

T.C.

ULAŖTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŖME BAKANLIĞI

**SAMSUN İLİ LİMANLARINA GELEN GEMİLERİN
OLUŖTURDUĐU EGZOZ GAZI EMİSYONLARININ
İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ**

DENİZCİLİK UZMANLIK TEZİ

Okay Ferhat UÇAR, Denizcilik Uzman Yardımcısı

Samsun Liman Başkanlığı

Danışman

Aydın ÜNAL, Samsun Liman Başkanı

Mart, 2014

T.C.

ULAŖTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŖME BAKANLIĞI

**SAMSUN İLİ LİMANLARINA GELEN GEMİLERİN
OLUŖTURDUĐU EGZOZ GAZI EMİSYONLARININ
İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ**

DENİZCİLİK UZMANLIK TEZİ

Okay Ferhat UÇAR, Denizcilik Uzman Yardımcısı

Samsun Liman Başkanlığı

Danışman

Aydın ÜNAL, Samsun Liman Başkanı

Mart, 2014

Görev Yaptığı Birim: Samsun Liman Başkanlığı

Tezin Teslim Edildiği Birim: Personel ve Eğitim Dairesi Başkanlığı

T.C.

ULAŞTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI

Okay Ferhat UÇAR tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerin Oluşturduğu Egzoz Gazı Emisyonlarının İncelenmesi ve Çevresel Etkileri” başlıklı tez Bakanlığımız Sınav Kurulu tarafından kabul edilmiştir.

Kurul Başkanı

Adı-Soyadı-İmza

.....

Kurul Üyesi

Adı-Soyadı-İmza

.....

Kurul Üyesi

Adı-Soyadı-İmza

.....

Kurul Üyesi

Adı-Soyadı-İmza

.....

Kurul Üyesi

Adı-Soyadı-İmza

.....

İÇİNDEKİLER	Sayfa
ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
SİMGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA LİSTESİ	xi
EK LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ.....	1
II. HAVA KİRLİLİĞİ.....	3
2.1 Hava Kirliliği Kaynaklar	4
2.2 Hava Kirletici Gazlar	5
2.2.1 Karbon dioksit (CO ₂)	5
2.2.2 Azot Oksitler (NO _x)	7
2.2.3 Karbon monoksit (CO)	7
2.2.4 Kükürt dioksit (SO ₂)	8
2.2.5 Metan (CH ₄).....	9
2.2.6 Klorofloro karbon Gazları (CFCS)	10
2.2.7 Hidrokarbonlar (HC).....	10
2.2.8 Parçacık Maddeler (PM).....	10
2.2.9 Su Buharı	11
2.2.10 Ozon (O ₃).....	11
III. GEMİLERDEN KAYNAKLANAN EGZOZ GAZI EMİSYONLARI.....	13
3.1 Gemi Egzoz Gazı Emisyonları Oluşumları	13

3.1.1 Karbon dioksit oluşumu.....	14
3.1.2 Karbon monoksit oluşumu.....	15
3.1.3 Azot oksit oluşumu	15
3.1.4 Kükürt oksit oluşumu.....	16
3.1.5 Partikül oluşumu	18
3.1.6 Metan haricindeki uçucu organik bileşiklerin oluşumu.....	18
3.1.7 Yanmamış karbonlu hidrojenler:	18
3.2 Gemi Egzoz Gazı Emisyonlarının İnsan Sağlığına Etkileri.....	19
3.2.1 Karbon monoksitin insan sağlığına etkileri	19
3.2.2 Kükürt oksitlerin insan sağlığına etkileri.....	19
3.2.3 Azot oksitlerin insan sağlığına etkileri	19
3.2.4 Metan haricinde uçucu organik bileşiklerin insan sağlığına etkileri	20
3.2.5 Partiküllerin insan sağlığına etkileri	20
IV.GEMİLERDEN KAYNAKLI EGZoz GAZI EMİSYONLARI İLE İLGİLİ MARPOL KURALLARI VE SON DEĞİŞİKLİKLER.....	21
4.1 ODS (Ozon inceltici gazlar)	21
4.2 Azot oksitler.....	22
4.3 Kükürt oksitler	23
4.4 VOC (Uçucu Organik Bileşikler)	24
4.5. Gemi İnsineratörü	25
V. SAMSUN İLİNDEKİ LİMANLAR	26
5.1 Samsunport:	26
5.1.1 Rıhtım Bilgileri	28
5.1.2 Samsunport Limanına ait bazı resimler	29
5.2 Yeşilyurt Limanı	32

5.2.1 Yeşilyurt Limanı coğrafi konumu.....	32
5.2.2 Rıhtım ölçü ve kapasiteleri:	32
5.3 Toros Limanı.....	34
5.3.1 Teknik Bilgiler	34
6.SAMSUN İLİ HAVA KİRLİLİĞİ	36
6.1 Samsun İli Hava Kirliliğine Genel Bakış	36
6.1.1 Samsun hava kalitesi ölçüm istasyonu.....	38
6.1.2 Samsun (Tekkeköy) hava kalitesi ölçüm istasyonu	40
VII. SAMSUN İLİ İTHALAT VE İHRACAT FAALİYETLERİ	43
7.1 Samsun ili 2013 yılı ihracat faaliyetleri	44
7.2 Samsun ili 2013 yılı ithalat faaliyetleri	45
7.3 Samsun ili 2013 yılı toplam ithalat-ihracat faaliyetleri	45
VIII.GEMİ EGZOZ EMİSYON MİKTARLARININ HESAPLANMASI	47
8.1 Gemilerin oluşturduğu egzoz emisyonlarını hesaplama metodları.....	47
8.2 Emisyon akış diyagramı.....	48
8.3 Emisyon tahmin metodunun uygulandığı alan	49
8.4 Egzoz gazı emisyon tahmin metodunun uygulanması.....	51
8.4.1 Seyirdeki egzoz gazı emisyonları	51
8.4.2 Limanda egzoz gazı emisyonları	53
8.5 2013 Yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerin özellikleri.....	57
8.5.1 2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilere ait ortalama değerler	58
8.5.2 Samsun ili limanlarına gelen gemilerin makine özellikleri	58
8.5.3 Gemilerin kullandıkları yakıt özellikleri.....	59
8.5.5 Gemilerin ana makine ve jeneratörlerin yük faktörleri.....	60

8.6 2013 Yılında Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerden Yayılan Egzoz Gazı Emisyon Miktarları	60
8.6.1 Gemilerin ana makinesinden kaynaklı egzoz gazı miktarları	61
8.6.2 Gemilerin jeneratörlerinden kaynaklı egzoz gazı miktarları	62
8.6.3 Gemilerden kaynaklı toplam egzoz gazı miktarları	63
8.7 2013 Yılı Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerin Meydana Getirdikleri Egzoz Gazı Emisyonlarının İşletme Modları ve Gemi Tipleri Açısından İncelenmesi	64
8.7.1 Seyirde ana makineden kaynaklı egzoz gazı emisyonları	64
8.7.2 Manevrada ana makineden kaynaklı egzoz gazı emisyonları.....	69
8.7.3 Seyirde jeneratörlerden kaynaklı egzoz gazı emisyonları	74
8.7.4 Manevrada jeneratörlerden kaynaklı egzoz gazı emisyonları.....	79
8.7.5 Rıhtımda jeneratörden kaynaklı egzoz gazı emisyonları.....	84
8.8 2013 Yılı Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerin Tiplerine Göre Toplam Egzoz Gazı Miktarları	89
8.8.1 Gemi tiplerine göre toplam NO _x emisyon miktarları	89
8.8.2 Gemi tiplerine göre toplam SO ₂ emisyonu miktarları	90
8.8.3 Gemi tiplerine göre toplam CO ₂ emisyonu miktarları.....	91
8.8.4 Gemi tiplerine göre toplam HC emisyonu miktarları	92
8.8.5 Gemi tiplerine göre toplam PM emisyonu miktarları	93
IX. SAMSUN İLİNE AİT HAVA KİRLİLİĞİ LİMİTLERİ VE İNSAN SAĞLIĞI İÇİN GENEL HAVA KALİTESİ.....	94
9.1 Samsun ili gemi kaynaklı hava kirliliği ile diğer kirletici kaynakların karşılaştırılması.....	99
TARTIŞMA VE SONUÇ	100
KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ	107

ÖNSÖZ

Gemilerden kaynaklı egzoz gazı emisyonları, hava kirliliğinin ciddi oranda artmasına neden olmaktadır. Hava kirliliğinin artması da asit yağmurlarının oluşmasına, ozon tabakasının delinmesine ve küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir. Gemilerden kaynaklı egzoz gazı emisyonlarının Samsun iline yapmış olduğu olumsuz etkileri belirtmek amacıyla, Karadeniz'in en büyük liman kenti olan Samsun iline ait limanlara gelen gemilerin yaymış oldukları egzoz gazı emisyon miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar neticesinde ise Samsun ili limanlarına gelen gemilerin Samsun ilinin hava kalitesini bozdukları ve bu hava kirleticilerin Samsun ilinde yaşayan insanların sağlığını da tehdit ettikleri sonucuna varılmıştır.

Yapmış olduğum tez çalışmam esnasında desteğini esirgemeyen, deneyimi ve bilgi birikimi ile çalışmamı yönlendiren değerli danışmanım Samsun Liman Başkanı Aydın ÜNAL' a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmama sağladıkları maddi ve manevi katkılardan dolayı Samsun Liman Başkanlığında çalışan personele, Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi'ne ve çalışmamın tamamlanması aşamasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mutlu ve huzurlu bir ortam sağlayarak manevi destek veren sevgili eşim Özge UÇAR' a ve eğitim hayatımda desteklerini hiç esirgemeyen anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mart 2014

Okay Ferhat UÇAR

SAMSUN İLİ LİMANLARINA GELEN GEMİLERİN OLUŞTURDUĞU EGZOZ GAZI EMİSYONLARININ İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

ÖZET

Hava kirliliği, hava kirlleticilerin atmosferdeki miktarlarının belirli bir sınırı geçmesi ile doğal yaşamın bozulması olayıdır. Hava kirliliği kaynağı olan egzoz gazı emisyonlarının büyük çoğunluğunu ise evsel, taşıt, gemi ve sanayi kaynaklı emisyonlar oluşturmaktadır. Bu emisyonlar insan hayatı için ciddi tehditler oluştururken, çevre açısından da ozon tabakasının incelmesine ve asit yağmurlarının oluşmasına neden olurlar.

Karadeniz'in en büyük liman kentlerinden biri olan Samsun; nüfus yoğunluğu, sanayi ve limanlarının varlığı nedeniyle hava kirliliğine maruz kalmaktadır. Özellikle evlerde ve işyerlerinde doğalgaz kullanımının artması hava kirliliğini önemli miktarda azaltırken, limanlara gelen gemilerin sayısının artması, sanayi tesislerinin kapasitelerini arttırarak çalışmalarına devam etmeleri ve yeni tesislerin kurulması ile birlikte de Samsun ilinde hava kirliliği artmaya başlamıştır. Samsun ilinde hava kirliliğinden bahsedebilmek için, hava kalitesinin değerini ölçen hava kirliliği ölçüm istasyonlarının verileri incelenmiş ve Samsun ilinde hava kirliliği olduğu tespit edilmiştir.

Samsun ili için gemilerden kaynaklı egzoz gazı emisyonlarını hesaplayabilmek için, gemilerin ana makine ve jeneratör güçleri ile limanda kalış süreleri dikkate alınmıştır. Ayrıca hesaplamalar yapılırken gemi aktivitesi tahmin yöntemi kullanılmıştır. Yani NO_x , SO_2 , CO_2 , HC ve PM egzoz gazı miktarları gemilerin manevra, seyir ve rıhtım pozisyonlarına göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile kara kaynaklı hava kirliliği miktarları karşılaştırılmıştır. Samsun ilinde gemilerden kaynaklı hava kirliliği konulu bu ilk çalışmada ortaya çıkan değerler Samsun ili limanlarına gelen gemilerin önemli miktarda hava kirliliğine neden olduklarını açığa çıkarmıştır.

INVESTIGATION OF EXHAUST GASES PRODUCED BY VESSELS CALLED AT SAMSUN PORT AND THEIR ENVIRONMENTAL IMPACTS

ABSTRACT

Air pollution is a natural life impairment event by exceeding significant limit of air pollutants quantity on the atmosphere. In case the most part of exhaust gas emissions as a source of air pollution are occurred by domestic, vehicle, ship and industrial emissions sources. While these emissions are consisting serious threats for human life, environmentally induce depleting of the ozone layer and acid rains.

Samsun that one of largest harbour province on Black Sea Region, is exposed to air pollution by its population density, industry and ports. In particular, the increased use of natural gas in homes and working places, while reducing significant amounts of air pollution, air pollution in Samsun has been begun to rise by increasing in the number of ships coming into port, working of industrial plants with increasing capacity, building new industrial plants. To talk about air pollution in Samsun province, air pollution measurement stations data, which measures the value of air quality, have been examined and found to be air pollution in Samsun province.

For calculating ship exhaust gas emissions on Samsun, ships main engine powers, diesel generators powers, and length of ship's duration at port have taken into account. Also ship activity estimation method has been used for calculations. Amount of NO_x , SO_2 , CO_2 , HC, PM exhaust gasses have been calculated by manoeuvring, navigations and dock positions of ships. Results obtained amounts have been compared with land-based air pollution. Air pollution from ships in the province of Samsun on the resulting values in this preliminary study, revealed that ships on the Samsun province ports caused significant amounts of air pollution.

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1: Düşük devirli dizel motorundan yayılan egzoz gazları ve miktarları.	14
Tablo 2: Gemilerde kullanılan yakıtlardaki kükürt oranları	17
Tablo 3: Gemilerde kullanılan soğutucular	22
Tablo 4: NO _x emisyon sınırları	23
Tablo 5: Samsunport Limanı teknik bilgiler	28
Tablo 6: Samsun ili nüfus tablosu.....	36
Tablo 7: Samsun hava kalite ölçüm istasyonu verileri	38
Tablo 8: Samsun hava kalite ölçüm istasyonu değerlendirme tablosu	39
Tablo 9: Tekkeköy hava kalite ölçüm istasyonu verileri	40
Tablo 10: Tekkeköy hava kalite ölçüm istasyonu değerlendirme tablosu.....	41
Tablo 11: 2013 yılı Samsun iline gelen gemi sayıları	43
Tablo 12: 2013 yılı Samsun ili ihracat miktarları	44
Tablo 13: 2013 yılı Samsun ili ithalat miktarları	45
Tablo 14: 2013 yılı Samsun ili toplam ithalat-ihracat miktarları.....	45
Tablo 15: Her gemi modu için mesafeler (km).....	50
Tablo 16: Hesaplanan egzoz gazı emisyon çeşitleri	50
Tablo 17: Seyirde gemi tipine göre emisyon faktörleri	53
Tablo 18: Manevrada gemi tipine göre emisyon faktörleri	55
Tablo 19: Rıhtımda gemi tipine göre emisyon faktörleri	56
Tablo 20: 2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerin özellikleri	57

Tablo 21: 2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilere ait ortalama değerler.....	58
Tablo 22: Samsun ili limanlarına gelen gemilerin makine özellikleri.....	59
Tablo 23: Gemilerin ortalama seyir hızları.....	60
Tablo 24: İşletme moduna göre ana makine ve jeneratörlere ait yük faktörleri.....	60
Tablo 25: Gemilerin ana makinesinden kaynaklı egzoz gazı miktarları	61
Tablo 26: Gemilerin jeneratörlerinden kaynaklı egzoz gazı miktarları	62
Tablo 27: Gemilerden kaynaklı toplam egzoz gazı miktarları	63
Tablo 28: Seyirde ana makineden kaynaklı NO _x emisyon miktarları	64
Tablo 29: Seyirde ana makineden kaynaklı SO ₂ emisyon miktarları	65
Tablo 30: Seyirde ana makineden kaynaklı CO ₂ emisyon miktarları.....	66
Tablo 31: Seyirde ana makineden kaynaklı HC emisyon miktarları	67
Tablo 32: Seyirde ana makineden kaynaklı PM emisyon miktarları	68
Tablo 33: Manevrada ana makineden kaynaklı NO _x emisyon miktarları	69
Tablo 34: Manevrada ana makineden kaynaklı SO ₂ emisyon miktarları.....	70
Tablo 35: Manevrada ana makineden kaynaklı CO ₂ emisyon miktarları	71
Tablo 36: Manevrada ana makineden kaynaklı HC emisyon miktarları	72
Tablo 37: Manevrada ana makineden kaynaklı PM emisyon miktarları	73
Tablo 38: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı NO _x emisyon miktarları.....	74
Tablo 39: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı SO ₂ emisyon miktarları	75
Tablo 40: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı CO ₂ emisyon miktarları.....	76
Tablo 41: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı HC emisyon miktarları	77
Tablo 42: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı PM emisyon miktarları.....	78
Tablo 43: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı NO _x emisyon miktarları	79
Tablo 44: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı SO ₂ emisyon miktarları.....	80
Tablo 45: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı CO ₂ emisyon miktarları	81

Tablo 46: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı HC emisyon miktarları	82
Tablo 47: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı PM emisyon miktarları	83
Tablo 48: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı NO _x emisyon miktarları	84
Tablo 49: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı SO ₂ emisyon miktarları	85
Tablo 50: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı CO ₂ emisyon miktarları	86
Tablo 51: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı HC emisyon miktarları	87
Tablo 52: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı PM emisyon miktarları	88
Tablo 53: Samsun ili SO ₂ Kirletici Limitleri	94
Tablo 54: Samsun ili NO ₂ Kirletici Limitleri	95
Tablo 55: Samsun ili PM Kirletici Limitleri.....	95
Tablo 56: Samsun ili SO ₂ Değerleri	97
Tablo 57: Samsun ili PM10 Değerleri	98
Tablo 58: Samsun ili gemi kaynaklı hava kirliliği karşılaştırılması	99

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1: Azot oksit ve Kükürt oksit limitleri.....	24
Şekil 2: Samsunport Ana Liman-1.....	29
Şekil 3: Samsunport Ana Liman-2.....	30
Şekil 4: Samsunport Ana Liman-3.....	30
Şekil 5: Samsunport Sanayi Limanı-1	31
Şekil 6: Samsunport Sanayi Limanı-2	31
Şekil 7: Yeşilyurt Limanı-1	33
Şekil 8: Yeşilyurt Limanı-2	34
Şekil 9: Toros Limanı-1	35
Şekil 10: Toros Limanı-2.....	35
Şekil 11: Samsun PM10 ve SO ₂ kirletici grafiği	39
Şekil 12: Tekkeköy PM ₁₀ , SO ₂ , NO, NO _x ve CO kirletici grafiği.....	42
Şekil 13: Emisyon akış diyagramı	48
Şekil 14: Emisyonun hesaplandığı alan-1	49
Şekil 15: Emisyonun hesaplandığı alan-2.....	49
Şekil 16: Samsun ili limanlarına gelen gemi sayısı yüzdeleri grafiği.....	57
Şekil 17: Ana makineden kaynaklı emisyonlar	61
Şekil 18: Jeneratörlerden kaynaklı emisyonlar	62
Şekil 19: Gemilerden kaynaklı toplam emisyonlar.....	63
Şekil 20: Seyirde ana makineden kaynaklı NO _x emisyonu.....	64

Şekil 21: Seyirde ana makineden kaynaklı SO ₂ emisyonu.....	65
Şekil 22: Seyirde ana makineden kaynaklı CO ₂ emisyonu	66
Şekil 23: Seyirde ana makineden kaynaklı HC emisyonu.....	67
Şekil 24: Seyirde ana makineden kaynaklı PM emisyonu	68
Şekil 25: Manevrada ana makineden kaynaklı NO _x emisyonu	69
Şekil 26: Manevrada ana makineden kaynaklı SO ₂ emisyonu	70
Şekil 27: Manevrada ana makineden kaynaklı CO ₂ emisyonu.....	71
Şekil 28: Manevrada ana makineden kaynaklı HC emisyonu	72
Şekil 29: Manevrada ana makineden kaynaklı PM emisyonu.....	73
Şekil 30: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı NO _x emisyonu.....	74
Şekil 31: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı SO ₂ emisyonu	75
Şekil 32: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı CO ₂ emisyonu.....	76
Şekil 33: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı HC emisyonu	77
Şekil 34: Seyirde jeneratörden kaynaklı PM emisyonu.....	78
Şekil 35: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı NO _x emisyonu.....	79
Şekil 36: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı SO ₂ emisyonu	80
Şekil 37: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı CO ₂ emisyonu.....	81
Şekil 38: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı HC emisyonu	82
Şekil 39: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı PM emisyonu.....	83
Şekil 40: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı NO _x emisyonu	84
Şekil 41: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı SO ₂ emisyonu.....	85
Şekil 42: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı CO ₂ emisyonu	86
Şekil 43: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı HC emisyonu	87
Şekil 44: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı PM emisyonu	88
Şekil 45: 2013 yılı toplam NO _x emisyon miktarları	89

Şekil 46: 2013 yılı toplam NO _x emisyon yüzdeleri	89
Şekil 47: 2013 yılı toplam SO ₂ emisyon miktarları.....	90
Şekil 48: 2013 yılı toplam SO ₂ emisyon yüzdeleri	90
Şekil 49: 2013 yılı toplam CO ₂ emisyon miktarları	91
Şekil 50: 2013 yılı toplam CO ₂ emisyon yüzdeleri	91
Şekil 51: 2013 yılı toplam HC emisyon miktarları	92
Şekil 52: 2013 yılı toplam HC emisyon yüzdeleri	92
Şekil 53: 2013 yılı toplam PM emisyon miktarları	93
Şekil 54: 2013 yılı toplam PM emisyon yüzdeleri.....	93

SİMGE LİSTESİ

CO	: Karbon monoksit
CO₂	: Karbondioksit
CFC	: Kloroflorokarbon
HCFC-H	: Hidrokloroflorokarbon
H₂SO₄	: Kükürtik Asit
NO_x	: Azot oksit
NO₂	: Azot dioksit
NMVOC	: Non-metan volatile organik compound
PM	: Particulate matter
PBN	: Peroksit Benzol Nitrat
SO₂	: Kükürt dioksit

KISALTMA LİSTESİ

gr: Gram

GK: General Kargo

GT: Groston

HFO: Heavy Fuel Oil

IMO: International Maritime Organization

KMY: Kimyasal Tanker

KRUVZ: Kruvaziyer

KTNER: Konteynır gemisi

km: Kilometre

kW: Kilo watt

MARPOL: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships

MDO: Marine Diesel Oil

Mt: Milyon ton

ppm: Parts per million

SECA: Sulphur Emission Control Area

TK: Tanker

YG: Yolcu gemisi

µm: Mikron

EK LİSTESİ

EK-1: 2013 Yılında Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerin Özellikleri.

