rusya Fed. | 2.452 | 3.230 | 1030 | 50 | 1 |
| 8858439 | Nikolai Psomiadi | Rusya Fed. | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 1 |
| 8859328 | Valery Kokov | Rusya Fed. | 4.997 | 5.361 | 1760 | 100 | 1 |
| 8861034 | River Pride | Vanuatu | 2.452 | 3.197 | 1030 | 80 | 2 |
| 8862038 | Captain Ivan V. | Malta | 4.873 | 5.885 | 1940 | 150 | 4 |
| 8862507 | Nikolay Meshkov | Kamboçya | 4.918 | 5.095 | 1030 | 80 | 2 |
| 8863018 | Little Wind | Sierra Leone | 2.457 | 3.498 | 1030 | 80 | 2 |
| 8863317 | Diva | Saint Vincent | 2.572 | 3.506 | 1030 | 80 | 1 |
| 8863769 | A.Bryukhovetskiy | Rusya Fed. | 5.010 | 5.861 | 1320 | 100 | 1 |
| 8865963 | River Grace | Belize | 4.057 | 5.091 | 1030 | 160 | 1 |
| 8865987 | Mila | Kamboçya | 2.894 | 4.361 | 1044 | 70 | 4 |
| 8866010 | Volgo-Don 203 | Rusya Fed. | 4.980 | 5.859 | 1320 | 100 | 11 |
| 8866022 | Pluton | Panama | 3.788 | 5.260 | 1326 | 170 | 1 |

Ek Tablo 7. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|--------------|-------|-------|-------------------|---------------|--------------|
| 8866333 | Leo V | Moldovya | 3.788 | 5.176 | 1326 | 170 | 1 |
| 8866589 | Astrakhan | Rusya Fed. | 4.110 | 4.485 | 1960 | 160 | 1 |
| 8866682 | Blacksmith | Vanuatu | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 2 |
| 8866694 | Svir | Rusya Fed. | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 2 |
| 8866711 | Streamline | Comoros | 2.447 | 3.152 | 1030 | 160 | 1 |
| 8866723 | Diamond C | Kamboçya | 2.447 | 3.108 | 1030 | 50 | 6 |
| 8866761 | Amethyst | Rusya Fed. | 2.879 | 3.600 | 1030 | 50 | 1 |
| 8866773 | Dvina | Rusya Fed. | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 2 |
| 8866826 | Aleksandr Lebed | Belize | 4.972 | 5.389 | 1720 | 100 | 1 |
| 8866838 | Lana | Malta | 3.082 | 3.709 | 1760 | 100 | 1 |
| 8866840 | Pyotr Strelkov | Rusya Fed. | 4.997 | 5.375 | 1760 | 100 | 3 |
| 8866931 | Pallada | Moldovya | 2.457 | 3.581 | 1030 | 80 | 2 |
| 8866955 | Gerda | Comoros | 2.457 | 3.568 | 1030 | 80 | 1 |
| 8867026 | Aspro | Kamboçya | 2.892 | 4.273 | 1030 | 80 | 5 |
| 8867210 | Cherokee | Malta | 4.962 | 5.334 | 1760 | 100 | 1 |
| 8867301 | Atria | Rusya Fed. | 2.447 | 3.177 | 1030 | 50 | 3 |
| 8869555 | Novopolye | Rusya Fed. | 3.086 | 3.332 | 1030 | 124 | 2 |
| 8869945 | Blackwood | Belize | 5.096 | 6.062 | 1320 | 100 | 1 |
| 8869969 | Slavyanka | Rusya Fed. | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 6 |
| 8871338 | Sapphire | Rusya Fed. | 2.879 | 3.734 | 1030 | 50 | 2 |
| 8872344 | Reliance | Belize | 2.426 | 3.174 | 1030 | 50 | 1 |
| 8872538 | Viktor Taratin | Panama | 4.997 | 5.415 | 1720 | 100 | 2 |
| 8872617 | Starshina D. | Tanzanya | 2.576 | 3.294 | 1471 | 420 | 1 |
| 8872746 | Chalna | Belize | 3.952 | 5.027 | 1326 | 170 | 1 |
| 8874316 | Arvin | Kamboçya | 2.516 | 3.509 | 1030 | 80 | 1 |
| 8874354 | Hayal S | Comoros | 3.070 | 3.888 | 1760 | 100 | 2 |
| 8875621 | Omskiy - 109 | Rusya Fed. | 2.463 | 3.174 | 1030 | 50 | 29 |
| 8876340 | Alexandra | Malta | 5.205 | 6.005 | 1760 | 100 | 1 |
| 8878374 | Alioth | Rusya Fed. | 2.463 | 3.174 | 1030 | 50 | 3 |
| 8879251 | Artey | Sierra Leone | 2.457 | 3.584 | 1030 | 80 | 1 |
| 8881266 | Moryak | Palau | 1.846 | 2.755 | 1030 | 80 | 2 |
| 8881292 | Astra | Rusya Fed. | 2.447 | 3.177 | 1030 | 50 | 3 |
| 8884555 | Bahar-K | Türkiye | 5.306 | 8.284 | 2680 | 130 | 5 |
| 8884579 | Hüseyin Ustaoglu | Türkiye | 786 | 1.215 | 980 | 84 | 1 |
| 8884921 | German | Rusya Fed. | 2.446 | 3.122 | 1030 | 50 | 4 |
| 8887454 | Okhotsk | Rusya Fed. | 2.441 | 3.237 | 1030 | 50 | 1 |
| 8887753 | Borisfen | Moldovya | 2.446 | 3.128 | 1030 | 80 | 1 |
| 8888070 | Bratsk | Rusya Fed. | 2.441 | 3.233 | 1030 | 50 | 2 |
| 8888094 | Phobus | Rusya Fed. | 2.442 | 3.154 | 1030 | 50 | 1 |