GİRİŞ

Sanayi Devrimi ile köylerden kentlere göçlerin başlaması ve sanayileşme oranının giderek artmaya başlaması özellikle kentlerde çevre kirliliği sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Samsun ili de gelişmekte olan illerimizden biridir. Özellikle İç Anadolu'dan ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nden ciddi göçler almaktadır. Bu durum ile de Samsun ilinin nüfus yoğunluğu gün geçtikçe artmaktadır. Nüfus yoğunluğunun artması beraberinde hava kirliliğini de getirmektedir. Çünkü nüfus artınca insanların ikamet ettiği evlerin artmasıyla beraber ısınmadan kaynaklı kirlilikler ve kullanılan taşıtlardan kaynaklı kirlenmeler de artmaktadır.

Kentlerdeki çevre kirliliğinin en önemli etkileri canlılar için havanın kirlenmesi, ozon tabakasının incilmesi ve güneş ışınlarına direk maruz kalabilme tehlikesi, küresel ısınma ile de iklim değişiklikleri yaşanmasıdır. Hava kirliliğinin kaynakları konutlar (evsel ısınma), motorlu taşıtlar (yakıt yanması ile egzoz oluşumu), sanayi tesisleri ve gemilerden yayılan egzoz gazlarıdır.

21.yüzyıldan itibaren gemi yoluyla yapılan taşımacılık faaliyetleri önem kazanmıştır. Bunun başlıca nedenleri karayolu ve havayolu taşımacılığına göre daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olunması ve daha ucuz taşımacılık faaliyetinin yapılmasıdır. Bununla birlikte hızla büyüyen dünya ticareti ve ekonomisi kendini daha da ileriye götürebilmek amacıyla daha büyük yatırımlara kalkışmışlardır. Bunun sonucunda da dünya deniz ticaret filosunda bulunan gemi sayıları hızla artmış ve gemi grosları da giderek büyümüştür. Buna gemi inşa sektöründeki gelişmeler de eklenince daha büyük tonajlı gemiler yapılmaya başlanılmış, gemilere daha büyük güçlü ana makineler ve yardımcı makineler monte edilmiştir. Makine güçleri artan gemiler hem deniz ulaşımının hızlanmasını sağlamışlar hem de deniz ulaşımında birim zamanda daha fazla yük taşınmasına olanak sağlamıştır. Gemilerin makine güçlerinin artması yakacağı yakıt miktarlarını arttırmıştır. Sonuçta gemilerden kaynaklı egzoz gazı miktarları artmıştır.

Gemilerden kaynaklı hava kirliliğinde en büyük hava kirletici kaynaklar gemilerin ana makineleri ve jeneratörleridir. Gemilerde ana makinelerde genelde seyirde HFO veya MDO kullanılırken, manevrada ise MDO kullanılır. Jeneratörlerde ise seyirde, manevrada ve

rıhtımda genellikle MDO kullanılır. MDO yakıtı HFO yakıtına göre daha hafif bir yakıttır. Bu yakıt hava kirliliği açısından da HFO' dan daha az havayı kirletir.

Gemiler limanda ve manevrada buldukları bölgenin havasını kirlettikleri gibi seyirde de rüzgarın etkisiyle belirli bölgelerin havasını kirletirler. Bu kirlilik öncelikle canlı yaşamını olumsuz etkiler. Özellikle insanlarda solunum yolu rahatsızlıklarına neden olurlar. Ayrıca hava kirliliğinin çevreye başka etkileri de vardır. Örneğin ozon tabakasının incelmeye başlaması sonucunda güneş ışınlarının direk yeryüzüne süzülmeden gelmesi mümkün olacaktır. Buda ekosistem açısından oldukça tehlikelidir. Bir başka etki de küresel ısınmaya neden olmasıdır. Küresel ısınma ile iklim değişiklikleri yaşanırken canlılar hayatlarını sürdürmekte oldukça zorlanacaklardır.

Samsun ilinde bulunan limanlarda gemilerden kaynaklı egzoz gazı emisyonları hesaplanırken gemi aktivitesine göre tahmin metodu uygulanmıştır. Bu hesaplamalarda gemi ana makine ve yardımcı makine güçleri ile limanda kalış süreleri için gerçek değerler kullanılmıştır. Hesaplanan emisyonlar ise başlıca hava kirleticiler olan azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_2), karbondioksit (CO_2), hidrokarbonlar (HC) ve PM' dir. Bu hesaplamalar yapılırken gemilerin seyirde, manevrada ve rıhtımda Samsun iline yaymış oldukları egzoz gazı miktarları belirlenmiştir. Tüm hesaplamalar tamamlandıktan sonra ortaya çıkan değerler 2013 yılında Samsun ili limanlarında gemilerin havayı ciddi oranda kirlettiğini ortaya koymuştur.

II. HAVA KİRLİLİĞİ

Hava kirliliği, atmosferdeki bir veya daha fazla kirleticinin insan, bitki ve hayvan yaşamına; kişisel veya ticari eşyalara ve çevre kalitesine zarar veren miktar ve sürelerde bulunmasıdır. Başka bir deyişle çeşitli kirleticilerin atmosferdeki değerlerinin belli bir sınırın üzerine çıkarak ortamın doğal yapısının bozulması olayı olarak tarif edilebilir.

Dünyada sanayi devriminin başlamasıyla makineleşme giderek artmış ve buna paralel olarak makinelerde kullanılan fosil yakıtlarının tüketimi de artmıştır. Bunun sonucunda ise fosil yakıtlarının yanmasından sonra ortaya çıkan hava kirleticileri günümüzde küresel bir çevre sorununa sebebiyet vermişlerdir.

Hava kirliliğine sebebiyet veren kirleticileri birincil ve ikincil hava kirleticileri olarak iki grupta inceleyebiliriz. Birincil hava kirleticileri genelde SO₂, NO_x, HC, CO, CO₂ ve HF gibi gazlar ve toz halindeki partiküller iken; ikincil hava kirleticileri ise atmosferde sonradan meydana gelen SO₃, Sülfürik asit, ozon, ketonlar, asitler ve endüstriyel duman olarak tanımlanmaktadır.

Hava kirletici gazların etkileri; küresel boyutta, bölgesel ölçekte ve yerel ölçekte olmak üzere genel olarak üç kategoride incelenmektedir. Örneğin, yeryüzünün tamamını etkileyen sera etkisi ve ozon tabakasının incelmeye gibi olaylar küresel boyuttaki etkilerdir. Dünyada belirli bir bölgede etki eden asit yağmurları ise bölgesel ölçekteki etkilerindendir. Yerleşim ve sanayi bölgelerinde meydana gelen hava kirliliği ise yerel ölçekteki etkileridir.

Fosil kökenli yakıt kullanan enerji üretim tesisleri, motorlu taşıtlar, ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar ve sanayi kuruluşlarından kaynaklanan hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde birçok etkileri bulunmaktadır. Hava kirleticilerinin düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen kanserojen etkileri daha büyük olan bileşikler ihtiva etmektedirler. Hava kirleticilerin sebep olduğu tehlikelerinin başında akciğer kanseri, bronşit, eklem romatizması, raşitizm ve çeşitli kalp hastalıkları gibi tehlikeli hastalıklar gelmektedir. Bunların yanı sıra hava kirliliği insanlarda göz yanmaları, görme bulanıklığı, nefes darlığı, iştahsızlık, kan zehirlenmesi gibi olumsuzluklara da sebep olmaktadır.

Havanın içinde bulunan zararlı emisyon tozlarının insan vücudunda birikmesi ile iştahsızlık başlar ve sonuçta vücudun direnci zayıf düşerek hastalıkların etkili olması hızlanır. Çeşitli tozların terle bileşerek deri dokusunun üzerindeki deri solunum gözeneklerinin kapanmasıyla deri solunumunun engellenmesi ile vücutta solunum güçlüğü başlar. Solunum güçlüğü sonunda insanlarda aşırı derecede yorgunluk ve ihtiyarlama belirtileri görülmektedir. Ayrıca emisyonların içinde bulunan zehirli maddelerin solunum yolu ile alınması sonucu bu maddelerin kana karışması ile kan zehirlenmesi meydana gelmektedir. Kirliliği meydana getiren artıkların çeşitli yollarla insan vücudunu etkilemesi ile insanlarda sinirsel ve ruhsal bozukluklar da meydana gelir.

Genellikle atmosferde bulunan kükürt dioksit ve azot oksitler asit zerreciklerinin oluşmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca oluşan nitrik ve sülfürik asitler diğer partikül maddenin üzerine yapışmakta ve bu partiküllerin solunması ile bu asitlerin doğrudan akciğerlere kadar gitmesine sebep olmaktadır. Akciğerlere kadar giden bu asitli tozlar ve gazlar akciğerdeki alveolleri etkileyerek kana karışırlar.

Dünyada özellikle gelişmiş ülkeler başta olmak üzere birçok ülke vatandaşlarının daha sağlıklı bir ortamda yaşayabilmesi için ülkelerinin maruz kaldığı egzoz gazı emisyonlarının miktarlarını hesaplayabilmek için envanterler hazırlamaktadırlar. Bu envanterler hava kalitesinin durumunu açıkça ortaya koyan bir kaynaktırlar. Hava kalitesini izleyen ve değerlendiren ülkeler emisyonları azaltıp, daha temiz ve kaliteli bir ortama kavuşabilmek için çeşitli önlem paketlerini devreye sokarlar. Bunlardan bazıları ülkelerde kullanılan fosil kaynaklı yakıt denetimleri, fabrika bacalarına filtreler, şehir içi yaşamında elektrikli ulaşım araçlarının kullanılmasını teşvik gibi.

2.1 Hava Kirliliği Kaynaklar

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, hava kirliliğini oluşturan değişik kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynaklar endüstri düzeyinin yoğunluğu ve trafikteki motorlu taşıtların varlığı ile değişmektedir. Endüstri kesimi, motorlu araçlar ve ısınma amaçlı kullanılan yakıtlardan meydana gelen hava kirlenici emisyonları, atmosferde gaz, sıvı ve partikül madde olarak bilinen yüzlerce bileşimi içerirler. Bu bileşiklerin içinde en önemli hava kirlenicileri,

karbon monoksit (CO), karbondioksit (CO₂), partikül madde (PM), azot oksitleri (NO_x), kükürt oksitleri (SO₂) ve hidrokarbonlar (HC) olarak bilinen uçucu organik bileşiklerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda NO_x ile hidrokarbonların yeryüzünde ozonun oluşmasına yardımcı oldukları belirlenmiştir.

Hava kirliliğinin yaklaşık %50'ye yakını ulaşım faaliyeti sürdüren motorlu araçların egzozlarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca motorlu taşıtlardan kaynaklanan sağlığa zararlı kirliliğin payı ise %12 olarak bilinmektedir. Motorlu taşıtların dışında çeşitli sanayi kuruluşları ve ısınma amaçlı kullanılan her türlü fosil yakıtlar da havanın kirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Ulaşım araçları içerisinde en büyük paya sahip olan araç hiç şüphesiz gemilerdir. Gemiler yakıt kalitesi itibarıyla genellikle atık yakıtları makinelerinde kullanırlar. Dünya ticaret filosunun da çok genç olmadığı ve yeni sayılabilecek gemilerde bile eski model makinelerin kullanıldığı bilinmektedir. Bu eski makineler fosil kaynaklı yakıtların sarfiyat miktarlarını arttırmışlardır. Bunun sonucunda da havayı daha çok kirletmektedirler.

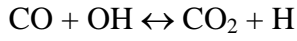
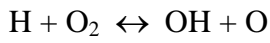
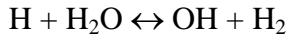
2.2 Hava Kirletici Gazlar

Havanın kirletilmesine sebebiyet veren hava kirleticileri katı parçacıklı, sıvı damlacık şeklinde veya gaz halinde olabilirler. Gaz halindeki kirleticilerden en etkili olanları ise; CO, HC, H₂S, NO_x, O₃ ve SO_x gazıdır.

2.2.1 Karbon dioksit (CO₂)

Karbondioksit gazı büyük ölçüde ulaşım araçlarının egzoz emisyonları ile beraber bitkiler ile canlıların solunum sonucunda ve enerji üretim tesislerinde yanmış gaz olarak atmosfere girmektedir. Motorlu taşıtlar, enerji üretim tesisleri ve ısınma amaçlı kullanılan sistemlerde yanmanın kalitesini yanmaya katılan hava/yakıt oranı belirlemekte ve bu oran CO ile CO₂ üretimini önemli ölçüde etkilemektedir. CO'nin oluşması ile CO₂'in oluşması arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Yakıtın yanması sırasında yeterli hava değerine ulaşılmazsa

eksik yanma sonucu CO emisyon seviyesi yükselmektedir. CO'in maksimum seviyede oluşması CO₂ miktarının azalmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık; yanma yeteri kadar iyi olmadığı için yüksek sıcaklığa ulaşılmaz ve dolayısıyla azot oksitler azalmaktadır. Eğer yakıtta göre hava miktarı stokiyometrik orandan fazla ise bunun tersi görülmektedir. Karbon monoksitin CO₂'e dönüşmesinde OH kökü önemli rol oynar ve bu kök aşağıdaki reaksiyonla oluşur ve OH kökü karbon monoksitle tekrar reaksiyona girerek CO₂'e dönüşür.



Yanma işlemlerinde tam yanma olmadığı durumlarda bölgesel eksik yanmalar meydana gelir ve CO oluşumu artar, buna bağlı olarak da CO₂ gazı da düşmektedir. Yakma tesislerinde gönderilen havanın türbülanslı oluşu yanma kalitesini iyileştirir. Türbülans arttıkça CO miktarı düşmekte ve CO₂ miktarı da yükselmektedir. Sıcaklık ve basınç yükseldikçe, oksidasyon reaksiyonlarına bağlı olarak CO konsantrasyonları artar. Oksijenin parçalanarak CO₂ oluş- turmak için CO ile reaksiyona girmesi, yanma odası sıcaklık artışı ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

CO₂ yeryüzüne gelen uzun dalga boylu kızıl ötesi ışınları absorbe etme özelliğine sahiptir. CO₂, metan, su buharı ve diğer sera gazları bu ısı radyasyonunun bir bölümünü tutarak, dünyada canlıların yaşaması için gerekli olan ısıyı dengelemektedir. Buna karşılık CO₂ kısa dalga boyundaki radyasyonun atmosferdeki geçişine de izin vermektedir. CO₂ miktarının artması ile daha fazla kızılötesi ışınlar absorbe edilerek 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 alınmadığı takdirde, yeryüzünde ısının her yıl aratacağını ve buna bağlı olarak gelecek yüzyılda 2 ile 5°C'lik bir sıcaklık artışı olacağı beklenmektedir. Buna göre küresel ısınma ile beraber kutuplardaki buzulların erimesi ile deniz seviyesinin yükseleceği kara parçalarının bir kısmının sular altında kalmasına sebep olacağı beklenmektedir.

2.2.2 Azot Oksitler (NO_x)

Azot oksitlerden NO, renksiz, kokusuz bir gaz olup yüksek sıcaklık altında yanma işlemini sonucunda ortaya çıkar ve yanmanın tüm şekillerinde daima meydana gelmektedir. İnsan kaynaklı NO_x ise gübreleme gibi hareketsiz kaynaklardan ve araçlar gibi hareketli kaynaklardan da oluşmaktadır. Genel olarak NO_x lerin kaynakları egzoz gazları, fosil yakıtlar ve organik maddeler olarak sıralanabilir. NO ve NO₂ şeklindeki atmosferik derişimlerin birleşik değeri NO_x ile temsil edilmektedir. Atmosferde kalıcılık süresi yaklaşık 1 gündür. Ancak NO_x bileşenlerinden NO₂ nin atmosferde çok daha uzun süreler kaldığı belirlenmiştir. NO₂ gazının atmosferik ömrü yüzyıldan fazladır. Küresel iklim değışimindeki payı % 5 olarak tahmin edilmektedir. Atmosferde doğal olarak başlıca oluşumu, azot çevriminin bir parçası olarak toprakta ve sudaki mikrobiyolojik hareketlerle olmaktadır. NO₂ derişimini azaltıcı başlıca etkenler, atmosferin stratosfer katmanında oksijenle reaksiyona girmesidir. NO_x' in en doğal kaynaklarından biri de topraktaki organik çürümelerdir.

Ayrıca fotokimyasal olarak reaksiyona giremeyen NO_x 11 bileşenleri de bu miktarlar arasında dâhil olacaktır. NO₂ seviyelerinin standartları aşan değerlerinin sağlığa olan ters etkilerinin yanı sıra bu kirleticilerin SO₂ ile birlikte yüksek miktarlarda bulunması, insan sağlığına yaptığı olumsuz etkiyi daha da şiddetlendirmektedir. Global olarak her yıl atmosfere yaklaşık 150 milyon ton NO_x' in salındığı hesaplanmaktadır. Bu miktarın yaklaşık yarısı doğal kaynaklardan yarısı da insani kaynaklardan gelmektedir. Ek olarak NO_x' in doğal kaynakları arasında orman yangınları, yıldırım ve topraktaki mikrobiyolojik süreçler göz önüne alınmalıdır.

2.2.3 Karbon monoksit (CO)

Renksiz, tatsız ve kokusuz bir gaz olan karbon monoksit gazı karbon içeren yakıtların eksik yanması sonucunda meydana gelir. Karbon monoksit birincil hava kirleticidir. Tam yanma gerçekleşmeyen durumlarda karbondioksitin yerine karbon monoksit meydana gelir. Örnek verecek olursak yanma odası türbülansı, oksijen eksikliği gibi. Kararlı bir gaz olan karbon monoksitin atmosferde kalıcılık süresi 2 aydan fazladır. Bütün dünyada karbon

monoksit üretiminin yılda toplam 232 milyon ton olduğu göz önüne alındığında bu miktarın atmosfer için nasıl bir sorun olduğu görülebilir. Dünyadaki karbon monoksitin üretiminin % 70 den fazlası ulaşım sektöründen gelmektedir. Şehir havasında bulunan karbon monoksit insan sağlığına son derece zararlıdır. En önemli etkisi ise kandaki vücut hücrelerinin oksijen taşıma kabiliyetlerini azaltır. Sonuçta bu durum vücutta oksijeni azaltacak ve ölüme davetiye çıkaracaktır.

2.2.4 Kükürt dioksit (SO₂)

Kükürt genellikle katı yakıtların bünyesinde organik ve anorganik olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Anorganik kükürt sülfat halinde toprakta bulunur ve organik kükürt ise yakıtın bünyesindeki karbonun yanmasından sonra SO₂'ye dönüşerek atmosfere atılmaktadır. Hava kirletici emisyonlarının en yaygın olanı kükürt oksitleri ve dolayısıyla kükürt dioksit (SO₂)'tir. Egzoz emisyonlarının içindeki partikül madde ile beraber kükürt elementi de bulunur ve yakıtın yoğunluğu ile kükürt miktarı lineer olarak değişmektedir. İçten yanmalı motorların egzoz emisyonlarında bulunan kükürt miktarının dizel yakıtının yoğunluğu ve setan sayısı ile yakından ilgili bulunmakta ve yakıtın yoğunluğunun düşük olması halinde partikül maddenin içindeki kükürt miktarı da düşük olmaktadır.

Yeryüzünde en kirletici ve en çok bulunan kükürt bileşikleri SO₂ ve SO₃ olup her yıl çeşitli kaynaklardan yayılan tonlarca SO₂ atmosfere karışmaktadır. Kükürt oksit emisyonlarının büyük bir miktarı, elektrik üretimi amacıyla katı ve sıvı yakıtlar yakan termik santrallerin emisyonlarından meydana gelmektedir. Ayrıca kaysı kurutma tesislerinde kükürdün yakılması ile lokal tehlikelerin oluşması söz konusudur. Bu veya benzer yoldan atmosfere karışan SO₂ ile onun atmosferdeki dönüşüm ürünleri olan sülfite (SO₃) ve sülfatlar (SO₄) yayılma yoluyla toz taneciklerine dönüşerek kendi aralarında veya başka taneciklerle birleşmek suretiyle büyür ve çökelirler. Bazen havadaki SO₂ atmosferin çok yüksek tabakalarına kadar çıkarak hava akımları ile uzaklara taşınabilir. Bu hareket esnasında SO₂ havadaki su damlacıkları veya nem ile kimyasal reaksiyona girerek asit oluşturmaktadır. SO₂ önce sülfüroz aside (H₂SO₃) dönüşür.

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ daha sonra da etkili bir asit olan $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşmektedir. Bu dönüşümler sonucu oluşan bu asitler asit yağmurlarının meydana gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Havanın içinde SO_2 ve partikül madde seviyelerindeki yükselme ile çeşitli hastalıklar ve akciğer fonksiyon bozukluklarındaki artışlarla beraber ölüm olayları da meydana gelmektedir. Hava kirliliğini oluşturan gazlar içinde, insan ve diğer canlılara zararlı olması bakımından SO_2 gazı ilk sırada yer almaktadır. Kükürt dioksit ve atmosferdeki diğer kükürt bileşikleri yüksek konsantrasyonlarda solunum yolu ile alındığı zaman kükürt dioksitin büyük bir kısmı üst solunum yollarından absorbe olur. Bunun sonucunda da bronşit ve diğer akciğer hastalıkları meydana gelmektedir. İnsanlar SO_2 gazını hava ile birlikte teneffüs ettiği zaman akciğerlerde bulunan nem ile birleşerek yukarıdaki denklemlerle ifade edildiği gibi H_2SO_3 aside ve daha sonra H_2SO_4 asidine dönüşmektedir. Bu asit solunum yollarını tahriş ederek solunum yolu ve solunum organlarına bağlı olan hastalıkları meydana getirmektedir. SO_2 gazının yoğunluğu ve etki süresine bağlı olarak solunum organlarına verdiği zararın derecesi insanın ölümüne bile sebep olmaktadır.

2.2.5 Metan (CH_4)

CH_4 , organik artıkların oksijensiz ortamda ayrışması sonucunda meydana gelir. Başlıca kaynakları; pirinç tarlaları, çiftlik gübreleri, çöp yığınları bataklıklar ve bazı canlılardır. CH_4 gazının ömrü 10 yıl civarında olmasına rağmen molekül başına CO_2 gazına nazaran 32 defa daha fazla sera gazı etkisi göstermektedir. CH_4 gazının küresel iklim değişimindeki etki payı % 13 kadardır. CH_4 gazı derişimini azaltan başlıca etken, bu gazın troposferdeki radikalleri ile reaksiyonları olup, CH_4 gazı bu reaksiyonlar sonucunda CO_2 ve H_2O 'ya dönüşür. Diğer konsantrasyon azaltıcı etken ise CH_4 gazının oksitlenmesini izleyen stratosfere taşınımıdır.

2.2.6 Klorofloro karbon Gazları (CFCS)

Klorofloro karbon gazları, atmosfere parfümlerde, bilgisayar temizleyicilerinde, soğutucu aletlerde kullanılan gazlardan yayılırlar. Bu gazların atmosferde bozulmadan 100 yıl kalabilmektedirler. Başlıca kloroflorokarbonlar CFC-11 ve CFC-12 olup doğada kendiliğinden oluşmazlar. CFC gazlarının çözünürlüğünü doğada azaltan herhangi bir etken yoktur. Küresel iklim değişimindeki payları %22 oranındadır. CFC emisyonlarının cilt kanserlerinde dramatik artışlara, iklim de ise önemli değişikliklere yol açtığı bilinmektedir. CFC gazlarına alternatif malzeme olarak flor ve klor yanı sıra hidrojen içeren hidrokarbon gazları, propan, bütan gibi gazlar kullanılmaktadır.

2.2.7 Hidrokarbonlar (HC)

Zehirli olmayıp, zararlı etkilere sahip olan hidrokarbonlar, 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. Ayrıca, doymamış hidrokarbonlar ve aromatiklerin, duman olayının meydana gelmesinde büyük önemi vardır. Hidrokarbonların atmosferde kalıcılık süresi tam olarak bilinmemektedir.

2.2.8 Parçacık Maddeler (PM)

Parçacıkların bir diğer adıyla partikül maddelerin, hava kirleticiler içerisinde önemli bir yere sahiptir. Parçacık madde tanım olarak, atmosferde standart şartlarda katı ya da sıvı olarak bulunan birleşmemiş su dışındaki maddelere denilir. Bunlar 0,1 ile 100 µm arasında

değişen ölçülerde bulunurlar. Parçacıkların başlıca kaynaklarını çimento fabrikaları, metal endüstrisi ile araçlar oluşturur. Volkanlar ise parçacık emisyonları bakımından en önemli doğal kaynaktır. Amerika'da yapılan istatistikler sadece endüstriyel süreçlerden meydana gelen parçacık emisyonlarının yılda 7,5 milyon ton olduğunu göstermiştir. Ek olarak orman yangınları sonucu meydana gelen parçacık emisyonlarının tüm emisyonlar içerisinde %25 olduğunu belirtmiştir. Kömür yanması ise parçacık emisyonlarını %29'una karşı gelmektedir.

2.2.9 Su Buharı

Hava içindeki miktarı yer ve zamana göre en fazla değişen gaz, su buharıdır. Nemli tropikal iklimlerde hava içinde % 2–3'e kadar su buharı bulunabilir. Bu miktar orta enlemlerde %1, kutuplarda % 0.25'e kadar düşer. Atmosferde yükseldikçe su buharı miktarı hızla azalır. 6500 metrede yeryüzündeki miktarın ancak 1/10'u bulunur. Buna göre su buharının çoğu atmosferin alt 3–4 kilometrelik bölümünde toplanmıştır. Havadaki su buharının yaşam ve iklimler üzerinde çok önemli etkileri vardır.

Küresel ısınmada sera etkisi bakımından çok önemli bir yeri vardır. Ancak yeryüzüne yakın atmosfer içindeki miktarı çok nadir hallerde yükselir. Bol miktarda bulunduğu atmosfer katmanı genellikle bulutların oluştuğu yükseklerdeki atmosfer tabakalarındadır. O nedenle daha çok güneşten gelen ışınları tutmada ve yükseklerle yansıtma etkilidir.

2.2.10 Ozon (O₃)

Yaklaşık %10 u atmosferin alt katlarında bulunan ozon yer yüzeyinden 25-40 km yükseklikte ve bir doğal filtre görevi yaparak canlıların hayatı için zararlı olan güneşin kısa dalga boylu morötesi yani ultraviyole ışınlarını emer ve yeryüzüne olan etkisini engellemektedir.

Hidrojen, azot ve klor oksitleri gibi aktif hale gelebilen kimyasal elementlerin stratosferde bulunması durumunda ise O₃ yapısal olarak bozulmaktadır. Ozonun bozulmasına

ve bunun sonucunda ozon tabakasının incelmesine neden olan CO₂ ile beraber CFC gazları, CH₄ ve N₂O gibi sera gazlarının aşırı miktarda atmosfere atılmasıdır. Ozon tabakasının incilmesi sonucu, güneşin zararlı olan ultraviyole ışınlarının radyasyonu; insan, hayvan ve bitkileri olumsuz yönde etkiler. Bu ışınların radyasyonuna maruz kalan canlıların vücudundaki bağışıklık sistemi bozulur bunun sonucunda bulaşıcı hastalıkların oluşum ve şiddetinde artışlara neden olmaktadır. Ayrıca bu ışınların radyasyonu gözlerde katarakt oluşmasına ve bazı tip deri kanserinde de artışa sebep olmaktadır. Bazı bitki türleri ultraviyole ışınlarına karşı oldukça dayanıklı iken bazıları da çok hassastır. Ultraviyole ışınlarının radyasyonu bazı bölgelerdeki gıda üretimini ciddi bir şekilde etkileyerek, bazı bitkilerin üretim kapasitesini ve kalitesini değiştirmektedir. Artan bu ışınların radyasyonu küçük organizmalar başta olmak üzere su organizmaları üzerinde de olumsuz bir etkiye sahiptir.

Ozonun yeryüzü seviyesinde ultraviyole ışınları ile fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşturduğu pus, bu seviyedeki başlıca hava kirleticilerden birisidir ve yeryüzündeki yaşam üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır. Fotokimyasal sisin temel bileşeni olan ozon, yanma kaynaklarından direkt olarak yayılmaz, ancak güneş ışığının yeryüzünü ısıttığı zaman uçucu organik bileşikler ile HC ve NO_x oluşmaktadır.

III. GEMİLERDEN KAYNAKLANAN EGZOZ GAZI EMİSYONLARI

3.1 Gemi Egzoz Gazı Emisyonları Oluşumları

Günümüzde dizel makinelerinde ister doğrudan isterse dolaylı püskürtme olsun, yakıt yüksek basınç altında sıkıştırılarak yüksek sıcaklığa erişmiş olan hava içerisine püskürtülür. Silindirdeki sıkıştırılmış havanın sıcaklığı, yakıtın tutuşma sıcaklığından yüksek olduğu için yanma başlar ve oluşturulan iş makinenin krank şaftına iletilir.

Yanma olayı; mümkün olan en az hava, maksimum ekonomi ve verilen bir devir sayısı maksimum gücü sağlamalıdır. Hava yakıt karışımının yanmasında 2 önemli husus yerine getirilmelidir:

- 1.Makinenin optimum çalışmasını sağlayacak basınç artışının silindirlerde meydana getirilmesi.
- 2.Yanma olayında yanmamış yakıt partikülleri ve karbonumsu birikintiler dumanlı egzozla sebebiyet vereceğinden dolayı tam olmalıdır.

Yukarıda bahsi geçenlerin yerine getirilmesi ancak yakıtın belirli bir kimyasal yapıda olmasıyla sağlanabilir. Dizel yakıtlarında bol miktarda karbon ve hidrojen bulunmaktadır. Dolayısıyla tam yanma sırasında karbondioksit ve su buharı meydana gelmektedir.

Dizel makinelerde yanma sonucu oluşan egzoz gazları sadece karbondioksit, su buharı, oksijen, azot kapsamaz. Ayrıca karbon monoksit, nitrojen oksitleri, kükürt oksitleri, oksitlenmiş bileşiklerde içerirler.

Gemi kaynaklı egzoz emisyonlarının miktarı, makine özelliklerine, yakıtın cinsine ve manevra koşullarına bağlı olarak değişir. Fosil yakıtların daha ucuz olması, fazla yakıt tüketimi olan gemi dizel makinelerinde yakılması için en önemli etken olmakla birlikte bu yakıtların oluşturduğu egzoz emisyon miktarları, temiz yakıtlardan daha fazladır.

Gemi dizel makineleri, güçlü motor yapısı ile yüksek yanma sonu basınç ve sıcaklıklara göre tasarlanmaktadır. Yakıt tüketimleri yüksek olduğu için gemi dizel makinelerinde en ucuz yakıt olan HFO kullanılır. Çizelge 3.1 Makine yükü % 80 konumunda HFO kullanılan bir düşük devirli dizel motoruna ait egzoz gazı emisyon oranlarını göstermektedir.

Tablo 1: Düşük devirli dizel motorundan yayılan egzoz gazları ve miktarları.

Yayılan egzoz gazı	Egzoz gazı içindeki oranları
NO _x	1220 ppm
SO _x	660 ppm
CO	45 ppm
CO ₂	56000 ppm
HC	122 ppm
VOC	20-100 ppm
PM	120 mg/m ³

3.1.1 Karbon dioksit oluşumu

Karbon ve hidrojenden oluşan karbonlu hidrojenlerin tam yanması sırasında yanma ürünleri karbon dioksit, su buharı, oksijen ve nitrojen kapsar. Belirli bir miktardaki yakıtın tam yanması sırasında belli miktarda karbondioksit oluşur. Örneğin, yapısında ağırlık olarak %87 karbon bulunan bir fuel oil ile çalıştırılan bir gemi dizel motorunda saatte 1000 kg yakıt tüketilirse yaklaşık 42500 metreküp karbondioksit üretilmektedir. Karbon dioksit atmosferin ısınmasından dolayı sera etkisinden sorumludur.

Karbondioksit makine silindirlerinde yakılan yakıt miktarı ile kontrol edilebilir. Ne kadar çok yakıt yakılırsa o kadar çok karbondioksit üretilir. Dolayısıyla karbondioksit emisyonlarının kontrol edilmesine gerek yoktur. Ancak yanmanın bozulmasıyla oluşabilecek karbon monoksit oluşumuna dikkat çekilmelidir.

3.1.2 Karbon monoksit oluşumu

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

Dizel motorlarında ilk çalıştırma esnasında düşük yüklerde, hava miktarının düşük olmasından dolayı sıkıştırma zamanı sonunda havanın basınç ve sıcaklığı düşük olur. Bunun neticesinde sis bulutu şeklinde püskürtülen yakıtın tam yanması zorlaşır ve eksik yanma meydana gelir. Eksik yanma sonucunda dizel motoru silindirlerinde CO gazı miktarı artar. Fakat yapılan deneylerde yanma reaksiyonlarında CO gazı CO₂ gazına dönüşme süresi kısadır. Bundan dolayı yanmanın tamamlanmamış olması, bu dönüşümü engeller ve CO miktarını artırmasına neden olur. Dizel motoru silindirlerine alınması gereken hava fazlalık katsayısı artırılırsa bunun sonucunda eksik yanma sonucu oluşan CO gazı miktarı az olur.

Yüksek güçlü dizel motorlarında CO gazı emisyonu, düşük güçlü dizel motorlarına göre daha düşüktür. Bunun sebebi yüksek güçlü dizel motorlarında yanma sonu sıcaklığının fazla olması, yanmamış karbon bileşiklerinin oluşmasını azaltır. Fakat gemi manevrasında sırasında yanmamış karbon bileşiği olan CO gazı miktarı, dizel motorunun gücünün azalmasından dolayı artar.

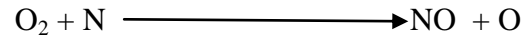
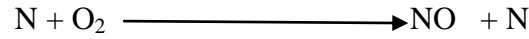
3.1.3 Azot oksit oluşumu

Gemi dizel motorlarında havanın içindeki azotun oksitlenmesi sonucu meydana gelir. Silindir içi sıcaklık 1500 °C üzerine çıktığında, havanın içindeki azot ile oksijen kimyasal olarak birleşerek, insan sağlığına ve çevreye zararlı bir gaz olan NO_x oluşur. NO_x egzoz gazı emisyonları temel olarak yanma sıcaklığına bağlı olarak değişir. NO_x miktarı, makinenin çalışma şartlarına ve yüküne bağlı olarak değişir.

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'nin NO_2 'ye dönüşümü sonucunda oluşur.

Dizel makineleri tarafından üretilen nitrik oksitlerin emisyonu, kontrol teknikleri daha çok diğer emisyonlar veya yakıt tüketimleri için geliştirildiklerinden, en zor kontrol edilebilen emisyonlardır.

Yakıt püskürtme zamanlaması nitrik oksit emisyonları için çok etkileyici bir etkidir. Püskürtme taymingi veya zamanlaması ile nitrik oksit emisyonları azaltılabilir.

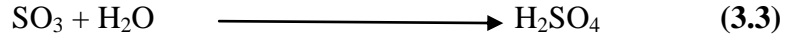
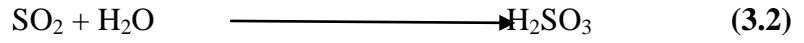
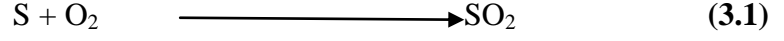


3.1.4 Kükürt oksit oluşumu

Dizel makinelerinde kullanılan yakıtlar sadece C ve H den oluşmazlar. Yapılarında az da olsa kükürt bulunur. Yakıtlar içinde bulunan kükürt bileşikleri silindirde tümü yanar ve kükürt oksitleri meydana getirirler.

Gemi dizel makinelerinde ilk çalıştırma esnasında silindir içi sıcaklığın düşük ve yanma havası içinde oksijenin yoğunluğunun fazla olması, daha fazla ve hızlı kükürt oluşturmaktadır. Bunun sebebi dizel motorlarında, yakıtın içindeki kükürdün sırasıyla SO_2 , SO_3 ve bu tepkimeler sonucunda H_2SO_4 oluşur. H_2SO_4 ün yoğunlaşması, düşük egzoz sıcaklıklarında meydana gelir. H_2SO_4 in yoğunlaştığı sıcaklık, asidin çığlaşma noktası olarak geçer ve sıcaklık $125^\circ\text{C} - 150^\circ\text{C}$ arasında olmaktadır. H_2SO_4 in çığlaşma noktası, yakıttaki kükürt miktarına, egzoz gazı sıcaklığına, egzoz gazındaki su miktarına ve hava fazlalığı

miktarına bağlıdır. H₂SO₄ en fazla oluşabileceği sıcaklık, çığleşme noktasının 20 °C - 30 °C altındaki silindir içi egzoz sıcaklıklarında görülür. Aşağıdaki kimyasal tepkimelerle H₂SO₄ oluşması; (3.1), (3.2) ve (3.3) denklemleriyle açıklanır.



Gemilerde kullanılan yakıtlardaki kükürt oranları yaklaşık olarak;

Tablo 2: Gemilerde kullanılan yakıtlardaki kükürt oranları

Yakıt Türü	Kullanım alanı	Kükürt Oranı	Kullanım zamanı
MDO (Marine Diesel Oil)	DG/ME Jeneratörler/Ana Makine Kazanlar	% 0.4 - 0.8	Manevra Seyir Demir Liman
HFO (Heavy Fuel Oil)	M/E Ana Makine D/G Jeneratörler	% 1.5 - 3.5	Seyir

3.1.5 Partikül oluşumu

Karbon ve ağır karbonlu hidrojenler ve yakıttaki kükürttten kaynaklanan az miktardaki sülfürik asitten oluşmaktadır. Karbon ve ağır karbonlu hidrojenler yakıtın silindirde tam yanmamasından oluşurlar. Yakıt püskürtme ve yanma sistemleri optimizasyonu partikül emisyonu azalmasını sağlar.

Yakıtın kendisi partikül emisyonuna sebebiyet verir. Yüksek kaynama sonu sıcaklığına sahip bir yakıt daha yüksek partikül emisyonu oluşturur.

3.1.6 Metan haricindeki uçucu organik bileşiklerin oluşumu

Etan, bütan, propan gibi bileşikleri içeren bu emisyon çeşidinde azot oksitler ile beraber buldukları zaman sera etkisine katkı sağlarlar. Ayrıca gemide yakıt alımı esnasında buharlaşan yakıtın oluşturmuş olduğu uçucu organik bileşiklerdir.

3.1.7 Yanmamış karbonlu hidrojenler:

HC emisyonları hava – yakıt oranına bağımlı değildirler. Bunlar genelde yakıt püskürtme sorunlarından kaynaklanırlar. Art yanma dediğimiz olayda en fazla görülen bu emisyon çeşidi enjektörün yapısından kaynaklıdır. Yani enjektörlerin yakıt hücrelerini barındırma ve yakıtın buharlaşmasına olanak sağlama açısından emisyonların çoğalmasına katkı sağlarlar.

HC emisyonları makinenin devir sayısı ve yüküne bağlı olarak değişkenlik gösterir. Çünkü aşırı yük ve devirde püskürtme sistemi çok fazla çalışacak ve buharlaşma had safhalara kadar ulaşabilecektir.

3.2 Gemi Egzoz Gazı Emisyonlarının İnsan Sağlığına Etkileri

3.2.1 Karbon monoksitin insan sağlığına etkileri

Karbon monoksitin oksijen taşıma kapasitesini azaltması sonucunda kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelir. Ayrıca kan damarları çeperleri, beyin ve kalp gibi hassas organları da kötü yönde etkilemektedir. Az miktarda bile tenefüs edildiğinde baş dönmesi, görmede bulanıklık ve bulantıya sebebiyet vermektedir.

3.2.2 Kükürt oksitlerin insan sağlığına etkileri

Solunan yüksek miktardaki kükürt oksitler bronşit, amfizem ve akciğer hastalıklarına davetiye çıkarmaktadır. Gemi emisyonları içerisinde insan ve diğer canlılara verilecek zarar açısından kükürt oksitler ilk sırada yer alırlar. Özellikle liman şehirlerinde yaşayan insanlarda üst solunum yolu rahatsızlıklarının daha yoğun olduğu görülmüştür. İnsanlar kükürt oksitleri hava ile birlikte teneffüs ettiklerinde akciğerdeki nemle birleşerek zehirli asitlere dönüşmektedirler. Kükürt oksitlerin solunum organlarına verdiği zarar insanları ve canlıları ölüme kadardır.