Ek Tablo 8. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|-------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 8889397 | Geros | Moldovya | 2.360 | 3.183 | 1030 | 80 | 2 |
| 8889440 | Tıras | Moldovya | 2.360 | 3.183 | 1030 | 80 | 2 |
| 8890396 | Seminole | Malta | 4.976 | 5.107 | 1760 | 160 | 1 |
| 8891376 | Falcona | Belize | 1.694 | 2.151 | 880 | 100 | 2 |
| 8891390 | Odessa 1 | Comoros | 2.441 | 3.227 | 1030 | 50 | 2 |
| 8891560 | Rodion Osllyabya | Kongo | 3.070 | 3.709 | 1030 | 80 | 2 |
| 8891572 | Mega | Moldovya | 2.979 | 4.155 | 1030 | 80 | 1 |
| 8896039 | Berg | Moldovya | 2.516 | 3.506 | 1030 | 80 | 2 |
| 8899067 | Kalıtva | Rusya Fed. | 2.463 | 3.174 | 1030 | 50 | 3 |
| 8899976 | Beryl | Rusya Fed. | 2.454 | 3.201 | 1030 | 50 | 1 |
| 8899988 | Saılduke | Rusya Fed. | 2.451 | 3.197 | 1030 | 50 | 1 |
| 8900684 | Acorus | Moldovya | 3.776 | 5.950 | 1326 | 170 | 5 |
| 8901585 | Wısla | Vanuatu | 9.815 | 13.770 | 5400 | 700 | 1 |
| 8901597 | Hekmeh | Belize | 9.815 | 13.790 | 3810 | 1200 | 1 |
| 8903026 | Jazz | Cook Islands | 2.236 | 4.018 | 1030 | 160 | 1 |
| 8903038 | Nova | Malta | 2.237 | 3.766 | 1060 | 80 | 4 |
| 8903040 | Vectis Isle | Comoros | 2.237 | 3.774 | 1060 | 80 | 2 |
| 8903064 | Saturn | Cook Islands | 2.236 | 3.771 | 1030 | 160 | 2 |
| 8913320 | Zinnet Mete | Türkiye | 8.220 | 12.231 | 4533 | 520 | 1 |
| 8914312 | Mehmet Aga | Panama | 6.065 | 11.000 | 4320 | 295 | 1 |
| 8916322 | Milangaz 4 | Türkiye | 2.856 | 3.594 | 2460 | 309 | 18 |
| 8916499 | Narlıca | Türkiye | 3.679 | 5.366 | 2950 | 360 | 2 |
| 8916504 | Duruca | Türkiye | 4.556 | 6.999 | 3320 | 320 | 2 |
| 8917417 | Feyz Ambassador | Panama | 2.988 | 5.788 | 2650 | 270 | 1 |
| 8917730 | Leo I | Togo | 3.828 | 5.528 | 3000 | 230 | 1 |
| 8917869 | Birch | Cook Islands | 1.552 | 2.643 | 1030 | 80 | 1 |
| 8918356 | Vıana Do Castelo | Ukrayna | 2.977 | 4.109 | 1321 | 80 | 1 |
| 8918370 | Kılıya | Ukrayna | 2.977 | 4.077 | 1321 | 80 | 1 |
| 8926121 | Anastasia | Saint Vincent | 2.528 | 4.056 | 1766 | 103 | 2 |
| 8926913 | Yalker | Saint Vincent | 2.463 | 3.157 | 1030 | 50 | 7 |
| 8927979 | Alice | Kamboçya | 5.222 | 6.126 | 3000 | 275 | 8 |
| 8932297 | Bade | Sierra Leone | 2.456 | 3.128 | 1030 | 50 | 2 |
| 8932302 | Coral | Rusya Fed. | 2.456 | 3.128 | 1030 | 50 | 5 |
| 8933203 | Konak | Moldovya | 2.463 | 3.217 | 2280 | 200 | 1 |
| 8933564 | Volzhskiy-47 | Rusya Fed. | 5.205 | 6.050 | 1720 | 100 | 3 |
| 8935392 | York | Rusya Fed. | 2.454 | 3.201 | 1030 | 50 | 3 |
| 8935457 | Diamond | Rusya Fed. | 2.879 | 3.420 | 1030 | 50 | 2 |
| 8936798 | Sailcountess | Rusya Fed. | 2.454 | 3.201 | 1030 | 50 | 1 |
| 8937687 | Omskiy-6 | Rusya Fed. | 3.095 | 3.843 | 1030 | 50 | 3 |

Ek Tablo 9. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-------------------|--------------|-------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 8942577 | Catharine | Comoros | 3.969 | 5.124 | 1324 | 160 | 2 |
| 8942931 | Rosewood | Belize | 5.096 | 6.049 | 1320 | 100 | 1 |
| 8943088 | Prime | Kamboçya | 2.452 | 3.329 | 1030 | 80 | 3 |
| 8943416 | Altair | Sierra Leone | 3.131 | 3.757 | 1030 | 50 | 2 |
| 8943428 | Smart | Kamboçya | 2.597 | 3.038 | 1030 | 50 | 2 |
| 8943478 | Onix | Rusya Fed. | 2.532 | 3.238 | 1030 | 50 | 3 |
| 8945086 | Victor Martynenko | Rusya Fed. | 5.088 | 5.346 | 1760 | 100 | 3 |
| 8949367 | Sapphire | Belize | 5.096 | 6.165 | 1320 | 100 | 1 |
| 8949434 | Leonid Khotkin | Rusya Fed. | 4.997 | 5.446 | 1760 | 100 | 2 |
| 8951346 | Sympathy | Belize | 5.096 | 6.062 | 1320 | 100 | 3 |
| 8951396 | Kapitan Matveev | Rusya Fed. | 2.463 | 3.197 | 1030 | 50 | 1 |
| 8951413 | Zakamsk | Comoros | 2.406 | 3.328 | 485 | 100 | 1 |
| 8954946 | Akhmat Kadyrov | Rusya Fed. | 4.963 | 5.479 | 1320 | 80 | 2 |
| 8955586 | Apache | Malta | 4.988 | 5.172 | 1760 | 50 | 1 |
| 8955720 | Comanche | Malta | 4.988 | 5.172 | 1760 | 50 | 2 |
| 8957132 | Lazurit | Kamboçya | 2.597 | 3.027 | 1030 | 50 | 1 |
| 8959154 | Volgo-Don 235 | Rusya Fed. | 4.963 | 5.618 | 1320 | 80 | 2 |
| 8959180 | Volgo-Don 211 | Rusya Fed. | 4.963 | 5.250 | 1320 | 100 | 2 |
| 8959219 | Capitan Korchin | Rusya Fed. | 4.963 | 5.659 | 1400 | 100 | 2 |
| 8962022 | Evgeniy S. | Rusya Fed. | 4.997 | 5.375 | 1760 | 100 | 1 |
| 8963181 | Chalsı | Kamboçya | 4.994 | 5.534 | 1470 | 180 | 2 |
| 8966224 | Sazan | Türkiye | 629 | 1.210 | 227 | 25 | 2 |
| 8970615 | Nazım İmamoğlu | Türkiye | 978 | 1.649 | 984 | 80 | 2 |
| 8971188 | Boris Pevkin | Rusya Fed. | 4.997 | 5.446 | 1760 | 100 | 2 |
| 8971190 | Aleksey N. | Panama | 4.997 | 5.446 | 1720 | 100 | 1 |
| 8975976 | Ümit-K | Türkiye | 743 | 1.201 | 300 | 80 | 2 |
| 8989094 | Bolaman | Türkiye | 745 | 1.316 | 745 | 50 | 1 |
| 8989214 | Petr Hamitov | Panama | 4.972 | 5.354 | 1760 | 100 | 1 |
| 9000716 | Elit | Türkiye | 8.940 | 11.723 | 6590 | 700 | 2 |
| 9001112 | Kafkametler | Türkiye | 1.866 | 3.134 | 984 | 80 | 1 |
| 9001124 | Feyza Genç | Türkiye | 1.995 | 3.490 | 970 | 145 | 1 |
| 9001136 | Necla Abla | Türkiye | 4.988 | 7.416 | 3343 | 300 | 1 |
| 9001148 | Dost-I | Türkiye | 4.955 | 8.059 | 2680 | 278 | 5 |
| 9001162 | Kazım Genç | Türkiye | 2.880 | 4.586 | 1864 | 220 | 1 |
| 9003067 | Syn Markab | İtalya | 3.983 | 4.444 | 2427 | 450 | 1 |
| 9005857 | Taylan Kalkavan | Türkiye | 3.169 | 4.737 | 1864 | 220 | 4 |
| 9005869 | Mavi Marmara | Türkiye | 4.142 | 525 | 4400 | 400 | 1 |
| 9005895 | Kaptan Cevdet | Türkiye | 1.572 | 2.751 | 984 | 80 | 2 |
| 9005900 | Hacı Zeki Güçlü | Türkiye | 999 | 2.060 | 984 | 80 | 5 |