3.2.3 Azot oksitlerin insan sağlığına etkileri

NO₂, gaz halinde bulunduğu için solunum yolu ile canlıların sağlığı üzerinde birçok etkileri bulunmaktadır. Gaz halinde bulunan NO₂, solunum yolu ile alındığı zaman canlıların solunum yollarında birikerek, alt solunum yollarına zararlı etkiler meydana getirmektedir. NO₂'in bulunduğu ortamlarda, diğer kirleticilerin ve özellikle ozonun bulunması durumunda, bu kirleticiler arasında oluşan reaksiyonlar sebebiyle insan sağlığında olumsuz etkileşimler oluşur. Özellikle akciğerlerin bakteriyel iltihaplanmaya karşı hassasiyetleri yükselir ve akciğerlerde biyokimyasal değişimler meydana gelir.

3.2.4 Metan haricinde uçucu organik bileşiklerin insan sağlığına etkileri

NMVOC, yer seviyesine yakın ozon oluşumunda etken olduğu için, solunum miktarına ve süresine bağlı olarak insanların solunum yollarında tahribata ve solunum yetersizliklerine sebep olmaktadır. NMVOC' lerin kansere, çocuklarda ve yeni doğanlarda gelişme bozukluğuna, düşüğe ve doğurganlıkta düşüşe neden olduğu ve merkezi sinir sistemi, göz, solunum yolları (burun ve boğaz) tahrişi, baş ağrısı, koordinasyon kaybı, mide bulantısı, karaciğer, böbrek ve merkezi sinir sistemi üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Yüksek derişimlerde mukoza tahrişine ve genel narkotik etkiye sahiptir. NMVOC' ler de CO₂ gibi iklim değişikliğine neden olan sera gazları içinde yer almaktadır.

3.2.5 Partiküllerin insan sağlığına etkileri

Partikül boyutuna göre değişen hasarlar, solunum yollarında tahribata, nefes alma zorluğuna ve kronik bronşite sebebiyet vermektedir. Bununla birlikte kan dolaşımına katılıp kalp ritminde bozulmalara neden olurlar. Solunum yolu enfeksiyonlarından, kalp-damar hastalıklarına kadar birçok hastalığa davetiye çıkarırlar.

IV.GEMİLERDEN KAYNAKLI EGZOZ GAZI EMİSYONLARI İLE İLGİLİ MARPOL KURALLARI VE SON DEĞİŞİKLİKLER

Hava kirliliği, özellikle 1980 yıllardan sonra atmosferin ozon tabakasının da incelenmesi ile birlikte uluslararası platformlarda gündeme getirilmiş ve hava kirliliğine neden olan etkenler ve hava kirliliğinin önlenmesi için alınması gerekli olan tedbirler uluslararası alanda çalışma konuları olarak belirlenmiştir. Bu çalışmaların en önemlisi, deniz güvenliği, emniyeti ve deniz kirliliğinin önlenmesi ile ilgili konularda çalışmalar yapan ve bir Birleşmiş Milletler kuruluşu olan Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) öncülüğünde hazırlanan “Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Sözleşmesi”ne kısaca MARPOL 73/78 Sözleşmesi”ne 1997 Protokolü ile kabul edilen ve 2012 yılında da TBMM tarafından MARPOL 73/78 sözleşmesine eklenen EK VI dır. Bu ek başlıca gemilerden kaynaklı kirliliğin önlenmesini amaçlamaktadır. Bu ek 400 GRT ve üzeri uluslararası sefer yapan tüm gemilere, sabit ve yüzer sondaj üniteleri ile diğer platformlara uygulanır. Ayrıca bu ek beraberinde çeşitli yeniliklerde getirmiştir. Bunları şöyle sıralayabiliriz:

4.1 ODS (Ozon inceltici gazlar)

Ozon tabakası canlılar için zararlı olan ultraviyole ışınlarını süzen ve dünyaya güven veren bir tabakadır. Fakat Kloroflorokarbon gibi gazlar ozon tabakasının incelmelerini sağlar. Bu da canlılarda deri kanserlerine ve canlı ekosisteminin bozulmasına sebebiyet vermektedir. Bunun için ODS gazlarının üretilmesini yasaklayan Montreal Protokolü kabul edilmiştir. Bu protokolde kademeli olarak ozon inceltici gazların kullanımı sonlandırılmıştır. Bu gazların kasıtlı olarak doğaya salınmasına izin verilmez. HCFC hariç olmak üzere 19 Mayıs 2005 tarihinde ve sonrasında inşa edilen gemilere de ODS içeren kurulumlar yasaktır. Ayrıca 1 Ocak 2020 tarihinde ve sonrasında inşa edilen gemilere HCFC içeren yapılarda dahil olmak üzere ODS içeren yapılar yasaktır.

Gemilerde ODS gazları bir liste halinde tutulur. Bununla beraber gemilerde idarece kabul edilen ODS Kayıt Defteri de muhafaza edilir.

Tablo 3: Gemilerde kullanılan soğutucular

CFC	HCFC	HFC	ENVIROMENTALLY INERT
R11	R22	R410A	AMMONIA
R12	R141b	R404A	CARBON DIOXIDE
R115		R507	PROPANE /I SOBUTANE
		R417A	

4.2 Azot oksitler

Gemi makinelerinde ısı ne kadar yüksek olursa verim o kadar fazla olur. Bununla birlikte o kadar da fazla azot oksit üretilir. Güneş ışığında kimyasal tepkimeye giren bu gaz ile ilgili Kural 13 olup, bu kural 130 KW den daha fazla çıkış gücüne sahip deniz dizel makinelerine uygulanır. Ayrıca 1 Ocak 2000 tarihinde ve sonrasında inşa edilen ve bu tarihten sonra büyük tadilata giren gemilere uygulanır. Acil Durum Jeneratörü, can filikalarında bulunan motorlar bu kapsam dışındadır.

NOx Emisyon Sınırları

I.Aşama :1 Ocak 200 tarihinde veya sonrasında ve 1 Ocak 2011 tarihinden önce inşa edilen gemiler.

II .Aşama :1 Ocak 2011 tarihinde veya sonrasında ve 1 Ocak 2016 tarihinden önce inşa edilen gemiler.

III. Aşama :1 Ocak 2016 tarihinden sonra inşa edilen gemiler.

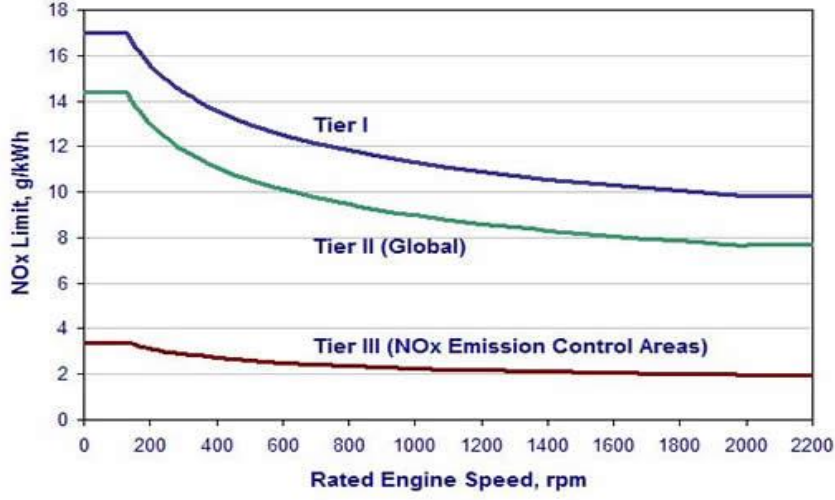
Tablo 4: NO_x emisyon sınırları

Aşama	n < 130 rpm	130 < n < 2000 rpm	n > 2000 rpm
I	17.0 g/kwh	45.0 n g/kwh	9.8 g/kwh
II	14.4 g/kwh	44.0 n g/kwh	7.7 g/kwh
III	3.4 g/kwh	9.0 n g/kwh	2.0 g/kwh

4.3 Kükürt oksitler

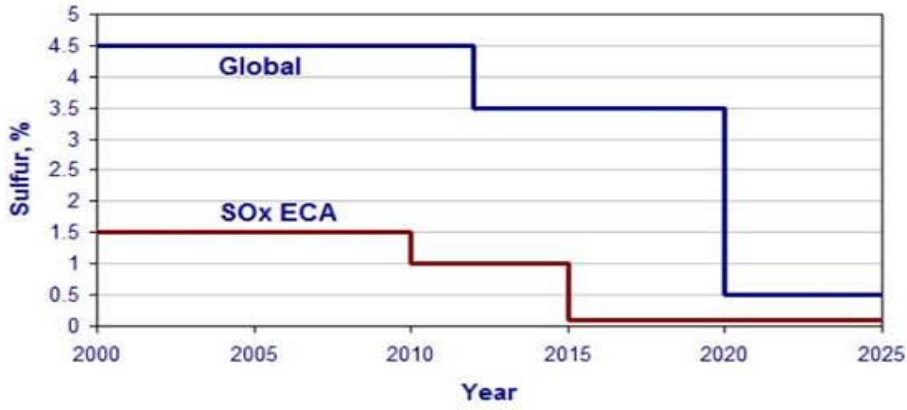
Yakıtta bulunan kükürdün oksijenle birleşmesinden oluşur. 19 Mayıs 2005 tarihinden itibaren, gemi kaynaklı kükürt oksitler denizcilik yakıtlarının kükürt içeriğine %4.5 oranında bir sınırlama getirilmiştir.

1 Ocak 2012 tarihinden itibaren ise, kükürt içeriği % 3.5 oranına azaltılmıştır. Bununla beraber birçok bölgede kükürt alanları belirlenmiştir. Yakıt numuneleri en az 12 ay muhafaza edilmeli ve yakıt faturasında kükürt oranı belirtilmelidir.



Şekil-1: MARPOL EK-VI NOx Emisyon Limitleri

Kaynak: <http://www.dieselnet.com>



Şekil-2: MARPOL EK-VI Yakıt Sülfür Limitleri

Kaynak: <http://www.dieselnet.com>

Şekil 1: Azot oksit ve Kükürt oksit limitleri

4.4 VOC (Uçucu Organik Bileşikler)

Ham petrolün veya gemiye yükleme esnasında buharlaşan petrol ürünlerinin hafifi kısımlarıdır. Dünyada genellikle yükleme limanlarında tehlikeli olurlar. Ham petrol taşıyan gemilerde onaylanmış bir VOC kılavuzu bulunması gerekir.

4.5. Gemi İnsineratörü

Marpol ek I-II-III deki atıkların yakılması kesinlikle yasaktır. 5 dk içerisinde 600 °C ye ulaşabilecek şekilde tasarlanan insineratörlerde yanma odasındaki gaz sıcaklığı sürekli takip edilir. 1 Ocak 2000 tarihinde ve sonrasında gemiye kurulan insineratörler idare tarafından Tip Onay şeklinde onaylanırlar. Ayrıca insineratörlerde sewage, gemide açığa çıkmamış sludge yağı ve egzost gazı temizleme sistemi atıkları da kesinlikle yakılmamalıdır.

V. SAMSUN İLİNDEKİ LİMANLAR

5.1 Samsunport:

Samsunport Limanı konum itibarıyla 41°18'00'' kuzey enlemleri ile 36°22'00'' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Samsun Limanı deniz hinterlandı. Gürcistan ın Batum, Poti ve Suchumi limanları, Rusya'nın Soçi, Tuapse, Novorossiysk, Azak denizinde Azov, Taganrog, Jdanov, Yalta ,Berdyansk,Geniçesk; Kırım'da Mis.Kız-Oğul, Feodosiya, Yalta, Todor, Sevastopol, Yevpatorskiy; Ukrayna'da Nikolayev, Odesa, İliçhevski; Romanya'da Konstanta ve Bulgaristan da Varna limanlarını içerisine almaktadır.

Samsun limanı Karadeniz bölgesinde Türkiye'nin en büyük limanıdır. Karadeniz'de demiryolu bağlantısı olan tek limandır. Geniş bir hinterlanda 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.

Samsun Limanının tarihçesine bakacak olursak; Samsun Limanı'nda ilk yükleme-boşaltma hizmetleri biri özel idareye ait "Park İskelesi", 6 tanesi Belediye'ye ait "Gaz-Zahire-Markopala-Gümrük-Yolcu-Un ve Tütün" iskelelerinden istifade edilerek çaparlılar cemiyeti tarafından yapılmaya başlamıştır. Bu iskeleler 06.01.1944 tarihinde o zamanki adıyla Devlet Limanları İşletmesi Umum Müdürlüğü emrine verilmiş ve yine aynı tarihte Devlet Demiryolları Ve Limanları İşletmesi Umum Müdürlüğüne devredilmiştir. Limanda mevcut bulunan makineli ve makinesiz deniz nakil vasıtaları (çaparlar-mavmalar ve cer motoru) alınarak limanın fiilen bu Umum Müdürlükçe işletilmesine 01.03.1944 tarihinde başlanmıştır. Liman 29.07.1953 tarihinde yürürlüğe giren 6186 sayılı kanun ile Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi'ne intikal etmiş olup, halen bu işletme tarafından işletilmektedir.

Samsun Limanı'nın inşası için teşebbüslerin en ciddiisi 1910 yılında bir İngiliz Müşavirlik Mühendislik Teşekkülüne Etüd ve Projelerin yaptırılmasıyla başlanmıştır. Projeler 1912 yılında tamamlanmış fakat I.Dünya Savaşı çıktığından dolayı gerçekleştirilememiştir.

Cumhuriyet ile başlayan imar hareketleri arasında Samsun Limanı'nın inşası hususunda da bazı adımlar atılmış ve inşaya yetki veren kanunlar çıkarılmış olmasına rağmen, tatbikata geçirilememiştir.

Liman 1953 yılına kadar açık demir yeri olarak kalmıştır. Ancak Doğu Karadeniz'i İç Anadolu'ya bağlayan bu sahil kentinde artan yük trafiği liman inşasını zorunlu kılmıştır. Milletlerarası bankalardan 5 Türk limanının projesinin gerçekleştirilebilmesi için 1953 yılı başında 12,5 milyon dolarlık kredi alınmasından sonra fiili safhaya geçilmiştir.

Limanın inşası 27.07.1953 tarihinde, bir Alman İşbirliği Teşekkülü olan Rar-Philippe-Hezman Heohtiet Mühendislik şirketine ihale edilerek 3 Eylül 1953 tarihinde mukaveleye başlatılmıştır. Limanın inşaat aşamaları devam ederken 1963 yılında 776 m' lik rıhtım üzerine toplam 40 ton kapasiteli 10 adet elektrikli vinç kurulmuştur. Yine 1963 yılında 2 tane konveyör vinci kurulmuştur. Ayrıca demir cevheri gibi dökme katı eşyaları yüklemek için de 1965 yılında konveyör tesisi inşa edilmiştir. Daha sonra 776 m' lik rıhtıma 5 ton kapasiteli 2 adet daha elektrikli vinç ilave edilmiştir. 1990 yılında Sanayi Rıhtımı'nın da inşasının tamamlanması üzerine toplam 70 ton kapasiteli 5 adet STFA elektronik vinci hizmete girmiştir.

Terminal Sahası : 445.000 m²

Terminal Kapasitesi : 250 000 TEU

Yard Slot Sayısı : 1240 TEU

Reefer Priz Sayısı : 40

Kapı Sayısı : 3 adet ana kapı,1 adet acil müdahale kapısı ve 2 adet demiryolu kapısı.

Saha Büyüklükleri:

CFS : 30 000 m²

Kapalı Depo : 50.000 m²

Boş.Depolama Sayısı : 320 000 m²

Samsunport Limanında general kargo, konteyner, roro hizmetleri verilmekte olup, tüm süreçler ve işlemler otomasyon sistemleriyle desteklenmektedir.

Toplam Rıhtım Uzunluğu :1756 m.

Toplam Vagon Ferry Uzunluğu :180 m.

5.1.1 Rıhtım Bilgileri

5.1.1.1 Ana Liman

1-2-3-4-5 nolu rıhtımların tamamı 776 metre uzunluğunda olup 7.5 ile 10 metre derinliğe sahiptirler.9 nolu rıhtım 400 metre olup,6 m derinliğe sahiptir.

5.1.1.2 Sanayi Rıhtımı

6-7 nolu rıhtımların tamamı 400 metre uzunluğuna sahip olup 11.5 metre derinliğe sahiptir.8 nolu rıhtım demiryolu ferry rıhtımıdır.

Tablo 5: Samsunport Limanı teknik bilgiler

Rıhtım No	Uzunluk	Genişlik	Derinlik	Servis
1	155.....m	... m	-10,5.... m	Ro-Ro, genel yük, dökme yük,
2	155.....m	... m	-10,5.... m	Ro-Ro, genel yük, dökme yük,
3	155.....m	... m	-10,5.... m	Ro-Ro, genel yük, dökme yük,konteyner
4	155.....m	... m	-10,5.... m	Konteyner, genel yük, dökme yük
5	155.....m	... m	-10,5.... m	Konteyner, genel yük, dökme yük
6	180.... m	... m	-7,00.... m	Konteyner, genel yük, dökme yük
7-8-9	400.... m m	-7.00.... m	Ro-Ro, genel yük, dökme yük
10-11-12	400.... m m	-12,00.... m	Ro-Ro, genel yük, dökme yük
VF-1, VF2	180.... m m	-7,00.... m	Vagon ferry

Samsun Limanında Kafkas Projesi kapsamında, Sanayi rıhtımında tren vagonlarının gemilere yüklenmesi boşaltılması için alt yapı ve rampa çalışmaları tamamlanmış, Samsun Limanı / Rusya-Kafkas Limanı ile Samsun Limanı/ Poti-Gürcistan Limanları arasında Ferry deneme seferlerine başlamıştır. Özellikle son yılda Samsunport limanında konteyner taşımacılığı da gözde konuma gelmesiyle beraber bazı önemli terimleri de limanda kullanma ve uygulama gerekliliği getirmiştir. Bunları şöyle açıklayabiliriz:

Konteyner: 20, 40 veya 45 lik, 8 genişliğinde olup flat-rack, soğutucu konteynerler, platformlar ve tanklar verilebilir. Konteyner elleçlemesi için gerekli olan CSC plakalarının emniyet şartlarını taşımaktadır.

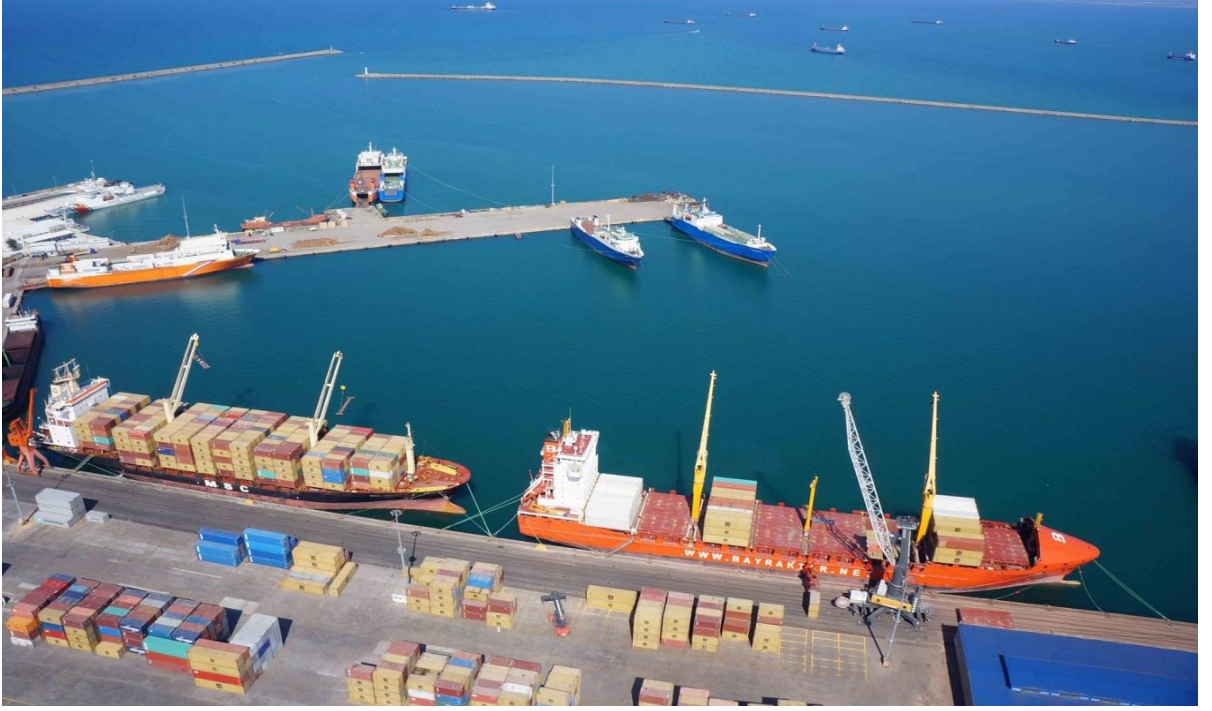
Konteyner Yük İstasyonu(CFS): Konteyner içerisindeki yükün ayrıldığı veya tamamlandığı, muayene edildiği veya ilgili tarafından istediği,yürürlükteki kurallar veya resmi makamlar tarafından gerekli görülen sair işlemlere tabi tutulduğu alandır.