Ek Tablo 10. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-----------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9007001 | Sea Master S | Palau | 3.978 | 5.810 | 2640 | 270 | 1 |
| 9007104 | Yığıt | Malta | 3.222 | 4.864 | 2940 | 272 | 2 |
| 9011961 | Neptune | Cook Islands | 2.236 | 3.774 | 1030 | 160 | 3 |
| 9016155 | Mert Kalkavan | Türkiye | 4.878 | 8.185 | 2980 | 250 | 1 |
| 9034743 | Ayşenaz | Türkiye | 5.401 | 9.108 | 3700 | 400 | 6 |
| 9035292 | Ahmet Telli | Türkiye | 4.065 | 6.025 | 2940 | 390 | 2 |
| 9037276 | Adatrans | Türkiye | 6.167 | 9.205 | 3837 | 160 | 1 |
| 9040883 | Gaschem Jümme | Liberya | 4.822 | 6.332 | 3300 | 125 | 1 |
| 9040936 | Atasoylar | Türkiye | 2.966 | 5.033 | 1838 | 336 | 1 |
| 9040950 | Güneyin | Türkiye | 660 | 1.185 | 492 | 60 | 3 |
| 9041124 | Umit G | Türkiye | 2.805 | 4.495 | 1486 | 120 | 1 |
| 9045613 | Tk Rotterdam | Liberya | 6.036 | 8.861 | 4500 | 443 | 1 |
| 9045663 | H.Kaptan | Türkiye | 4.293 | 6.304 | 1600 | 240 | 1 |
| 9045742 | Ostra | Türkiye | 4.422 | 6.585 | 2900 | 292 | 1 |
| 9053907 | Lıva | Cook Islands | 3.564 | 4.151 | 2650 | 310 | 5 |
| 9055931 | Salacak | Panama | 7.708 | 14.723 | 4480 | 384 | 1 |
| 9057252 | Baltyskiy 202 | Belize | 2.506 | 3.691 | 1740 | 177 | 1 |
| 9057305 | Rhone | Vanuatu | 2.938 | 4.202 | 1938 | 336 | 2 |
| 9057317 | M.N.Eregli | Malta | 2.319 | 3.060 | 1160 | 244 | 1 |
| 9057513 | Hitachi | Panama | 8.357 | 5.517 | 19500 | 1100 | 4 |
| 9061265 | Archer | Cook Islands | 3.992 | 6.153 | 2175 | 1200 | 1 |
| 9062283 | Najva | İran | 1.387 | 2.500 | 882 | 100 | 1 |
| 9062295 | Hacı Ali Sarı | Türkiye | 16.712 | 28.467 | 5735 | 1000 | 1 |
| 9067582 | Ldr Sakine | Panama | 4.193 | 5.401 | 2145 | 240 | 5 |
| 9070503 | Saadet | Malta | 2.598 | 3.092 | 1800 | 245 | 1 |
| 9071571 | Steel Wisdom | Liberya | 27.011 | 46.641 | 7428 | 480 | 1 |
| 9075462 | Ömerbey-I | Türkiye | 627 | 1.178 | 1030 | 80 | 1 |
| 9076466 | Canopus | Saint Vincent | 4.991 | 6.207 | 1940 | 150 | 1 |
| 9080986 | Suna | Rusya Fed. | 2.889 | 4.143 | 1600 | 200 | 1 |
| 9083328 | Kadet | Rusya Fed. | 4.110 | 4.985 | 1940 | 150 | 2 |
| 9085900 | Ayyıldız | Panama | 10.490 | 16.852 | 3510 | 530 | 2 |
| 9087104 | Magellan | Rusya Fed. | 4.110 | 4.885 | 1940 | 150 | 1 |
| 9094157 | Feofan Shokhrev | Belize | 4.972 | 5.376 | 1720 | 100 | 1 |
| 9100152 | Gouweborg | Hollanda | 2.769 | 4.182 | 2330 | 165 | 1 |
| 9101637 | Captainyannis L | Malta | 26.828 | 43.683 | 8289 | 600 | 1 |
| 9103738 | Ym Hazar | Türkiye | 2.658 | 3.200 | 2950 | 203 | 14 |
| 9103805 | Ym Aral | Türkiye | 2.658 | 3.268 | 2950 | 203 | 11 |
| 9104811 | Sakar | Malta | 13.957 | 21.591 | 8000 | 600 | 1 |
| 9106443 | Nicolas A | Türkiye | 8.633 | 9.319 | 10460 | 1000 | 1 |

Ek Tablo 11. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen. Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-----------------|---------------|--------|--------|-------------------|----------------|--------------|
| 9107667 | Olga Topic | Liberya | 26.250 | 45.483 | 7428 | 480 | 1 |
| 9110286 | Hanhai | Panama | 26.063 | 45.644 | 7286 | 400 | 1 |
| 9116084 | Su | Türkiye | 5.447 | 8.258 | 2950 | 203 | 1 |
| 9118185 | Onyx-T | Panama | 3.368 | 4.973 | 2225 | 375 | 15 |
| 9119361 | Surgut | Rusya Fed. | 4.110 | 4.916 | 1940 | 150 | 2 |
| 9119373 | Sioux | Malta | 4.967 | 5.177 | 1740 | 160 | 1 |
| 9120384 | Varna | Bulgaristan | 7.094 | 7.954 | 2985 | 450 | 1 |
| 9120827 | Recep Reis 1 | Türkiye | 1.127 | 1.771 | 740 | 60 | 1 |
| 9121857 | Abanoz | Tuvalu | 3.999 | 5.277 | 3960 | 460 | 10 |
| 9125413 | Kuleli | Türkiye | 5.124 | 5.586 | 3090 | 600 | 3 |
| 9127162 | Altar | Cook Islands | 2.840 | 4.948 | 1280 | 100 | 5 |
| 9127502 | As Mars | Marshall Adl. | 14.241 | 18.395 | 9700 | 1000 | 2 |
| 9132492 | Bogdan | Malta | 10.220 | 14.011 | 5180 | 500 | 1 |
| 9133355 | Caspian Wind | Rusya Fed. | 2.813 | 3.837 | 1740 | 160 | 1 |
| 9133757 | Topkapı | Panama | 7.708 | 10.467 | 4480 | 400 | 2 |
| 9133836 | Prins Maurits | Hollanda | 13.500 | 18.713 | 8600 | 900 | 1 |
| 9133903 | Hılamaya | Rusya Fed. | 4.955 | 6.225 | 1940 | 160 | 2 |
| 9135652 | Evanthia | Malta | 25.503 | 43.229 | 7200 | 700 | 1 |
| 9136371 | Manı | Panama | 2.077 | 3.000 | 2900 | 187 | 3 |
| 9136864 | Derya Aytekin | Panama | 4.358 | 6.830 | 2794 | 600 | 2 |
| 9137222 | Mekhanik C. | Ukrayna | 2.842 | 3.820 | 2900 | 150 | 4 |
| 9138329 | Hamburg | Bahamalar | 15.067 | 1.474 | 3480 | 2760 | 1 |
| 9143623 | Danadı 1 | Rusya Fed. | 4.955 | 6.207 | 1940 | 150 | 2 |
| 9145360 | Emine Anne | Türkiye | 884 | 1.602 | 750 | 72 | 1 |
| 9146003 | Steel Integrity | Liberya | 26.586 | 48.224 | 7286 | 400 | 1 |
| 9146388 | Thor Wind | Singapur | 25.889 | 39.087 | 8580 | 840 | 1 |
| 9151515 | Adastar | Liberya | 15.868 | 21.146 | 4894 | 400 | 1 |
| 9156204 | Prastos | Vanuatu | 4.955 | 6.207 | 1940 | 300 | 2 |
| 9159830 | Tere Moana | Bahamalar | 3.504 | 450 | 2970 | 330 | 1 |
| 9165944 | Bravo Supporter | Cebelitarık | 1.109 | 1.265 | 1200 | 150 | 11 |
| 9166508 | Gündem-I | Türkiye | 3.379 | 5.225 | 2250 | 255 | 1 |
| 9169732 | Dilek | Cook Islands | 2.905 | 4.463 | 1800 | 100 | 1 |
| 9174787 | Sinan Atasoy | Türkiye | 2.491 | 4.448 | 1100 | 128 | 1 |
| 9175169 | Azov Mariner | Malta | 4.606 | 6.600 | 1800 | 220 | 1 |
| 9175212 | Rıroil 4 | Malta | 4.606 | 6.623 | 1800 | 232 | 8 |
| 9176668 | Resounder | Liberya | 26.136 | 45.724 | 7171 | 500 | 1 |
| 9181728 | Fortune Express | Türkiye | 18.406 | 30.109 | 5730 | 1000 | 7 |
| 9183489 | Ece S | Panama | 3.862 | 5.767 | 1800 | 600 | 1 |