IMDG Kod kapsamında tehlikeli olarak sınıflandırılan her türlü malzemenin de limanda elleçlenmesi yapılabilmektedir.

5.1.2 Samsunport Limanına ait bazı resimler



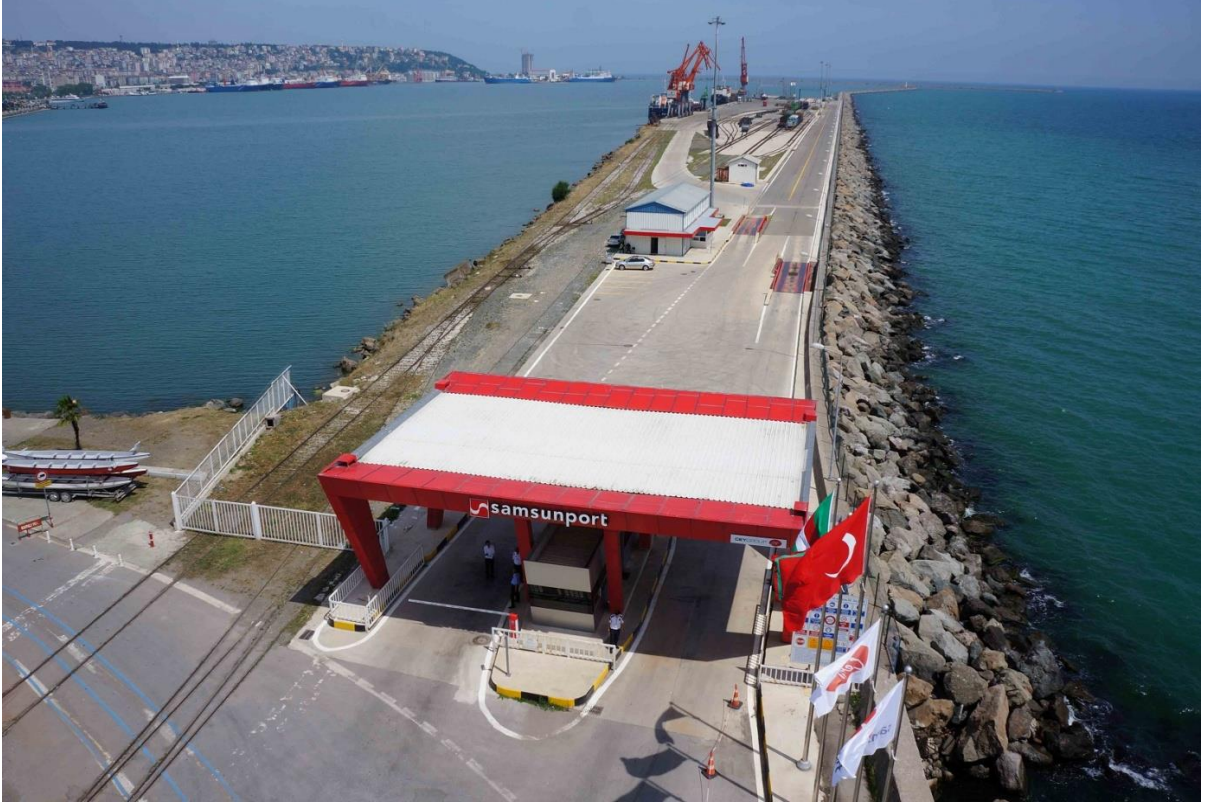
Şekil 2: Samsunport Ana Liman-1



Şekil 3: Samsunport Ana Liman-2



Şekil 4: Samsunport Ana Liman-3



Şekil 5: Samsunport Sanayi Limanı-1



Şekil 6: Samsunport Sanayi Limanı-2

5.2 Yeşilyurt Limanı

5.2.1 Yeşilyurt Limanı coğrafi konumu

Yeşilyurt Liman İşletmeleri Samsun ili merkezine 15 km uzaklıkta organize sanayi bölgesinde yerleşmiştir. Coğrafi konumu ise 41°15'14'' kuzey ve 36°26'66'' doğu koordinatları arasındadır. Demiryolu güzergâhı üzerinde bulunan liman Samsun havaalanına da 12 km uzaklıktadır.

5.2.2 Rıhtım ölçü ve kapasiteleri:

1 nolu İskele

420 metre boy, 30 metre en, minimum 9 metre derinlik ve maksimum 20 metre drafta sahip olan iskeleye 50.000 GRT civarı olan gemiler rahatlıkla yanaşabilmektedir.

2 nolu iskele

420 metre boy, 30 metre en, minimum 9 metre derinlik ve maksimum 20 metre drafta sahip olan iskeleye 50.000 GRT civarı olan gemiler rahatlıkla yanaşabilmektedir.

3 nolu iskele

150 metre boy,12 metre en, minimum 6.5 metre derinlik ve maksimum 4.5 metre drafta sahip olan iskeleye yaklaşık 5000 GRT civarı gemiler yanaşabilmektedir.

Yeşilyurt Limanı, 2 adet 2200 BHP gücünde römorkör, 1 adet 650 BHP gücünde kılavuz botu ve 1 adet 150 BHP gücünde palamar botuna sahiptir. Ayrıca Yeşilyurt limanının kapasitesine bakacak olursak;

Toplam liman sahası:120.000 m²

Açık depolama kapasitesi:60.000 ton

Kapalı depolama kapasitesi:70.000 ton

Hububat silosu kapasitesi-10 adet:35.000 ton



Şekil 7: Yeşilyurt Limanı-1



Şekil 8: Yeşilyurt Limanı-2

5.3 Toros Limanı

5.3.1 Teknik Bilgiler

İskele boyu : 613 m Gemi yanaşma ünitesi: 204 m.

İskele eni :21,4 m. Liman alanı (m²). İskelenin açık depolama alanı : 10.000 m²

İskelenin kapalı depolama alanı : 7.000 m²

İskeleye ait, kamyon ve diğer araçlar için park sahası mevcut değildir. Ancak fabrika çıkışında 1.000 m² lik kamyon park sahası mevcuttur.

Limn Koordnatları - İskele ucu koordnatları: 41° 15' 02" N – 36° 27' 24" E



Şekil 9: Toros Limanı-1



Şekil 10: Toros Limanı-2

6.SAMSUN İLİ HAVA KİRLİLİĞİ

6.1 Samsun İli Hava Kirliliğine Genel Bakış

Samsun ili Karadeniz kıyısında bulunup, kara, deniz, demir ve hava yollarıyla ulaşımın kolaylıkla sağlanabildiği bir liman şehridir. Samsun ilinde nüfusun büyük bir çoğunluğu 100 metreden daha aşağı kesimlerde yaşamaktadır. Dolayısıyla kent yerleşiminin önemli bir bölümü kıyı düzlükleri ile yamaç arazilerinde kurulu bulunmaktadır. Kıyı düzlüklerinin enine genişliği de farklılık göstermektedir. Bu özellik kirli havanın yoğunlaşmasında önemli bir faktördür. Nitekim Atakum ilçesinde 100 metrelik yükselti seviyesine 3-4 km lik bir düzlükten sonra ulaşılırken, kent merkezinde bu 500 metre ile 2 km arasında değişkenlik göstermektedir. Samsun ilinde TUIK verilerine göre;

Tablo 6: Samsun ili nüfus tablosu

YIL	NÜFUS	NÜFUS YOĞUNLUĞU (km ₂ /kişi)
2007	1228959	135
2008	1233677	136
2009	1250076	138
2010	1252693	138
2011	1251729	138
2012	1251722	138
2013	1261810	140

Samsun ilinde düzensiz bir nüfus değişimi olduğunu görmekteyiz. Nüfus yoğunluğunun fazla değişmediği ilde genellikle İstanbul ve diğer büyükşehirlere göçler bunda etkili olmuştur. Bununla birlikte, Samsun ili Türkiye genelinde hava kirliliği görülen iller arasında üçüncü derece iller kapsamında bulunmaktadır. Şehirde hava kirliliği, kış aylarında ciddi çevre sorunlarından biri olarak algılanmaktadır. Bu dönemlerde kirliliğin önemli kaynağını konutların ısıtılmasında kullanılan yakıtlar ve ısınma yöntemleri oluşturmaktadır. Sakin hava koşullarında sabah ve akşam saatlerinde hava kirliliği artmaktadır. Bu tip günlerde sıcaklık terelmesi (inversiyon) adını verdiğimiz etkenin oluşması hava kirliliğinin artmasına davetiye çıkarmaktadır. Çünkü kış aylarında sıcaklık inversiyonun olduğu günlerde yere yakın kısımlar daha soğuk ve üst kısımlar ise daha sıcaktır. Kirleticiler alt kısımda bulunan soğuk, yoğun ve ağır havanın etkisiyle yükselemeyerek belli seviyede hapsedildiğinden, kirlilik konsantrasyonunda büyük artış olmaktadır. Ayrıca Samsun ilinde kış aylarında kalitesiz yakıt kullanımı, kömürlerin kaçak kente sokulması, yanlış ve düzensiz şehirleşme, yüksek katlı binaların varlığı yanında meteorolojik faktörler nedeniyle kirlilik daha fazla artmaktadır.

Uzun yıllık ortalamalara göre Samsun'a her yönden rüzgar esmektedir. Bu durum kentte kirli havanın dağılmasında etkili rol oynamaktadır. Bununla birlikte doğu kaynaklı rüzgârların estiği dönemlerde kirlilik daha yoğun bir şekilde hissedilmektedir.

Samsun ilinde yaz aylarında ise kış aylarına nazaran daha az hava kirliliği görülmektedir. Yaz aylarında görülen hava kirliliği genellikle, kent içi trafik yoğunluğu, endüstriyel kuruluşlardan kaynaklı kirlenmeler ve özellikle limana gelen gemilerin bırakmış olduğu kirleticiler den kaynaklanmaktadır.

Genelde Samsun ili için hava kirliliğine sebebiyet veren bu kirleticilerin minimum seviyeye indirilebilmesi için kalitesiz yakıt kullanımının engellenmesi, bilimsel ısınma yöntemlerinin kullanılması, denetimlerin sıklaştırılması ve trafik araçlarında egzoz gazı emisyonlarının düzenli olarak yapılması gerekmektedir.

Samsun ili için özellikle kış aylarında en büyük kirletici konumunda olan ısınmadan kaynaklı kirleticiler 29.10.2005 tarihinde büyükşehir sınırları dâhilinde doğalgaz kullanımı başlamasıyla birlikte azalmaya başlamıştır.

Samsun ilinde hava kirliliğini kontrol altına alabilmek için Büyükşehir belediyesi ile makine mühendisleri odası ortak çalışmalar yapıp pilot bölgelerde egzoz emisyonları ölçümü yapmaktadırlar. Ayrıca, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Türkiye'nin belirli bölgelerinde bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonları verilerini ulusal hava kalitesi istasyonları izleme istasyonları web sitesinden saatlik olarak yayınlamaktadır.

Samsun ilinde iki adet hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bunlardan biri merkezde diğeri ise Tekkeköy ilçesindedir. 5 Aralık 2013 tarihinde Samsun ve Samsun (Tekkeköy) istasyonları verileri aşağıdaki gibidir.

6.1.1 Samsun hava kalitesi ölçüm istasyonu

Bu istasyonda PM10 ve SO₂ ölçümleri yapılmaktadır.

Tablo 7: Samsun hava kalite ölçüm istasyonu verileri

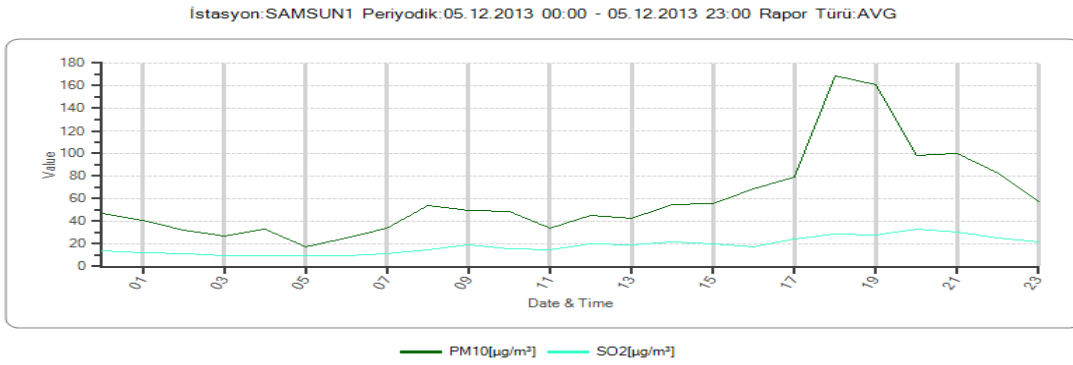
Tarih	Zaman	PM10 µg/m ³	SO ₂ µg/m ³
05.12.2013	00:00	47	14
05.12.2013	01:00	41	12
05.12.2013	02:00	32	11
05.12.2013	03:00	27	10
05.12.2013	04:00	33	10
05.12.2013	05:00	17	10
05.12.2013	06:00	25	10
05.12.2013	07:00	34	11
05.12.2013	08:00	54	15
05.12.2013	09:00	50	19
05.12.2013	10:00	49	16
05.12.2013	11:00	34	15
05.12.2013	12:00	45	20
05.12.2013	13:00	43	19
05.12.2013	14:00	55	22
05.12.2013	15:00	56	20
05.12.2013	16:00	69	17
05.12.2013	17:00	79	24

05.12.2013	18:00	169	29
05.12.2013	19:00	161	28
05.12.2013	20:00	98	33
05.12.2013	21:00	100	30
05.12.2013	22:00	83	25
05.12.2013	23:00	88	29

Tablo 8: Samsun hava kalite ölçüm istasyonu değerlendirme tablosu

Minimum	17	10
MinTime	05:00	03:00
Maximum	169	33
MaxTime	18:00	20:00
Avg	61	18
Num	23	23
Data[%]	96	96
STD	38,7	7

05.12.2013 tarihindeki Samsun istasyonu PM10 VE SO₂ kirletici grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 11: Samsun PM10 ve SO₂ kirletici grafiği

6.1.2 Samsun (Tekkeköy) hava kalitesi ölçüm istasyonu

Bu istasyonda PM10, SO₂, NO, NO₂, NO_x ve CO ölçümleri yapılmaktadır.

Tablo 9: Tekkeköy hava kalite ölçüm istasyonu verileri

Tarih	Zaman	PM10	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
05.12.2013	00:00	170	5	15	11	26	1222
05.12.2013	01:00	48	3	20	12	33	998
05.12.2013	02:00	40	9	19	11	30	933
05.12.2013	03:00	34	9	14	10	24	876
05.12.2013	04:00	34	8	13	10	23	762
05.12.2013	05:00	36	7	18	12	30	670
05.12.2013	06:00	160	6	27	13	40	672
05.12.2013	07:00	59	8	66	22	89	969
05.12.2013	08:00	158	14	106	32	137	1235
05.12.2013	09:00	132	17	18	14	32	636
05.12.2013	10:00	59	111	14	12	27	398
05.12.2013	11:00	43	235	11	11	23	277
05.12.2013	12:00	92	166	14	10	24	151
05.12.2013	13:00	57	121	15	12	27	100
05.12.2013	14:00	39	63	15	14	28	106
05.12.2013	15:00	53	72	23	21	44	355
05.12.2013	16:00	109	88	27	24	51	599
05.12.2013	17:00	108	112	18	17	35	651
05.12.2013	18:00	181	194	66	28	93	1434
05.12.2013	19:00	261	221	53	27	79	1594
05.12.2013	20:00	167	196	63	25	88	1042

05.12.2013	21:00	179	245	51	24	75	1562
05.12.2013	22:00	101	193	23	21	44	1521
05.12.2013	23:00	107	140	26	24	45	1533

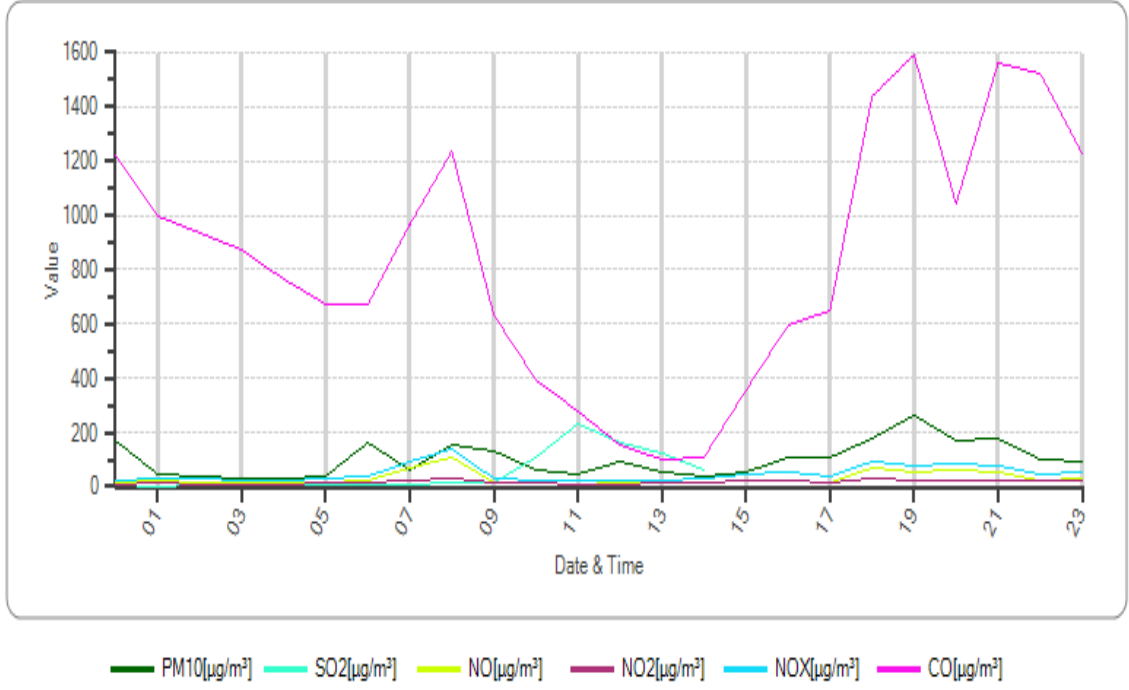
05.12.2013 tarihindeki Samsun (Tekkeköy) istasyonu PM₁₀, SO₂, NO, NO_x, CO ve NO₂ kirletici grafiği aşağıdaki gibidir.

Tablo 10: Tekkeköy hava kalite ölçüm istasyonu değerlendirme tablosu

TEKKEKÖY	PM₁₀	SO₂	NO	NO₂	NO_x	CO
Minimum	34	3	11	10	23	100
MinTime	03:00	01:00	11:00	03:00	04:00	13:00
Maximum	261	235	106	32	137	1594
MaxTime	19:00	11:00	08:00	08:00	08:00	19:00
Avg	101	52	31	17	48	816
Num	23	15	23	23	23	23
Data[%]	96	62	96	96	96	96
STD	62,5	70,2	24	6,8	29,8	457

Samsun iline ait güncel verileri kullanılarak hangi kirleticinin daha fazla arttığını ve çevrenin iklim şartlarıyla bağlantısını rahatlıkla çıkarabiliriz. Bu güncel verilerin dışında 2012 yılına ait Samsun ili için hava kirleticilerin ortalama konsantrasyonları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

İstasyon:SAMSUN2(TEKKEKOY) Periyodik:05.12.2013 00:00 - 05.12.2013 23:00 Rapor Türü:AVG



Şekil 12: Tekkeköy PM₁₀, SO₂, NO, NO_x ve CO kirlenici grafiği

VII. SAMSUN İLİ İTHALAT VE İHRACAT FAALİYETLERİ

Samsun ili limanlarına uğrayan gemiler ülkemizin ihracat ve ithalatına büyük katkılar sağlamaktadır. Özellikle Samsun ili limanlarından kalkış yapan ya da limanlara gelen gemiler Rusya, Ukrayna, Romanya ve Gürcistan ülkeleri limanlarına gitmişler ya da bu limanlardan gelmişlerdir. Bu da Samsun ilinin Karadeniz Bölgesi ihracat ve ithalatı için büyük önem taşıdığını göstermiştir. Ayrıca Samsun ili limanlarına elleçlenen yük miktarlarına da bakacak olursak Samsun limanlarının Karadeniz limanları içerisindeki önemini daha iyi anlayabiliriz. Bu sebeple aşağıda yük elleçleme miktarları bulunan tablolar elde edilmiştir

2013 Yılına ait aylar bazında Samsun ili sınırı içerisinde bulunan limanlara uğrayan farklı ve toplam gemi sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 11: 2013 yılı Samsun iline gelen gemi sayıları

AYLAR	FARKLI GEMİ SAYISI						TOPLAM UĞRAYAN GEMİ SAYISI					
	TÜRK BAYRAKLI		YABANCI BAYRAKLI		TOPLAM		TÜRK BAYRAKLI		YABANCI BAYRAKLI		TOPLAM	
	Gemi Sayısı	Gros Ton	Gemi Sayısı	Gros Ton	Gemi Sayısı	Gros Ton	Gemi Sayısı	Gros Ton	Gemi Sayısı	Gros Ton	Gemi Sayısı	Gros Ton
OCAK	64	58.866	64	320.554	128	379.420	108	176.471	117	572.333	225	748.804
ŞUBAT	19	44.512	65	388.460	84	432.972	54	167.510	118	653.941	172	821.451
MART	44	10.088	53	346.074	97	356.162	98	172.576	111	707.559	209	880.135
NİSAN	29	54.171	56	292.756	85	346.927	58	145.517	134	701.847	192	847.364
MAYIS	20	33.702	57	323.162	77	356.864	65	191.021	153	810.142	218	1.001.163
HAZİRAN	23	52.792	64	304.786	87	357.578	60	212.827	136	726.394	196	939.221
TEMMUZ	30	74.977	69	380.920	99	455.897	76	239.241	126	661.903	202	901.144
AĞUSTOS	21	52.078	70	336.861	91	388.939	59	232.941	138	634.993	197	867.934
EYLÜL	57	71.716	69	333.735	126	405.451	102	271.382	132	593.128	234	864.510
EKİM	18	71.648	72	388.734	90	460.382	67	260.558	145	828.106	212	1.088.664
KASIM	54	89.693	81	409.004	135	498.697	106	254.532	182	928.397	288	1.182.929
ARALIK	21	60.276	89	372.788	110	433.064	61	230.063	177	857.778	238	1.087.841

Bu tabloya göre; toplam uğrayan gemi en çok kasım ayında, en az ise şubat ayında iken, gros tonaj bakımından ise en çok kasım ayında ve en az ise ocak ayında gerçekleşmiştir.