Ek Tablo 12. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-------------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9184823 | Flex Emden | Antiqua | 2.999 | 5.057 | 2540 | 135 | 1 |
| 9195286 | Ocean Prince | Liberya | 29.688 | 50.655 | 10473 | 1000 | 1 |
| 9195561 | Minstrel | Saint Vincent | 1.552 | 1.730 | 1030 | 80 | 1 |
| 9195767 | Beaumotion | Hollanda | 2.545 | 3.828 | 1520 | 250 | 1 |
| 9195913 | Burak | Panama | 3.660 | 5.762 | 2400 | 184 | 1 |
| 9199830 | Genco Progress | Hong Kong | 18.036 | 29.952 | 6393 | 450 | 1 |
| 9200029 | Mehmet Ünlü | Türkiye | 4.937 | 7.860 | 2880 | 245 | 1 |
| 9203710 | St. Constantine | Malta | 3.467 | 4.520 | 1800 | 174 | 3 |
| 9204702 | Tracer | Hollanda | 6.714 | 8.734 | 7800 | 548 | 1 |
| 9204726 | Traveller | Hollanda | 6.714 | 8.030 | 7800 | 548 | 1 |
| 9210270 | Nordkap | Antiqua | 6.204 | 8.150 | 4000 | 380 | 1 |
| 9211107 | Harmony S | Panama | 4.362 | 6.687 | 2794 | 600 | 3 |
| 9212785 | Necati Çavuşoğlu | Türkiye | 1.868 | 3.171 | 853 | 288 | 1 |
| 9216688 | Tai Health | Panama | 28.615 | 51.008 | 9600 | 520 | 1 |
| 9220421 | Epic Balta | Singapur | 4.807 | 5.076 | 3900 | 600 | 1 |
| 9225512 | Santa Pacific | Panama | 16.848 | 28.520 | 5840 | 500 | 1 |
| 9226695 | Semela | Comoros | 6.272 | 7.071 | 6000 | 390 | 1 |
| 9226700 | Panthera J | Liberya | 6.275 | 7.072 | 6000 | 390 | 1 |
| 9227211 | İstanbul Ka | Türkiye | 3.511 | 5.654 | 1850 | 400 | 2 |
| 9227962 | Solitaire 1 | Panama | 15.609 | 24.997 | 6156 | 800 | 1 |
| 9228227 | Sea Moon | Liberya | 17.431 | 28.500 | 5884 | 500 | 1 |
| 9234202 | El Condor Pas | Panama | 20.157 | 33.476 | 6620 | 1000 | 1 |
| 9235842 | Kuzguncuk | Türkiye | 5.255 | 5.223 | 4200 | 441 | 7 |
| 9235957 | Starway | Liberya | 17.784 | 28.107 | 7098 | 500 | 1 |
| 9236262 | Pacoba | Portekiz | 10.308 | 12.301 | 10500 | 3000 | 15 |
| 9247601 | Sv.Apostol Andrey | Rusya Fed. | 4.974 | 7.250 | 2160 | 160 | 2 |
| 9247625 | Svyatitel Aleksiy | Rusya Fed. | 4.974 | 5.440 | 2160 | 160 | 2 |
| 9249025 | Aec Diligence | Bahamalar | 19.882 | 31.642 | 7000 | 1200 | 1 |
| 9250397 | Fitburg | Saint Vincent | 6.378 | 9.777 | 3960 | 244 | 1 |
| 9260081 | Mount Olympus | Marshall Adl. | 22.515 | 39.816 | 7980 | 600 | 1 |
| 9263174 | Mount Mckinney | Marshall Adl. | 22.518 | 39.997 | 7980 | 600 | 1 |
| 9266188 | Sea Lady | Marshall Adl. | 27.986 | 50.246 | 8090 | 480 | 1 |
| 9266906 | Papua | Liberya | 19.796 | 31.817 | 6620 | 500 | 1 |
| 9268289 | Alev Kaman | Türkiye | 2.554 | 3.667 | 1900 | 230 | 4 |
| 9269295 | Maestro Niyazi | Azerbaycan | 4.953 | 5.885 | 2200 | 278 | 1 |
| 9269934 | Uluç Ka | Türkiye | 3.981 | 5.468 | 2400 | 240 | 21 |
| 9281499 | Heroi Stakhorskyı | Ukrayna | 5.197 | 6.315 | 1935 | 236 | 2 |
| 9281504 | Dmytro K. | Ukrayna | 5.197 | 6.315 | 1935 | 236 | 1 |
| 9281516 | Oles Honchar | Ukrayna | 5.197 | 6.315 | 1935 | 236 | 1 |

Ek Tablo 13. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(Kw) | Jen Gücü (Kw) | Sefer sayısı |
|---------|-----------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9282091 | Apollo Lynx | Antiqua | 2.914 | 4.294 | 1800 | 220 | 1 |
| 9284506 | Chris Gr | Malta | 30.632 | 55.715 | 8200 | 800 | 1 |
| 9286449 | Msc Hoggar | Türkiye | 8.656 | 11.643 | 5920 | 500 | 12 |
| 9290517 | Lisca Bianca M. | İtalya | 23.240 | 37.349 | 9460 | 740 | 10 |
| 9290828 | Byron | Marshall Adl. | 23.298 | 37.252 | 9460 | 740 | 2 |
| 9294460 | Ukrainets | Rusya Fed. | 4.182 | 5.499 | 2040 | 160 | 1 |
| 9296743 | V Fulmar | Filipinler | 29.739 | 52.307 | 8000 | 1400 | 1 |
| 9297125 | Ulus Star | Rusya Fed. | 2.614 | 3.737 | 1290 | 100 | 1 |
| 9299214 | Ottomana | İtalya | 18.034 | 27.300 | 7620 | 900 | 3 |
| 9304382 | Tai Hunter | Panama | 30.669 | 55.418 | 8200 | 520 | 1 |
| 9310331 | Orhan Bayraktar | Türkiye | 4.703 | 6.139 | 2880 | 362 | 1 |
| 9314442 | Chelsea-2 | Malta | 5.166 | 6.247 | 1470 | 100 | 6 |
| 9314882 | Amphitrite | Liberya | 23.325 | 39.378 | 9698 | 660 | 1 |
| 9314894 | Arion | Liberya | 23.325 | 39.378 | 9698 | 800 | 1 |
| 9314973 | Cma Cgm L. | Liberya | 28.927 | 39.295 | 25270 | 1680 | 1 |
| 9315800 | Aegeas | Liberya | 23.325 | 34.999 | 9698 | 660 | 2 |
| 9315898 | Byzantion | Yunanistan | 23.310 | 37.275 | 9480 | 800 | 1 |
| 9318254 | Sena Kalkavan | Marshall Adl. | 10.308 | 12.477 | 10000 | 570 | 10 |
| 9319947 | Safiye Ana | Türkiye | 2.313 | 3.533 | 1095 | 80 | 1 |
| 9323651 | Ditzum | Cebelitarık | 3.173 | 4.525 | 2900 | 100 | 1 |
| 9326653 | Sea Phantom | Marshall Adl. | 8.503 | 13.115 | 4440 | 550 | 1 |
| 9327310 | Gizem Deniz S. | Marshall Adl. | 3.934 | 5.795 | 2995 | 390 | 2 |
| 9330276 | Pacaya | Antiqua | 9.957 | 13.632 | 9730 | 1500 | 1 |
| 9330513 | Satie | Malta | 28.616 | 39.276 | 25000 | 1680 | 1 |
| 9331452 | Rusich - 3 | Rusya Fed. | 4.970 | 5.500 | 2280 | 160 | 8 |
| 9332066 | Sylvie | Hong Kong | 22.954 | 26.348 | 7980 | 600 | 1 |
| 9333553 | Asiaborg | Hollanda | 11.860 | 16.937 | 7800 | 600 | 1 |
| 9340855 | Belorus | Rusya Fed. | 4.182 | 5.489 | 2040 | 160 | 1 |
| 9343417 | Warisa Naree | Tayland | 32.661 | 53.839 | 9600 | 900 | 1 |
| 9344734 | Eren C | Panama | 6.177 | 10.300 | 2500 | 125 | 1 |
| 9345726 | Azov Concept | Malta | 6.100 | 8.023 | 2860 | 160 | 2 |
| 9347839 | Drago J | Antiqua | 7.223 | 8.034 | 5400 | 1920 | 1 |
| 9348326 | Kazakh | Rusya Fed. | 4.182 | 5.509 | 2040 | 172 | 3 |
| 9352169 | Selin-S | Türkiye | 2.244 | 3.335 | 1470 | 392 | 1 |
| 9352846 | Futura Carrier | Panama | 2.569 | 3.376 | 2400 | 150 | 2 |
| 9353072 | Nakhchivan | Malta | 5.684 | 6.933 | 2240 | 215 | 2 |
| 9356567 | Ennio Marnix | Hollanda | 2.999 | 4.550 | 2050 | 160 | 1 |
| 9356969 | Mir Jalal P. | Malta | 5.684 | 6.933 | 2240 | 212 | 1 |
| 9358759 | Ali Akay | Türkiye | 3.816 | 5.727 | 3000 | 230 | 1 |