Limanlara gelen farklı gemi sayılarına bakacak olursak, Türk Bayraklı farklı gemi en çok ocak ayında ve en az ekim ayında gelmiştir. Yabancı bayraklı gemiler ise en çok aralık ayında ve en az mart ayında gelmiştir. Bunun sonucunda ise toplamda uğrayan farklı gemiler ise en çok kasım ayında ve en az ise mayıs ayında gözlenmiştir.

7.1 Samsun ili 2013 yılı ihracat faaliyetleri

Toplam uğrayan gemi sayılarına bakacak olursak ta en çok kasım 2013 de gözlenirken en az şubat 2013 de gözlenmiştir.

Tablo 12: 2013 yılı Samsun ili ihracat miktarları

AYLAR	YÜKLEME					
	İHRACAT				KABOTAJ YÜKLEME	TOPLAM YÜKLEME
	TÜRK BAYRAKLI	KENDİ ÜLKE BAYRAKLI	DİĞER ÜLKE BAYRAKLI	TOPLAM		
OCAK	2.700	0	63.078	65.778	59.033	124.811
ŞUBAT	3.400	6.207	111.066	120.673	67.670	188.343
MART	4.850	0	97.540	102.390	52.297	154.687
NİSAN	6.950	3.012	65.173	75.135	48.095	123.230
MAYIS	5.600	6.622	82.199	94.421	57.413	151.834
HAZİRAN	12.150	6.592	35.374	54.116	71.485	125.601
TEMMUZ	2.460	3.006	31.814	37.280	92.733	130.013
AĞUSTOS	0	1.500	24.244	25.744	93.351	119.095
EYLÜL	8.334	0	37.795	46.129	98.936	145.065
EKİM	5.100	0	76.058	81.158	87.415	168.573
KASIM	9.729	0	127.855	137.584	82.341	219.925
ARALIK	2.000	0	124.032	126.032	88.125	214.157

Yukarıdaki grafiğe göre; 2013 yılında en çok yükleme bazında ihracat Türk bayraklı gemilerden haziran ayında, kendi ülke bayraklı gemilerden mayıs ayında, diğer ülke bayraklı gemilerden kasım ayında, kabotaj yüklemede eylül ayında ve toplam yükleme bazında ise kasım ayında gerçekleşmiştir.

7.2 Samsun ili 2013 yılı ithalat faaliyetleri

Tablo 13: 2013 yılı Samsun ili ithalat miktarları

AYLAR	BOŞALTMA					
	İTHALAT				KABOTAJ BOŞALTMA	TOPLAM BOŞALTMA
	TÜRK BAYRAKLI	KENDİ ÜLKE BAYRAKLI	DiĞER ÜLKE BAYRAKLI	TOPLAM		
OCAK	47.018	44.484	349.370	440.872	64.831	505.703
ŞUBAT	47.211	36.845	370.895	454.951	64.853	519.804
MART	40.318	25.064	373.586	438.968	84.909	523.877
NİSAN	47.023	56.971	354.276	458.270	54.165	512.435
MAYIS	65.896	50.629	400.507	517.032	49.135	566.167
HAZİRAN	78.291	47.072	402.182	527.545	43.280	570.825
TEMMUZ	51.316	33.138	503.585	588.039	59.801	647.840
AĞUSTOS	63.192	59.376	384.748	507.316	83.829	591.145
EYLÜL	50.286	82.556	391.913	524.755	104.852	629.607
EKİM	276.614	29.469	481.281	787.364	612.513	1.399.877
KASIM	58.677	62.274	409.800	530.751	86.907	617.658
ARALIK	53.954	84.198	384.309	522.461	79.480	601.941

Yukarıdaki grafiğe göre; 2013 yılında en çok boşaltma bazında ithalat Türk bayraklı gemilerden ekim ayında, kendi ülke bayraklı gemilerden aralık ayında, diğer ülke bayraklı gemilerden temmuz ayında, kabotaj boşaltma ekim ayında ve toplam boşaltma bazında ise ekim ayında gerçekleşmiştir.

7.3 Samsun ili 2013 yılı toplam ithalat-ihracat faaliyetleri

Tablo 14: 2013 yılı Samsun ili toplam ithalat-ihracat miktarları

AYLAR	TOPLAM					
	TOPLAM İTHALAT - İHRACAT				TOPLAM KABOTAJ	TOPLAM ELLEÇLEME
	TÜRK BAYRAKLI	KENDİ ÜLKE BAYRAKLI	DiĞER ÜLKE BAYRAKLI	TOPLAM		
OCAK	49.718	44.484	412.448	506.650	123.864	630.514
ŞUBAT	50.611	43.052	481.961	575.624	132.523	708.147
MART	45.168	25.064	471.126	541.358	137.206	678.564
NİSAN	53.973	59.983	419.449	533.405	102.260	635.665
MAYIS	71.496	57.251	482.706	611.453	106.548	718.001

HAZİRAN	90.441	53.664	437.556	581.661	114.765	696.426
TEMMUZ	53.776	36.144	535.399	625.319	152.534	777.853
AĞUSTOS	63.192	60.876	408.992	533.060	177.180	710.240
EYLÜL	58.620	82.556	429.708	570.884	203.788	774.672
EKİM	281.714	29.469	557.339	868.522	699.928	1.568.450
KASIM	68.406	62.274	537.655	668.335	169.248	837.583
ARALIK	55.954	84.198	508.341	648.493	167.605	816.098

Tablo bazında bakıldığında, 2013 yılında türk bayraklı toplam elleçleme en çok ekim ayında gerçekleşirken, en az elleçleme ise ocak ayında gerçekleşmiştir. Toplam kabotaj yüklerine bakarsak da en çok ekim ayında elleçleme yapılmış olup, en az ise nisan ayında elleçleme gerçekleştirilmiştir.

Genel itibariyle yukarıdaki tablolar analiz edildiğinde kış aylarında gemi trafiğinin azaldığı ve buna bağlı olarak yük elleçleme miktarlarında düşüşlerin gözlemlendiği görülmektedir. Genellikle gemi trafiğinin mayıs-haziran dönemi ile eylül-ekim dönemlerinde fazla olması yükleme olanakları bakımından iklim koşullarının elverişliliğiyle beraber tarım ürünlerinin üretiminin bu aylara denk gelmesiyle ilgilidir.

VIII.GEMİ EGZOZ EMİSYON MİKTARLARININ HESAPLANMASI

8.1 Gemilerin oluşturduğu egzoz emisyonlarını hesaplama metodları

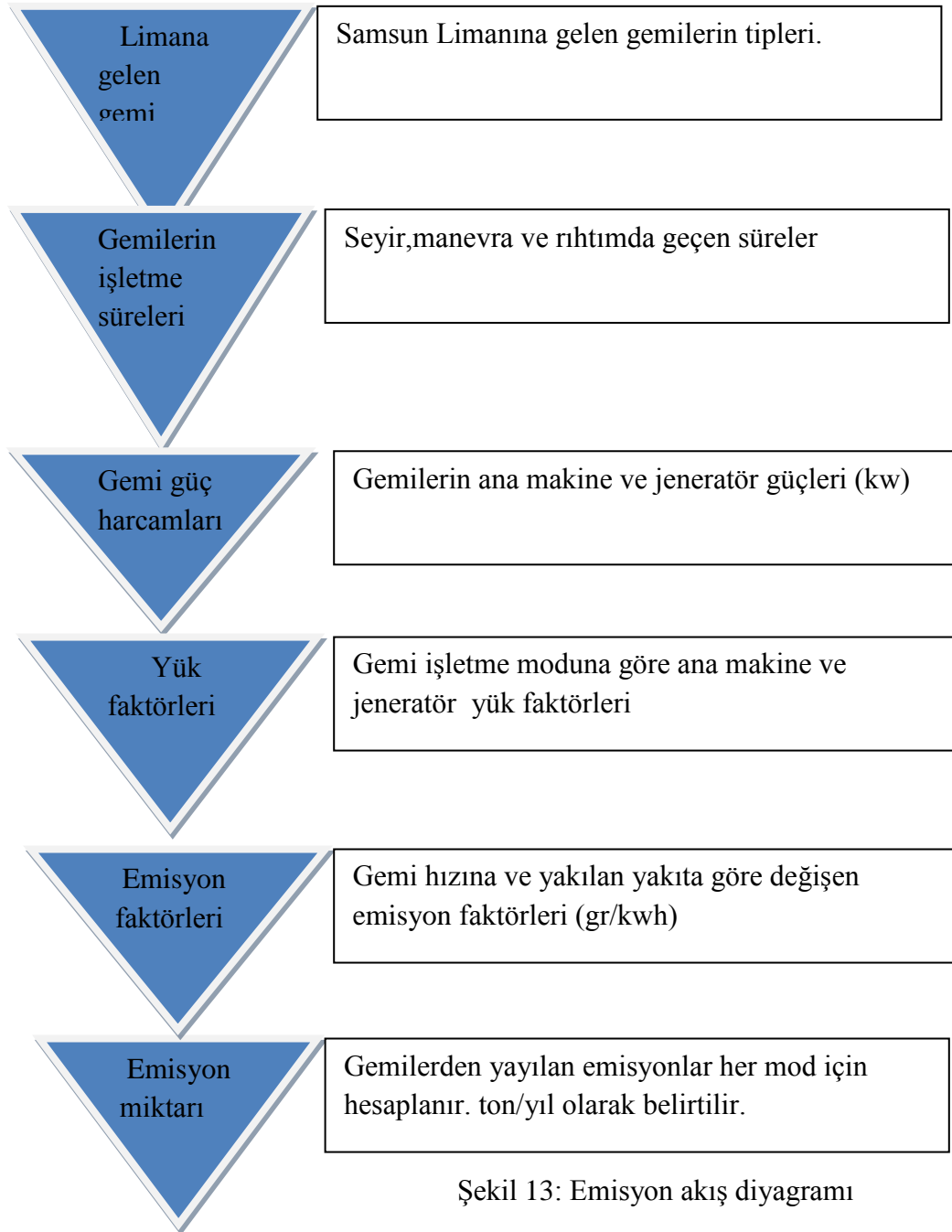
Gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinin belirlenmesinde, gemi makinelerinin (ana makine ve jeneratörler) egzozlarından çıkan emisyon miktarı önemlidir. Bu emisyon miktarları hesaplanırken ana hatlarıyla iki metod uygulanabilir. Bunlardan birincisi gemilerin yakmış oldukları toplam yakıt miktarları kullanılarak belirlenirken, diğeri ise gemilerin rıhtım, manevra ve seyir aktiviteleri baz alınarak yapılan emisyon hesaplama metodudur.

İlk olarak gemilerin yaktıkları toplam yakıt miktarlarına göre emisyon tahminini inceleyecek olursak; burada esas olan faktörlerin geminin ne kadar yakıt yaktığı, geminin cinsi, geminin grostonu, çalıştığı gün sayısı, geminin bu süre zarfında çalışan makineleri, bu makinelerin türü ve kullanmış oldukları yakıt cinsidir. Bu hesaplama yönteminde işletme şartlarına göre tüketilen yakıt miktarları yük faktörlerine göre değişmektedir. Mesela tankerlerde yük tahliyesi sırasında elektrikli veya buhar türbinli makineler kullanılabilir. Bu pompaların devreye girmesiyle jeneratörlerde yük artacak veya kazan devreye alınacak durumlar oluşacaktır. Bu da fazladan yakıt tüketimi anlamına gelmektedir.

İkinci olarak ise gemi işletme modlarına göre emisyon miktarları hesaplanmasını inceleyecek olursak; bu emisyon hesaplama yönteminde her bir gemi aktivitesi için belirlenen emisyon faktörleri kullanılarak emisyon hesaplanabilir. Her bir geminin emisyonları, seyirde, manevrada ve rıhtımda ayrı ayrı hesaplanır. Çünkü her bir işletme modunda her bir geminin ana makine gücü ve jeneratörlerinin gücü; yük faktörlerine göre ve kullanılan yakıt tipine göre değişir. Bundan dolayı gemi aktivitesine göre emisyon hesabında geminin ana makine ve jeneratör gücü bilinmelidir. Ayrıca ana makine ve jeneratörde kullanılan yakıt tipleri ile birlikte seyirde, manevrada ve rıhtımda geçen süreler bilinmelidir

Samsun Limanına gelen gemilerden kaynaklı emisyonları hesaplamak için gemi aktivitelerine göre emisyon hesaplama metodu kullanılmıştır. Bunu da emisyon akış diyagramı şeklinde aşağıdaki gibi belirtebiliriz.

8.2 Emisyon akış diyagramı

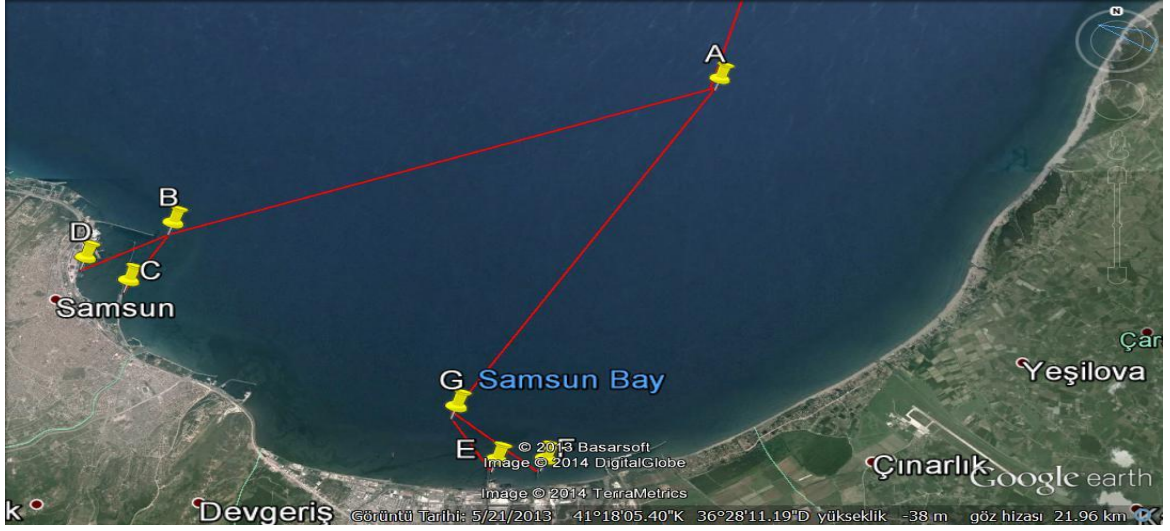


Şekil 13: Emisyon akış diyagramı

8.3 Emisyon tahmin metodunun uygulandığı alan



Şekil 14: Emisyonun hesaplandığı alan-1



Şekil 15: Emisyonun hesaplandığı alan-2

Samsun ili Bafra Burnu'ndan Samsun Limanlarına (Samsunport Ana Liman, Samsunport Sanayi Limanı, Yeşilyurt Limanı, Toros Limanı) kadar olan alan emisyonların hesaplandığı alan olarak kabul edilmiştir.

Tablo 15: Her gemi modu için mesafeler (km)

No	Simge	Alan	Hesaplanan toplam mesafe
1	X-A	Seyir	46.3 km
2	A-B	Seyir	12.96 km
3	A-G	Seyir	12.96 km
4	B-C	Manevra	3.7 km
5	B-D	Manevra	3.7 km
6	G-E	Manevra	3.7 km
7	G-F	Manevra	5.5 km
8	C	Rıhtım	-
9	D	Rıhtım	-
10	E	Rıhtım	-
11	F	Rıhtım	-

Samsun ilimize ait olan limanların bulunduğu bu resim ile gemi işletme modlarını da rahatlıkla belirleyebiliriz. Mesafeleri yukarıda verilen yerlerde emisyon çeşidi olarak NO_x, SO₂, CO₂, HC, PM hesaplanmıştır.

Tablo 16: Hesaplanan egzoz gazı emisyon çeşitleri

Kısaltma	Emisyon Çeşidi
NO _x	Azot oksitler, NO ₂ olarak hesaplandı.
SO ₂	Kükürt oksitler
CO ₂	Karbon dioksitler
HC	Hidrokarbonlar
PM	PM _{2.5} ve PM ₁₀ toplam hesaplandı.

8.4 Egzoz gazı emisyon tahmin metodunun uygulanması

Herhangi bir zaman diliminde belirli bir limana gelen gemilerin egzoz gazı emisyonlarının miktarının tahmini için gemi aktivitelerine göre hesaplama yöntemi uygulanabilir. Samsun Limanı içinde gemilerin oluşturduğu egzoz gazı miktarlarını bulabilmek için bu yöntem kullanıldı. Samsun Limanına gelen gemilerden yayılan toplam egzoz gazı emisyonlarını bulmak için gemilere ait işletme modları olan rıhtımda, manevrada ve seyirde yaymış oldukları egzoz gazı miktarları hesaplanmıştır.

Samsun limanlarına gelen gemilerden kaynaklı egzoz gazı miktarlarını bulabilmek için, Samsun limanlarına gelen gemi tipleri, her işletme modunda geçen süreler, her geminin ana ve yardımcı makineleri güçleri, yük faktörleri ve emisyon faktörleri tek tek belirlenmiştir. Bu bilgilere ulaşmada en önemli veri kaynağı Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığımızın Atlantis altyapısı altında bulunan Liman Çıkış Belgesi Sistemidir. Çünkü bu sistem sayesinde Samsun limanlarına gelen gemilerin tipleri, ana makine ve jeneratörlerinin güçleri ve işletme modlarında geçen süreler belirlenmiştir. Limanımızda uygulanmakta olan LÇB verilirken gemilerden Minimum Safe Manning (Gemilerin Asgari Donatım Belgesi) fotokopisi alınmaktadır. Bu fotokopilerden de kolaylıkla gemi güçleri tedarik edilebilmiştir.

8.4.1 Seyirdeki egzoz gazı emisyonları

Seyir halindeki bir geminin yaymış olduğu emisyon miktarı hesaplanırken çalışma alanında belirtildiği üzere X-Y1 ve X-Y2 noktaları arasındaki mesafelerin her geminin çalışan ana makinesi ve tek jeneratörü için egzoz gazı emisyonları hesaplanmıştır.

Seyir halindeki emisyon hesaplaması iki bölümde incelenebilir. Birincisi ana makineler tarafından yayılan emisyonlardır. Bu emisyonları da hesaplarken her bir geminin ana makinesinin gücünün, seyirdeki ana makinenin yük ve emisyon faktörü ile çarpılarak bulunan değer ile manevra yerine kadar geminin almış olduğu mesafenin gemi hızına bölünmesiyle buluna değer ile çarpılması sonucunda ana makineden oluşan toplam egzoz gazı emisyonları bulunur.

İkinci kısım olan jeneratörlerden kaynaklı emisyon miktarları bulunurken ise aynı denklemde ana makine yerine jeneratörler koyularak hesaplanır. Seyir emisyon miktarları hesaplanırken gerekli olan verileri inceleyecek olursak; Samsun Limanlarına gelen gemilerin özelliklerine göre gemi hızlarının farklılıklar gösterdiği görülmüştür.

Her gemi türü için, seyirde kullanılan yakıt tipine ve hızına göre emisyon faktörü ENTEC firmasının Avrupa ülkeleri için 2005 yılında hazırlamış olduğu ve Avrupa Birliği Çevre Komisyonunca kabul edilen emisyon envanteri çalışmasındaki emisyon faktörleri kullanılmıştır. Bu emisyon faktörleri her işletme modunda farklıdır. Gemi hızı, kullanılan yakıt özellikleri ve gemi işletme moduna göre değişmektedirler.

Seyirde ana makine için yük faktörü % 80 ve jeneratörler için ise % 75 kullanılmıştır. Yük faktörleri ENTEC firmasının çalışmasından alınmıştır.

Samsun Limanlarına gelen gemilerin seyirdeki egzoz gazı emisyonlarını hesaplayabilmek için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$E_{\text{Seyirde}} = D / V [ME \cdot LF_{ME} \cdot EF_1 + AE \cdot LF_{AE} \cdot EF_1]$$

Seyirdeki egzoz gazı emisyonları için gerekli veriler, aşağıdaki gibidir.

E_{Seyirde} , Seyirde oluşan emisyon, birimi gram.

D, Manevra yerine kadar olan mesafe, birimi km.

V, Manevra yerine kadar olan ortalama hız, birimi km/saat.

ME, Ana makine gücü, birimi kW.

LF_{ME} , Seyirdeki ana makine yük faktörü, %.

AE, Jeneratörün gücü, birimi kW.

LF_{AE} , Seyirdeki jeneratörün yük faktörü, %.

EF₁, Her gemi türü için, seyirde kullanılan yakıt tipine ve gemi hızına göre emisyon faktörleri, birimi gr/kWh

Seyirdeki emisyon faktörleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 17: Seyirde gemi tipine göre emisyon faktörleri

Gemi tipi	Seyirde emisyon faktörleri EF ₁ (gr/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

8.4.2 Limanda egzoz gazı emisyonları

Limanda egzoz gazı emisyonları hesaplanırken manevrada ve rıhtımda oluşan emisyonlar ayrı ayrı hesaplanır. Manevrada oluşan emisyonlar Y1 den Z1 ve Z2 ye kadar Samsunport Limanı için ele alınırken, Yeşilyurt Limanı için Y2 den Z3 e ve Toros Limanı içinde Y2 den Z4 e kadar oluşan emisyonlardır. Rıhtımda meydana gelen emisyonlar ise, gemi rıhtıma yanaşıp rıhtımdan ayrılana kadar geçen süre zarfında yayılan toplam emisyon miktarlarıdır. Samsun Limanlarına gelen gemilerin manevrada ve rıhtımda oluşturdukları toplam egzoz gazı emisyon miktarları, limanda oluşan toplam egzoz gazı emisyonlarıdır.

8.4.2.1 Manevrada egzoz gazı emisyonları

Manevrada meydana gelen egzoz gazı emisyonlarının hesaplandığı denklem emisyon çalışma alanında belirtildiği üzere Samsunport Limanı için Y1 den Z1 ve Z2ye kadar, Yeşilyurt Limanı için Y2 den Z3 e kadar ve Toros Limanı içinse Y2 den Z4 e kadar mesafelerde hesaplanmış emisyon miktarlarıdır. Bununla birlikte manevrada geçen sürelerde titizlikle hesaplanmıştır.

Manevrada oluşan egzoz gazı emisyonları hesaplanırken toplam manevra süresini ana makine ve jeneratörün yaydığı emisyon miktarı ile çarpılarak buluruz. Her bir gemi için ana makinesinin yaydığı emisyon miktarı ana makine gücü ile yük ve emisyon faktörleri çarpılarak bulunur. Manevra sırasında ana makine gücü % 40 olarak kabul edilmiştir.

Jeneratörlere bakacak olursak gemi manevrada iken genellikle jeneratörler iki adet ve paralel şekildedir. Manevradaki iki jeneratörün gücü yük ve emisyon faktörleri ile çarpılarak jeneratörlerden oluşan emisyon miktarı hesaplanır. Manevrada jeneratörlerin gücü %75 olarak kabul edilmiştir. Manevra emisyonları için önemli olan manevrada geçen süreler Samsun limanları için ortalama olarak 1 saat limana yanaşma ve 1 saat limandan kalkış olmak üzere toplam 2 saattir. Manevrada oluşan egzoz gazı emisyonlarını hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$E_{\text{Manevrada}} = T (ME \cdot LF_{ME} \cdot EF_2 + AE \cdot LF_{AE} \cdot EF_2)$$

Manevrada egzoz gazı emisyon hesabı için gerekli veriler, aşağıdaki gibidir.

$E_{\text{Manevrada}}$, Manevrada oluşan emisyon miktarı, birimi gram(gr)

T, Ortalama Manevra süresi, birimi saat

ME, Ana makine gücü, birimi kW

LF_{ME} , Manevrada ana makine yük faktörü, %

AE, Jeneratörün gücü, birimi kW

LF_{AE}, Manevrada jeneratörün yük faktörü,%

EF₂, Her gemi için manevrada kullanılan yakıt tipine ve gemi hızına göre emisyon faktörleri, birimi gr/kWh

Bununla beraber manevrada her gemi tipi için farklı olarak emisyon faktörleri kullanılmıştır. ENTEC firmasının çalışmasından alınan bilgiler neticesinde aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 18: Manevrada gemi tipine göre emisyon faktörleri

Gemi tipi	Manevrada emisyon faktörleri EF ₂ (gr/kwh)				
	NOx	SO2	CO2	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

8.4.2.2 Rıhtımda oluşan egzoz gazı emisyonları

Rıhtımda oluşan egzoz gazı emisyonları rıhtımda kalma sürelerinde jeneratörler tarafından oluşturulan egzoz gazı emisyonlarıdır. Rıhtımda ana makine çalışmadığından hesaba katılmamıştır. Rıhtımda sadece tek bir jeneratörün çalıştığı kabul edilmiştir. Rıhtımda meydana gelen egzoz gazı emisyonlarında rıhtımda her bir gemi için rıhtımda kalınan süre ile jeneratörün rıhtımda yaydığı emisyon ile çarpılarak bulunur.

Rıhtımda oluşan egzoz gazı emisyonları hesaplanırken en önemli veri rıhtımda kalış süresidir. Bu süreler Samsun Liman Başkanlığından alınarak emisyon hesabına dahil edilmiştir.

Rıhtımda emisyon faktörleri de diğerleri gibi ENTEC firmasının çalışmasından alınmış olup aşağıdaki tablo haline getirilmiştir.

Tablo 19: Rıhtımda gemi tipine göre emisyon faktörleri

Gemi tipi	Rıhtımda 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

Rıhtımda oluşan emisyon miktarları hesaplanırken jeneratör yükleri % 75 olarak kabul edilmiştir. Ana makinenin çalışmadığı kabul edilmiştir.

Rıhtımda meydana gelen emisyon denkleminde bakacak olursak ise;

$$E_{Rıhtımda} = T (AE \cdot LF_{AE} \cdot EF_3)$$

Rıhtımda egzoz gazı emisyonlarını hesaplamak için gerekli veriler, aşağıdaki gibidir.

$E_{Rıhtımda}$, Rıhtımda oluşan emisyon miktarı, birimi gram

T, Rıhtımda geminin kaldığı süre, birimi saat

AE, Jeneratörün gücü, birimi kW

LF_{AE}, Rıhtımda jeneratörün yük faktörü,%

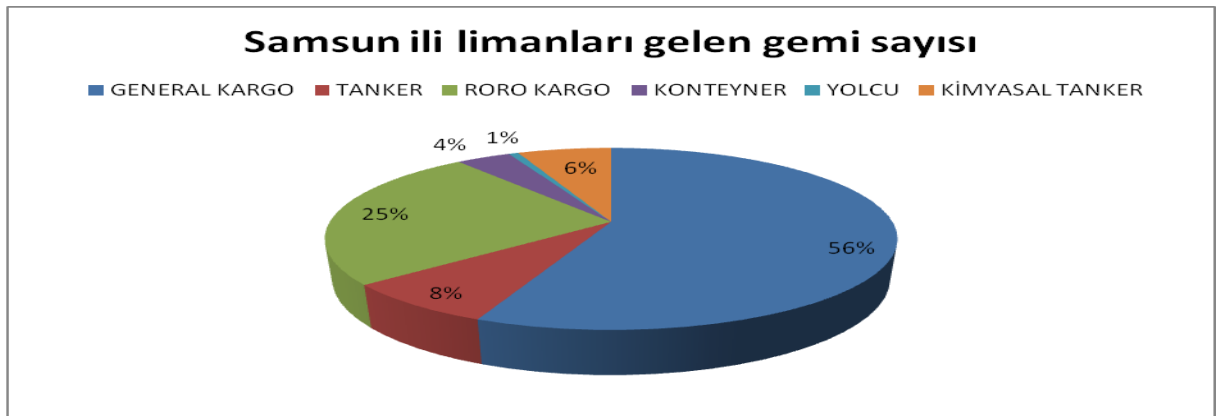
EF₃, Her gemi için rıhtımda kullanılan yakıt tipine göre emisyon faktörleri, birimi gr/kWh

8.5 2013 Yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerin özellikleri

2013 yılında Karadeniz'in en büyük liman şehri olan Samsun ilinin limanlarına gelen gemilerin sayısı gemi tiplerine göre aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 20: 2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerin özellikleri

NO	Gemi Tipi	Gemi Sayısı	Yüzdelik Dilim
1	GENERAL KARGO	1041 ADET	% 56
2	TANKER (LPG-PETROL)	141 ADET	% 8
3	RORO KARGO	466 ADET	% 25
4	KONTEYNER	68 ADET	% 4
5	KRUVAZİYER-YOLCU	12 ADET	% 1
6	KİMYASAL TANKER	117 ADET	% 6



Şekil 16: Samsun ili limanlarına gelen gemi sayısı yüzdeleri grafiği

8.5.1 2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilere ait ortalama değerler

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilere ait olan ME (ana makine) ve DG (Jeneratörler) ye ait olan ortalama değerler ile gemilerin rıhtımda ortalama kalış süreleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 21: 2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilere ait ortalama değerler

Gemi Tipi	Toplam ME Gücü, KW	Toplam DG Gücü, KW	Ortalama ME Gücü, KW	Ortalama DG Gücü, KW	Rıhtımda kalış süresi, saat
General Kargo	1681137	120639	1614.92	115.88	32
Tanker (petrol-lpg)	471316	49199	3342.66	348.92	17
RoRo Kargo	1585547	135491	3402.46	290.75	18
Konteyner	691009	42630	10161.89	626.91	15
Kruvaziyer Yolcu	74940	6330	6245	527.5	20
Kimyasal Tanker	352986	41706	3016.97	356.461	22

8.5.2 Samsun ili limanlarına gelen gemilerin makine özellikleri

Gemilerde ana makineler, yardımcı makineler, kazan ve insineratör gibi makineler egzoz gazı oluşturan makinelerdir. Ana makineler genel olarak iki zamanlı ve ağır devirli olurken, elektrik üretici olan jeneratörler yüksek devirli ve dört zamanlıdır.

Tablo 22: Samsun ili limanlarına gelen gemilerin makine özellikleri

ANA MAKİNE DEVRİ	DEVİR SAYISI	ANA MAKİNE ÖZELLİKLERİ
Ağır Devirli	60-300 rpm	İki zamanlı dizel makineler
Orta Devirli	300-1000 rpm	Dört zamanlı dizel makineler
Yüksek Devirli	1000-3000 rpm	Dört zamanlı dizel makineler ve gaz türbini

8.5.3 Gemilerin kullandıkları yakıt özellikleri

Samsun Limanına gelen gemilerin büyük çoğunluğu MDO hem ana makinelerinde hem de jeneratörlerinde kullanılmaktadır. Fakat belirli bir kısmı ise ana makinelerinde HFO kullanılmaktadır. Manevralarda çoğunlukla manevra kabiliyetini arttırmak amacıyla MDO yakıt olarak kullanılır. MDO yakıtı, HFO yakıtına nazaran daha temiz bir yakıt olduğundan dolayı yanma sonucunda daha az egzoz gazı yayar.

8.5.4 Gemilerin ortalama seyir hızları

Gemilerin ortalama hızlarına bakacak olursak Avrupa Birliği Çevre Komisyonunun kabul ettiği ve kullandığı değerler bize yol gösterici değerler olacaktır. Buna göre bu değerler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 23: Gemilerin ortalama seyir hızları

Gemi Tipi	Gemi Hızı (km/h)
General Kargo	25.93
Tanker	25.93
Kimyasal Tanker	27.78
RO-RO	33.34
Kruvaziyer	37.04
Konteyner	37.04
Yolcu	37.04

8.5.5 Gemilerin ana makine ve jeneratörlerin yük faktörleri

Ana makine yükü seyirde % 80,manevrada % 40 dır. Jeneratörde ise her işletme modunda aynı olup genelde % 75 civarındadır.

Tablo 24: 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

8.6 2013 Yılında Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerden Yayılan Egzoz Gazı Emisyon Miktarları

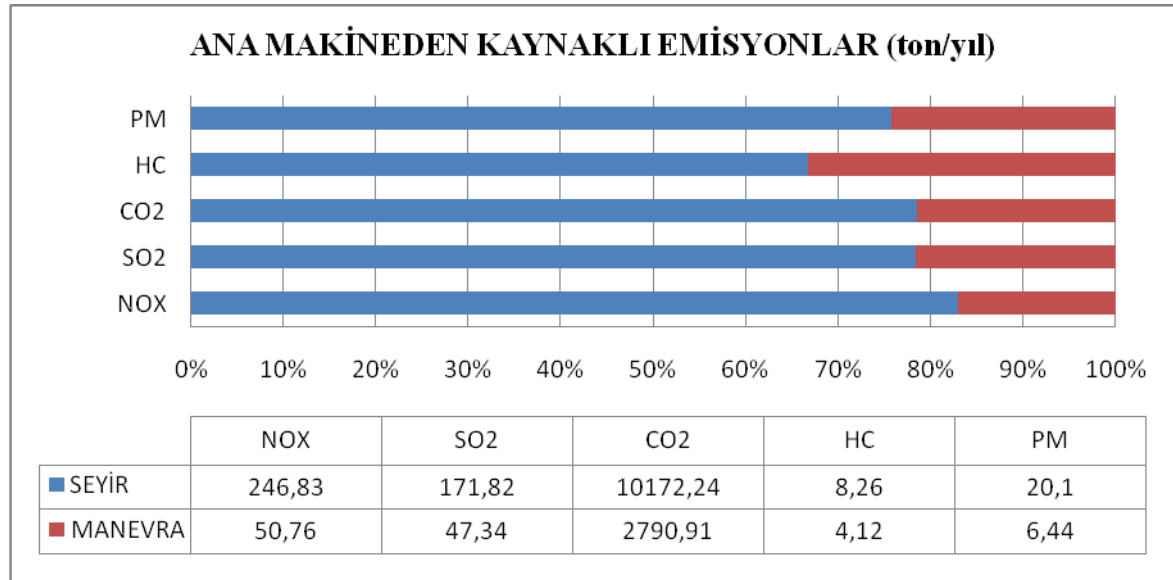
2013 yılında Samsun ili sınırları içerisinde bulunan limanlara gelen gemilerin gerçek ana makine ve gerçek jeneratör güçleri bilindiği için her geminin ana makine ve jeneratöründen kaynaklı NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM emisyon miktarlarını hesaplayabiliriz. Her gemiden yayılan egzoz gazı miktarları toplanarak yıllık bazda toplam egzoz miktarı hesaplanmıştır.

8.6.1 Gemilerin ana makinesinden kaynaklı egzoz gazı miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin ana makinelerinden kaynaklı egzoz gazı miktarları, işletme modlarına göre Tablo 25’de belirtilmiştir.

Tablo 25: Gemilerin ana makinesinden kaynaklı egzoz gazı miktarları

Egzoz Gazı Emisyon Çeşidi	Seyir (ton/yıl)	Manevra (ton/yıl)
NO _x	246,83	50,76
SO ₂	171,82	47,34
CO ₂	10172,24	2790,91
HC	8,26	4,12
PM	20,1	6,44



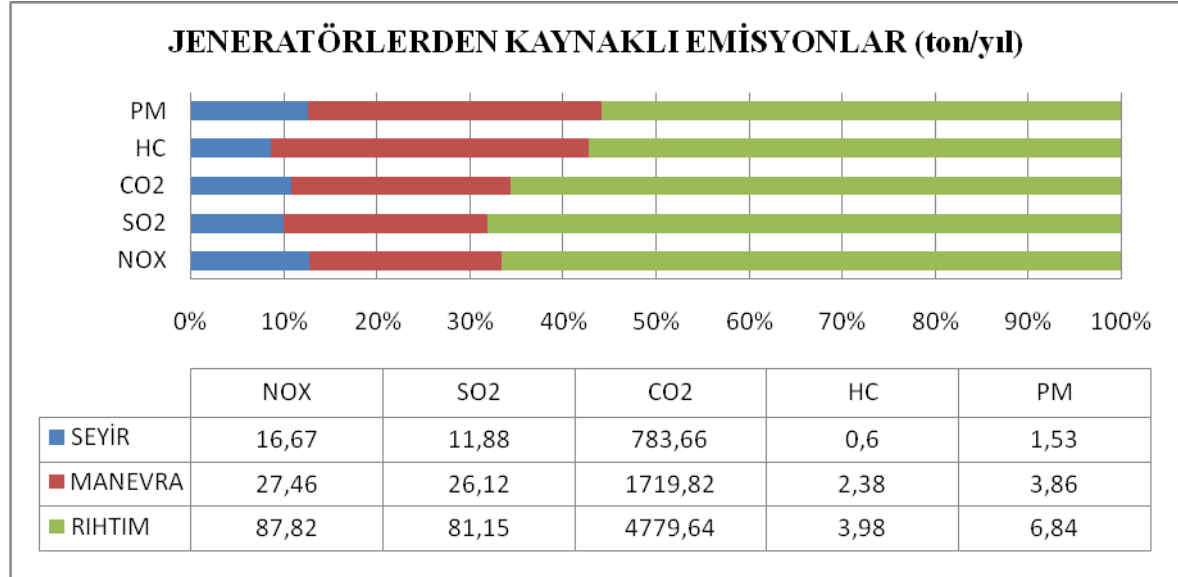
Şekil 17: Ana makineden kaynaklı emisyonlar

8.6.2 Gemilerin jeneratörlerinden kaynaklı egzoz gazı miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin jeneratörlerinden kaynaklı egzoz gazı miktarları, işletme modlarına göre Tablo 26'da belirtilmiştir.

Tablo 26: Gemilerin jeneratörlerinden kaynaklı egzoz gazı miktarları

Egzoz Gazı Emisyon Çeşidi	Seyir (ton/yıl)	Manevra (ton/yıl)	Rıhtım (ton/yıl)
NO _x	16,67	27,46	87,82
SO ₂	11,88	26,12	81,15
CO ₂	783,66	1719,82	4779,64
HC	0,6	2,38	3,98
PM	1,53	3,86	6,84



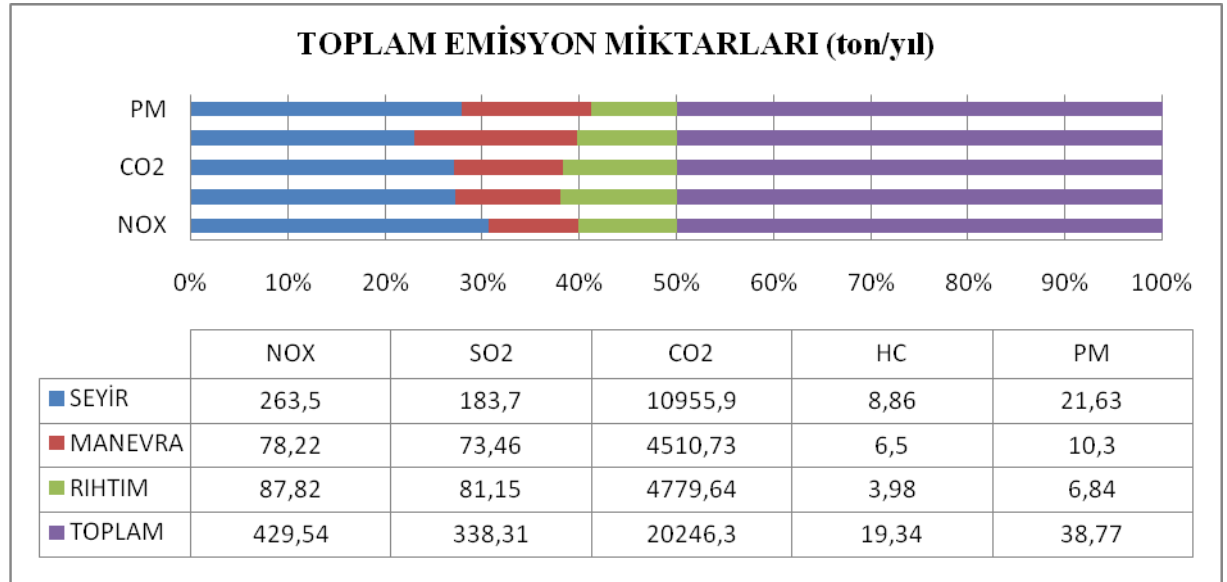
Şekil 18: Jeneratörlerden kaynaklı emisyonlar

8.6.3 Gemilerden kaynaklı toplam egzoz gazı miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin toplam egzoz gazı miktarları, işletme modlarına göre Tablo 27 'de belirtilmiştir.