Ek Tablo 14. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|-------------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9359210 | Asvira | Malta | 1.972 | 3.346 | 1000 | 200 | 1 |
| 9361392 | Chelsea-3 | Malta | 5.170 | 5.827 | 1700 | 130 | 2 |
| 9361988 | Ulus Stream | Rusya Fed. | 2.604 | 3.674 | 1470 | 160 | 1 |
| 9363986 | Mykola Slavov | Ukrayna | 5.197 | 6.355 | 1935 | 236 | 3 |
| 9364007 | Sea Trader | Malta | 5.197 | 6.355 | 1935 | 236 | 1 |
| 9366469 | Furth | Marshall Adl. | 10.308 | 12.477 | 10000 | 570 | 16 |
| 9368261 | Professor Katsman | Rusya Fed. | 4.970 | 5.465 | 2280 | 160 | 1 |
| 9368572 | Mırzaga Khalilov | Malta | 4.922 | 6.270 | 2460 | 294 | 1 |
| 9368601 | Riad Ahmedov | Malta | 4.922 | 6.354 | 2460 | 294 | 1 |
| 9373503 | Spanaco Loyalty | Antiqua | 2.990 | 5.000 | 1980 | 168 | 6 |
| 9375082 | Palmalı C. | Malta | 5.684 | 6.933 | 2240 | 212 | 1 |
| 9375290 | Che | Tuvalu | 2.996 | 5.093 | 2028 | 155 | 2 |
| 9375953 | Clipper Trader | Bahamalar | 19.972 | 30.486 | 6232 | 625 | 1 |
| 9379349 | Michel A | Türkiye | 17.687 | 22.014 | 13273 | 720 | 3 |
| 9379387 | Claire A | Türkiye | 17.687 | 22.028 | 13273 | 720 | 11 |
| 9382059 | Naci Selimoğlu-1 | Türkiye | 2.991 | 5.227 | 1485 | 230 | 2 |
| 9382724 | Saturnus | Norveç | 30.273 | 50.300 | 9600 | 800 | 1 |
| 9382827 | Metin Dadaylı | Türkiye | 2.991 | 5.229 | 1485 | 230 | 1 |
| 9383730 | Hatice Çavuşoğlu | Türkiye | 7.008 | 10.975 | 2868 | 200 | 1 |
| 9383883 | Nikolay Klinov | Malta | 4.182 | 5.464 | 2100 | 180 | 3 |
| 9385427 | Harun Konan | Türkiye | 2.313 | 3.603 | 1850 | 244 | 2 |
| 9385532 | Diane A | Türkiye | 17.687 | 21.986 | 13280 | 720 | 9 |
| 9386158 | Chelsea-5 | Malta | 5.216 | 6.008 | 1700 | 130 | 5 |
| 9386160 | Chelsea-6 | Malta | 5.216 | 6.225 | 1700 | 130 | 7 |
| 9391804 | Alpha | Malta | 3.712 | 4.706 | 1120 | 50 | 3 |
| 9393060 | Ct Cork | Malta | 6.764 | 12.000 | 5400 | 520 | 1 |
| 9394234 | Souselas | Portekiz | 14.116 | 20.700 | 8000 | 600 | 1 |
| 9395240 | Ubc Luzon | Liberya | 31.094 | 53.507 | 8600 | 900 | 1 |
| 9395616 | Turnberry Kontor | Marshall Adl. | 9.940 | 13.856 | 9730 | 600 | 3 |
| 9396452 | Nazım Bey | Türkiye | 2.102 | 3.260 | 1140 | 146 | 1 |
| 9397171 | Australiaborg | Hollanda | 11.864 | 17.355 | 7800 | 600 | 1 |
| 9397420 | Ayşe Naz B. | Türkiye | 15.479 | 21.417 | 11060 | 800 | 5 |
| 9398046 | Cfl Prudence | Hollanda | 4.106 | 6.529 | 1960 | 160 | 1 |
| 9398632 | Gözde Bayraktar | Türkiye | 15.479 | 21.417 | 11060 | 800 | 25 |
| 9400899 | Clipper Kamoshio | Panama | 20.236 | 32.225 | 6620 | 900 | 1 |
| 9403487 | Gelius 2 | Rusya Fed. | 2.678 | 3.557 | 1470 | 160 | 2 |
| 9404235 | Odertal | Antiqua | 3.183 | 4.507 | 1800 | 165 | 1 |
| 9405784 | Zuga | Türkiye | 4.598 | 6.433 | 2970 | 500 | 1 |
| 9406128 | Cs Crystal | Bahamalar | 19.972 | 30.477 | 6232 | 625 | 1 |

Ek Tablo 15. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9407029 | Modulus 1 | Saint Vincent | 2.995 | 4.416 | 1850 | 310 | 3 |
| 9407213 | Filyoz | Malta | 4.034 | 5.701 | 2720 | 400 | 3 |
| 9409168 | Marycam Swan | Panama | 16.808 | 16.800 | 8580 | 2500 | 3 |
| 9409754 | Amurskiy Zaliv | Malta | 4.970 | 5.465 | 2280 | 160 | 1 |
| 9411862 | Tfm 1 | Rusya Fed. | 5.775 | 6.698 | 4100 | 475 | 1 |
| 9415959 | Bernard A | Türkiye | 17.687 | 21.988 | 13280 | 740 | 1 |
| 9418896 | Anittepe-S | Türkiye | 2.997 | 5.322 | 1920 | 232 | 1 |
| 9423786 | Kurpie | Bahamalar | 24.109 | 37.965 | 7500 | 600 | 1 |
| 9429742 | Atlantis Dweller | Barbados | 3.346 | 1.750 | 600 | 1200 | 4 |
| 9430624 | Oruba | Panama | 7.238 | 10.600 | 3824 | 284 | 3 |
| 9431434 | Se Panthea | Singapur | 9.627 | 12.748 | 5400 | 700 | 1 |
| 9438054 | Delphi Ranger | Bahamalar | 31.130 | 54.270 | 9480 | 900 | 1 |
| 9442108 | Siya | Panama | 7.180 | 10.474 | 3824 | 259 | 1 |
| 9445411 | Zeynep Ka | Türkiye | 4.347 | 6.276 | 2640 | 426 | 1 |
| 9449871 | Lady Salha | Marshall Adl. | 19.999 | 30.124 | 6232 | 687 | 1 |
| 9451355 | Da Hong Xia | Hong Kong | 20.454 | 28.378 | 6810 | 600 | 1 |
| 9454187 | Nord Trust | Panama | 31.232 | 55.693 | 9480 | 1500 | 1 |
| 9457878 | Ruby-T | Panama | 12.890 | 21.377 | 6900 | 800 | 1 |
| 9462859 | Kapitan Chekha | Malta | 5.223 | 5.774 | 1700 | 150 | 1 |
| 9466611 | Ovit | Malta | 5.253 | 10.300 | 5400 | 520 | 1 |
| 9466879 | Saratov | Marshall Adl. | 33.044 | 56.830 | 9480 | 600 | 1 |
| 9467160 | Pacific Winter | Liberya | 15.549 | 22.378 | 9730 | 500 | 1 |
| 9467952 | Sam Panther | Hong Kong | 21.650 | 33.395 | 6480 | 1800 | 1 |
| 9472713 | Akar Pazar | Panama | 6.001 | 8.500 | 2970 | 250 | 1 |
| 9473975 | Atlas B | Türkiye | 3.798 | 5.418 | 2060 | 200 | 1 |
| 9476680 | Georgios P | Yunanistan | 33.044 | 57.052 | 9480 | 600 | 1 |
| 9480370 | Beylerbeyi | Türkiye | 7.893 | 8.680 | 5960 | 530 | 8 |
| 9481099 | Fadelsia | Liberya | 23.460 | 35.896 | 7500 | 600 | 1 |
| 9481738 | Ommax | Comoros | 3.298 | 3.794 | 1700 | 250 | 2 |
| 9482017 | Olimpia | Rusya Fed. | 5.172 | 6.820 | 2300 | 200 | 2 |
| 9487380 | Anzer | Türkiye | 3.308 | 4.995 | 2225 | 375 | 2 |
| 9488645 | Boreas | Antiqua | 6.569 | 8.090 | 2500 | 244 | 1 |
| 9492634 | Chelsea-7 | Malta | 5.231 | 6.320 | 1700 | 160 | 2 |
| 9493377 | Kemal Ka | Türkiye | 8.705 | 13.581 | 3824 | 436 | 20 |
| 9497000 | Sunrose E | İtalya | 8.890 | 13.050 | 3310 | 331 | 1 |
| 9498248 | Lyulin | Malta | 19.906 | 30.000 | 6840 | 800 | 1 |
| 9498286 | Northern Dancer | Cebelitarık | 22.523 | 34.570 | 6480 | 470 | 1 |
| 9499826 | T.Sevgi | Türkiye | 7.318 | 10.983 | 2225 | 375 | 1 |
| 9506409 | Navin Harrier | Marshall Adl. | 5.087 | 7.390 | 2500 | 250 | 1 |

Ek Tablo 16. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9507788 | E.R. Brighton | Liberya | 32.672 | 55.783 | 8600 | 720 | 1 |
| 9508378 | Sude-S | Türkiye | 2.802 | 3.557 | 1960 | 450 | 16 |
| 9508639 | Nehir | Panama | 3.556 | 4.488 | 1960 | 400 | 1 |
| 9512290 | New Ascent | Panama | 43.025 | 82.179 | 9710 | 1200 | 1 |
| 9518220 | Noordvliet | Hollanda | 2.597 | 3.789 | 1520 | 200 | 1 |
| 9519523 | Epıc Balı | Singapur | 5.296 | 6.022 | 3900 | 450 | 3 |
| 9521368 | Flinter Rose | Hollanda | 3.603 | 5.609 | 1980 | 160 | 1 |
| 9522063 | Hıdalga | İtalya | 7.988 | 11.781 | 4100 | 400 | 1 |
| 9523756 | New Gemını | Malta | 2.994 | 5.285 | 1765 | 120 | 1 |
| 9528146 | Uzeyır Hajibeylı | Azerbaycan | 4.182 | 5.491 | 2030 | 180 | 1 |
| 9530955 | Angy R | Bahamalar | 22.733 | 36.903 | 6480 | 600 | 1 |
| 9536052 | Geervliet | Hollanda | 2.549 | 3.800 | 1520 | 250 | 1 |
| 9536181 | Spectra | Liberya | 2.981 | 5.168 | 1765 | 120 | 1 |
| 9538103 | Barbaros H. | Türkiye | 4.711 | 0 | 11900 | 1000 | 1 |
| 9543316 | Navın Osprey | Marshall Adl. | 5.087 | 8.000 | 2500 | 250 | 1 |
| 9547570 | Emin Reis | Türkiye | 4.165 | 6.624 | 2610 | 420 | 1 |
| 9550254 | Sagittarius | Marshall Adl. | 17.025 | 28.508 | 5850 | 1000 | 1 |
| 9556844 | Marina F | Malta | 15.545 | 25.000 | 5400 | 600 | 1 |
| 9557393 | Nortrader | Antıqua | 1.934 | 2.600 | 2326 | 160 | 2 |
| 9558581 | Muharrem Dadaylı | Türkiye | 8.601 | 11.719 | 3000 | 245 | 1 |
| 9558945 | Beykoz | Türkiye | 7.891 | 8.600 | 5970 | 1000 | 8 |
| 9559169 | Laurus | Moldovya | 3.068 | 5.480 | 1280 | 100 | 2 |
| 9564970 | Garip Baba | Malta | 5.857 | 8.649 | 2610 | 300 | 2 |
| 9565467 | Sultan Atasoy | Türkiye | 4.807 | 6.635 | 2000 | 230 | 1 |
| 9577991 | Js Caesar | Singapur | 5.036 | 4.986 | 3000 | 300 | 2 |
| 9580053 | Patria | Liberya | 19.785 | 32.069 | 6840 | 800 | 1 |
| 9584798 | Oriental Dragon | Hong Kong | 22.458 | 35.000 | 6480 | 465 | 1 |
| 9584994 | Amisos | Malta | 5.857 | 8.639 | 2610 | 300 | 4 |
| 9587154 | Western Maple | Hong Kong | 20.867 | 32.492 | 6480 | 465 | 1 |
| 9593311 | Vsc Triton | Liberya | 31.540 | 56.300 | 8890 | 1200 | 1 |
| 9595383 | Charlie | Marshall Adl. | 22.429 | 34.168 | 6480 | 600 | 1 |
| 9595840 | Alithia | Malta | 22.223 | 34.022 | 6480 | 570 | 1 |
| 9597111 | Hanjın Santana | Panama | 34.531 | 58.627 | 8600 | 600 | 1 |
| 9598828 | Neva Leader 2 | Rusya Fed. | 5.686 | 7.154 | 2400 | 200 | 5 |
| 9599341 | Svl Pride | Rusya Fed. | 4.793 | 7.111 | 2400 | 200 | 1 |
| 9602186 | Graig Rotterdam | İngiltere | 24.187 | 34.898 | 7900 | 530 | 1 |
| 9603685 | Jin Bo | Hong Kong | 32.964 | 57.000 | 9480 | 600 | 1 |
| 9604299 | Bao Ning Ling | Çin | 28.780 | 47.443 | 8090 | 800 | 1 |
| 9607643 | Zefirea | İtalya | 25.923 | 34.990 | 10626 | 720 | 6 |

Ek Tablo 17. 2015 yılında Samsun limanına gelen gemilerin teknik bilgileri

| İMO No | Gemi Adı | Bayrağı | Gros | Dwt | Ana Mak. Gücü(kW) | Jen Gücü (kW) | Sefer sayısı |
|---------|------------------|---------------|--------|--------|-------------------|---------------|--------------|
| 9608386 | Da Tai | Hong Kong | 22.566 | 29.881 | 9300 | 600 | 1 |
| 9611101 | Tyumen I | Kamboçya | 5.223 | 6.303 | 1700 | 150 | 1 |
| 9612844 | Gaz Dynamic | Marshall Adl. | 5.296 | 6.044 | 3900 | 400 | 13 |
| 9614830 | Şehnaz Ka | Türkiye | 7.087 | 10.609 | 2610 | 320 | 1 |
| 9618719 | Vladimir Z. | Rusya Fed. | 5.686 | 7.240 | 2400 | 200 | 1 |
| 9618721 | Anatoliy Sidenko | Rusya Fed. | 5.686 | 7.000 | 2400 | 200 | 1 |
| 9621883 | Adfines East | Malta | 24.167 | 36.940 | 7200 | 700 | 2 |
| 9622758 | Ym Amazon | Malta | 7.370 | 11.500 | 3360 | 350 | 1 |
| 9624328 | Id Copenhagen | Panama | 17.027 | 28.206 | 5850 | 800 | 1 |
| 9626156 | Vectis Isle | Isle Of Man | 7.227 | 10.199 | 3000 | 275 | 1 |
| 9628013 | Kurtulus | Türkiye | 3.404 | 5.300 | 1600 | 255 | 2 |
| 9629809 | Zuidvliet | Hollanda | 2.597 | 3.789 | 1520 | 200 | 1 |
| 9631383 | Amı | Bahamalar | 24.501 | 39.310 | 8600 | 900 | 1 |
| 9633549 | Shovket A. | Malta | 4.684 | 7.110 | 2400 | 350 | 1 |
| 9638408 | Schuyler Trader | Hong Kong | 23.405 | 36.000 | 6400 | 650 | 1 |
| 9642148 | Tai Success | Panama | 34.775 | 61.486 | 8450 | 550 | 1 |
| 9643219 | Western Eyde | Panama | 31.882 | 55.816 | 7390 | 800 | 1 |
| 9643233 | Azov Future | Saint Vincent | 9.071 | 12.014 | 2940 | 221 | 1 |
| 9645011 | Vf Tanker-12 | Rusya Fed. | 5.075 | 7.025 | 2400 | 200 | 3 |
| 9650822 | Oriente Gloria | Panama | 34.800 | 61.425 | 8450 | 1000 | 1 |
| 9653812 | Ym Everest | Malta | 11.594 | 16.500 | 7800 | 600 | 1 |
| 9657090 | Variety Voyager | Malta | 1.593 | 200 | 7900 | 720 | 1 |
| 9683740 | Lady Leila | Rusya Fed. | 5.075 | 6.980 | 2400 | 200 | 1 |
| 9687992 | Glard-3 | Rusya Fed. | 4.794 | 6.407 | 2400 | 200 | 3 |
| 9690509 | Alam Makmur | Singapur | 31.884 | 55.865 | 7390 | 1200 | 1 |
| 9697507 | Epic St Croix | Singapur | 4.292 | 4.950 | 2750 | 800 | 2 |
| 9700055 | Tiger Shanghai | Hong Kong | 36.449 | 63.512 | 8050 | 1800 | 1 |
| 9732943 | Tr Omaha | Marshall Adl. | 36.353 | 63.446 | 8050 | 1800 | 1 |
| 9747390 | Sth Athens | Marshall Adl. | 34.551 | 60.508 | 7800 | 1800 | 1 |

ÖZGEÇMİŞ

Fatih ALVER 1985 yılında Ordu'da doğdu. İlköğretimini Utku Acun İlköğretim Okulu'nda 1999 yılında tamamladı. Aynı yıl Ordu Fatih Lisesi'nde (YDA) lise öğrenimine başladı ve 2003 yılında mezun oldu. Üniversite öğrenimine 2004 yılında, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği bölümünde başladı ve 2009 yılında bu bölümü bitirdi. Üniversite hayatından sonra askerlik görevine kadar bir süre tersanelerde gemi proje mühendisi olarak çalıştı. 2011 yılında askerlik görevini tamamladıktan sonra 2012 yılına kadar farklı tersanelerde gemi projelerinde görev aldı. 2013 yılı Şubat ayında Ordu Üniversitesi, Fatsa Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümünde öğretim görevlisi olarak akademik görevine başladı.

Halen Ordu Üniversitesi, Fatsa Meslek Yüksekokulu Gemi İnşaatı Programı'nda öğretim görevlisi olarak çalışmakta olan Fatih ALVER, evli ve İngilizce bilmektedir.