Tablo 27: Gemilerden kaynaklı toplam egzoz gazı miktarları

	SEYİR (ton/yıl)	MANEVRA (ton/yıl)	RIHTIM (ton/yıl)	TOPLAM (ton/yıl)
NOX	263,5	78,22	87,82	429,54
SO2	183,7	73,46	81,15	338,31
CO2	10955,9	4510,73	4779,64	20246,3
HC	8,86	6,5	3,98	19,34
PM	21,63	10,3	6,84	38,77



Şekil 19: Gemilerden kaynaklı toplam emisyonlar

8.7 2013 Yılı Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerin Meydana Getirdikleri Egzoz Gazı Emisyonlarının İşletme Modları ve Gemi Tipleri Açısından İncelenmesi

8.7.1 Seyirde ana makineden kaynaklı egzoz gazı emisyonları

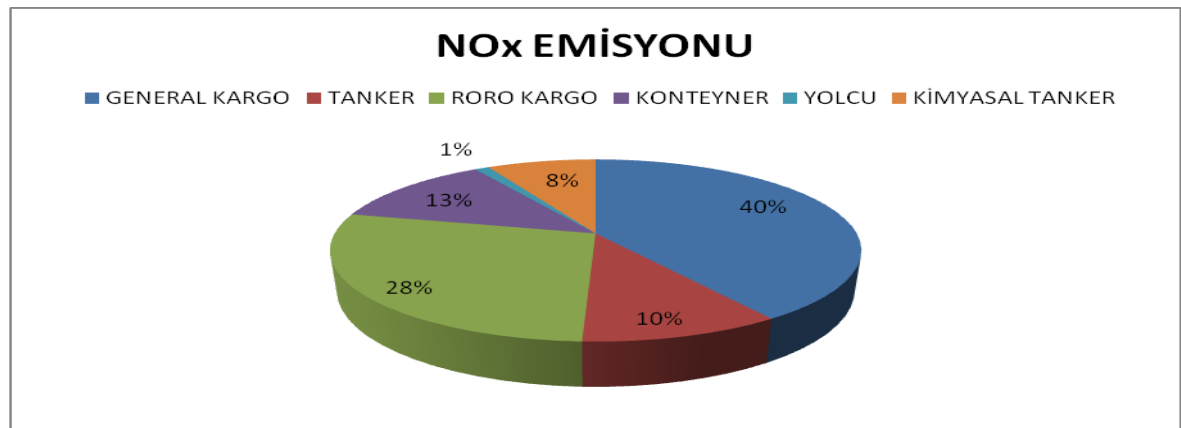
- 1 Adet Ana Makinenin % 80 yükte çalıştığı kabul edilmiştir.

8.7.1.1 NO_x emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde ana makinesinden kaynaklı NO_x emisyonu miktarları, Tablo 28’de belirtilmiştir.

Tablo 28: Seyirde ana makineden kaynaklı NO_x emisyon miktarları

Gemi Tipleri	NO _x Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	99,58
Tanker	25,5
Roro Kargo	68,99
Konteyner	30,6
Yolcu	2,53
Kimyasal Tanker	19,63



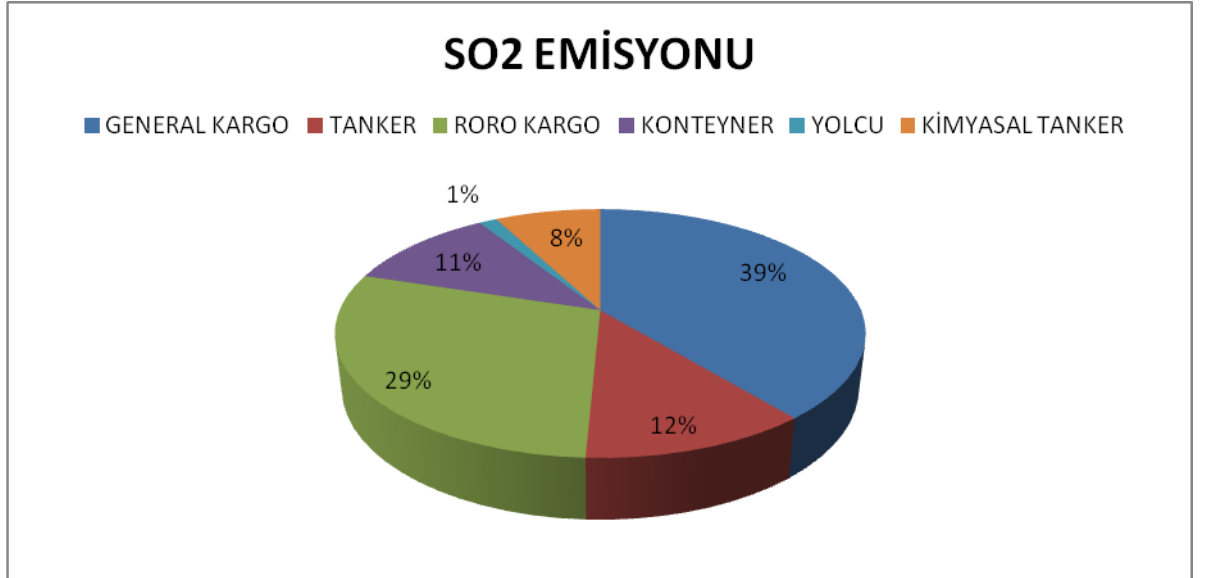
Şekil 20: Seyirde ana makineden kaynaklı N

8.7.1.2 SO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde ana makinesinden kaynaklı SO₂ emisyonu miktarları, Tablo 29'da belirtilmiştir.

Tablo 29: Seyirde ana makineden kaynaklı SO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	SO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	67
Tanker	20,16
Roro Kargo	50,05
Konteyner	19,1
Yolcu	2,26
Kimyasal Tanker	13,25



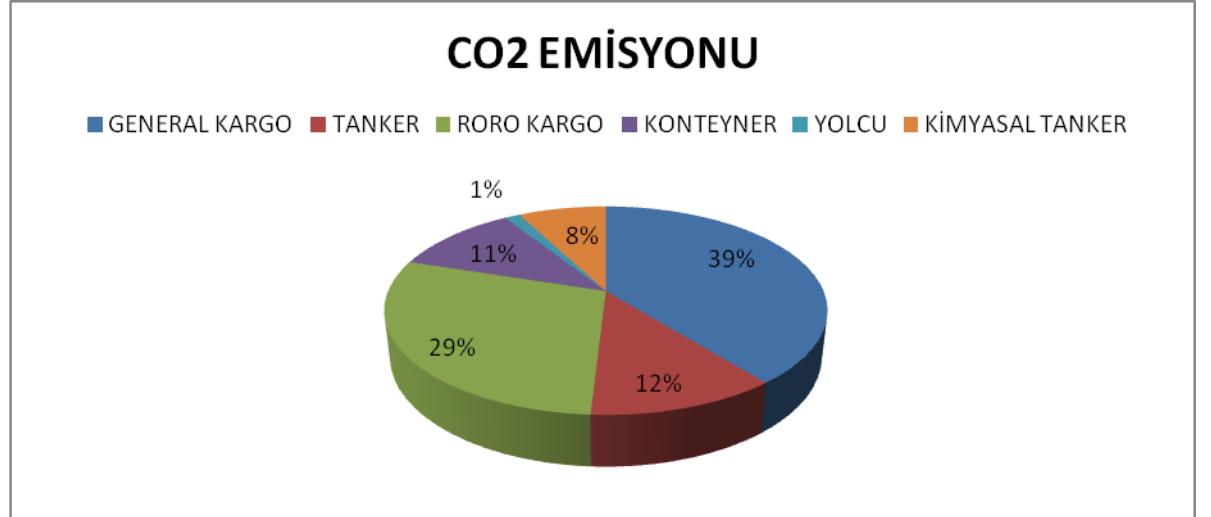
Şekil 21: Seyirde ana makineden kaynaklı SO₂ emisyonu

8.7.1.3 CO2 emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde ana makinesinden kaynaklı CO₂ emisyonu miktarları, Tablo 30'da belirtilmiştir.

Tablo 30: Seyirde ana makineden kaynaklı CO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	CO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	3989,57
Tanker	1189,16
Roro Kargo	2953,49
Konteyner	1123,22
Yolcu	133,7
Kimyasal Tanker	783,1



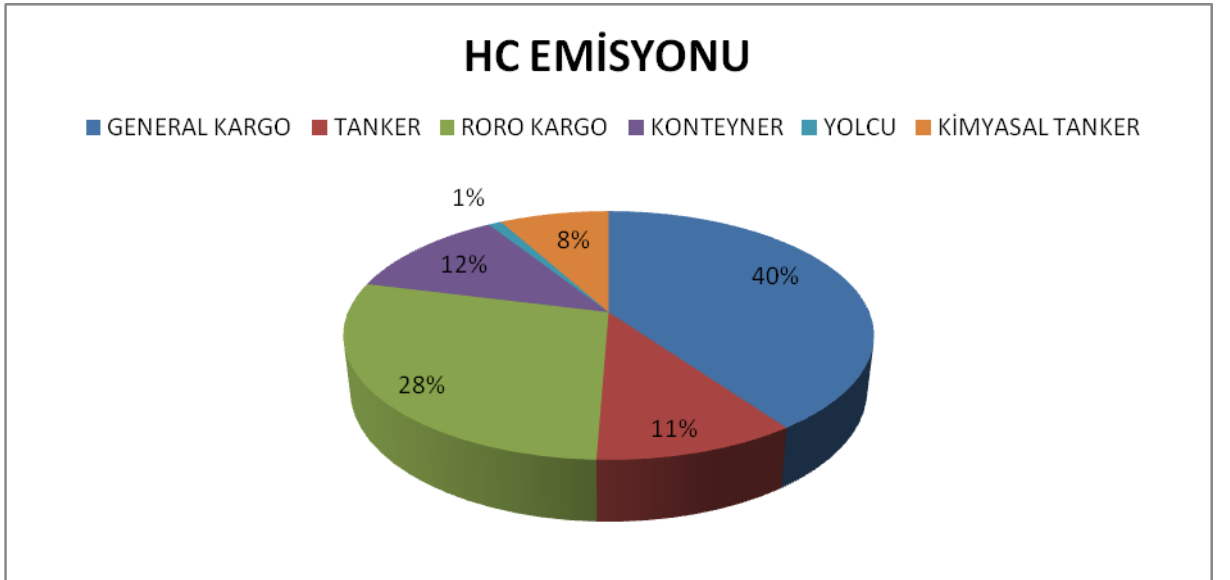
Şekil 22: Seyirde ana makineden kaynaklı CO₂ emisyonu

8.7.1.4 HC emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde ana makinesinden kaynaklı HC emisyonu miktarları, Tablo 31’de belirtilmiştir.

Tablo 31: Seyirde ana makineden kaynaklı HC emisyon miktarları

Gemi Tipleri	HC Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	3,32
Tanker	0,86
Roro Kargo	2,34
Konteyner	1
Yolcu	0,08
Kimyasal Tanker	0,66



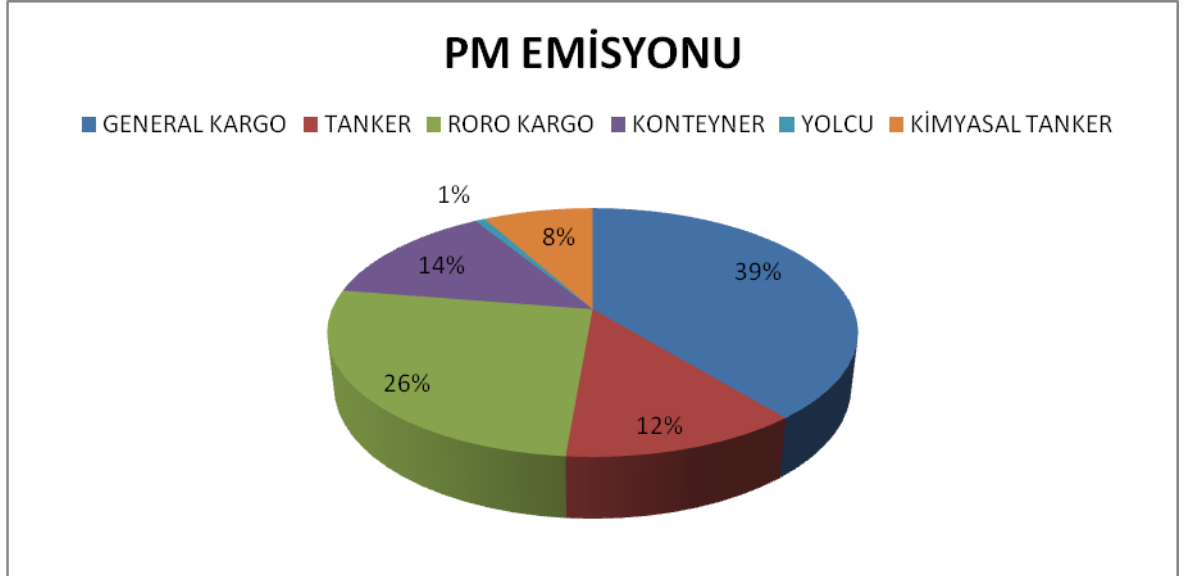
Şekil 23: Seyirde ana makineden kaynaklı HC emisyonu

8.7.1.5 PM emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde ana makinesinden kaynaklı PM emisyonu miktarları, Tablo 32’de belirtilmiştir.

Tablo 32: Seyirde ana makineden kaynaklı PM emisyon miktarları

Gemi Tipleri	PM Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	7,86
Tanker	2,46
Roro Kargo	5,27
Konteyner	2,75
Yolcu	0,15
Kimyasal Tanker	1,61



Şekil 24: Seyirde ana makineden kaynaklı PM emisyonu

8.7.2 Manevrada ana makineden kaynaklı egzoz gazı emisyonları

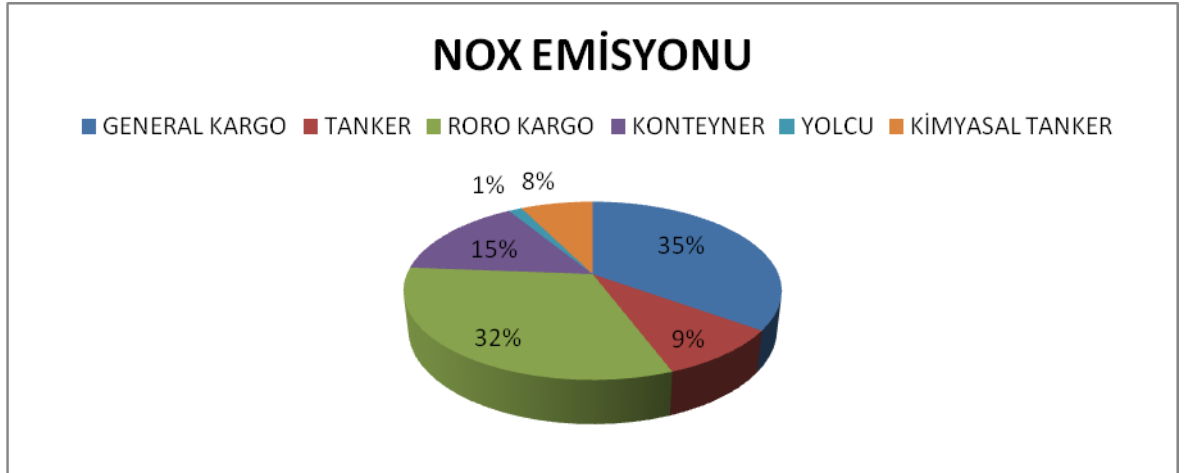
1 Adet Ana Makinenin % 40 yükte çalıştığı kabul edilmiştir.

8.7.2.1 NO_x emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada ana makinesinden kaynaklı NO_x emisyonu miktarları, Tablo 33'de belirtilmiştir.

Tablo 33: Manevrada ana makineden kaynaklı NO_x emisyon miktarları

Gemi Tipleri	NO _x Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	17,75
Tanker	4,71
Roro Kargo	16,23
Konteyner	7,62
Yolcu	0,7
Kimyasal Tanker	3,75



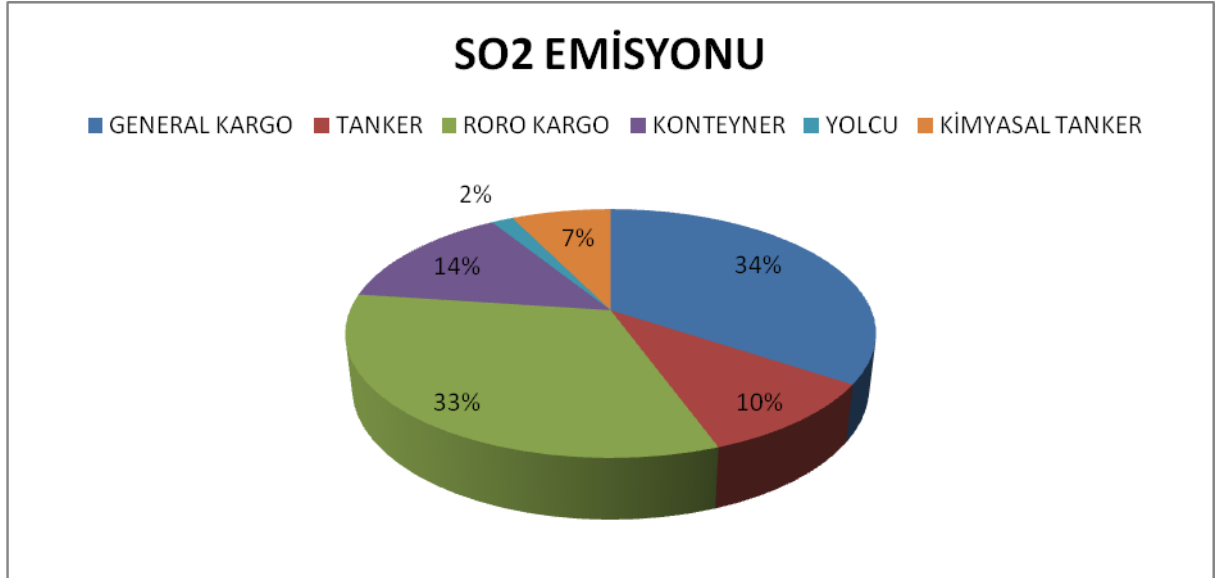
Şekil 25: Manevrada ana makineden kaynaklı NO_x emisyonu

8.7.2.2 SO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada ana makinesinden kaynaklı SO₂ emisyonu miktarları, Tablo 34’de belirtilmiştir.

Tablo 34: Manevrada ana makineden kaynaklı SO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	SO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	16,27
Tanker	4,78
Roro Kargo	15,47
Konteyner	6,63
Yolcu	0,75
Kimyasal Tanker	3,44



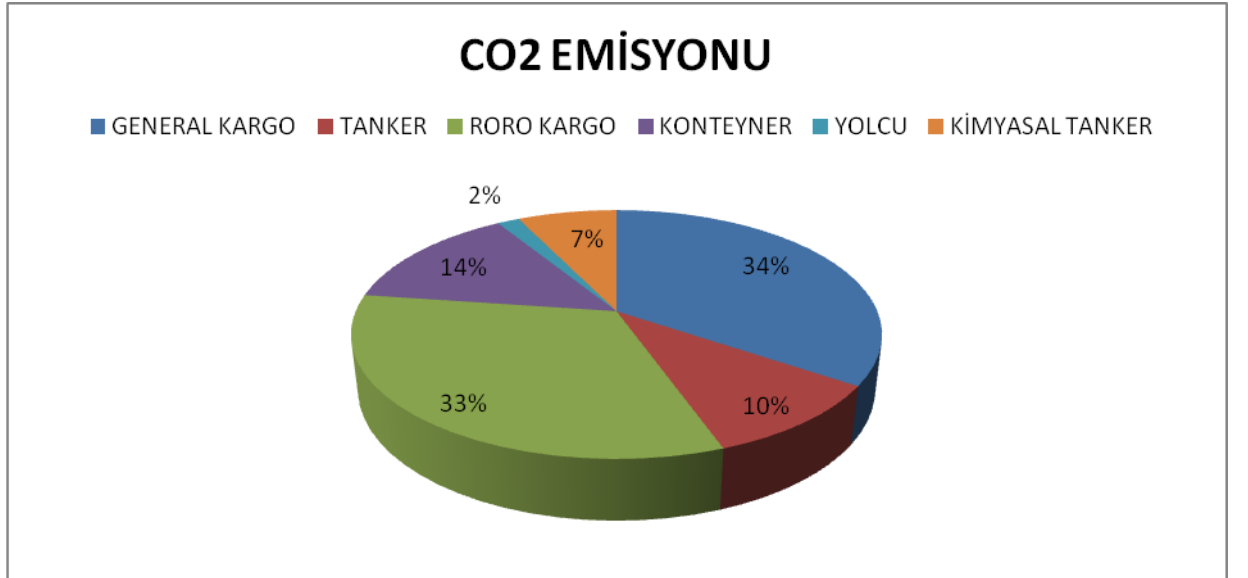
Şekil 26: Manevrada ana makineden kaynaklı SO₂ emisyonu

8.7.2.3 CO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada ana makinesinden kaynaklı CO₂ emisyonu miktarları, Tablo 35’de belirtilmiştir.

Tablo 35: Manevrada ana makineden kaynaklı CO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	CO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	961,61
Tanker	280,9
Roro Kargo	912
Konteyner	389,72
Yolcu	44,78
Kimyasal Tanker	201,9



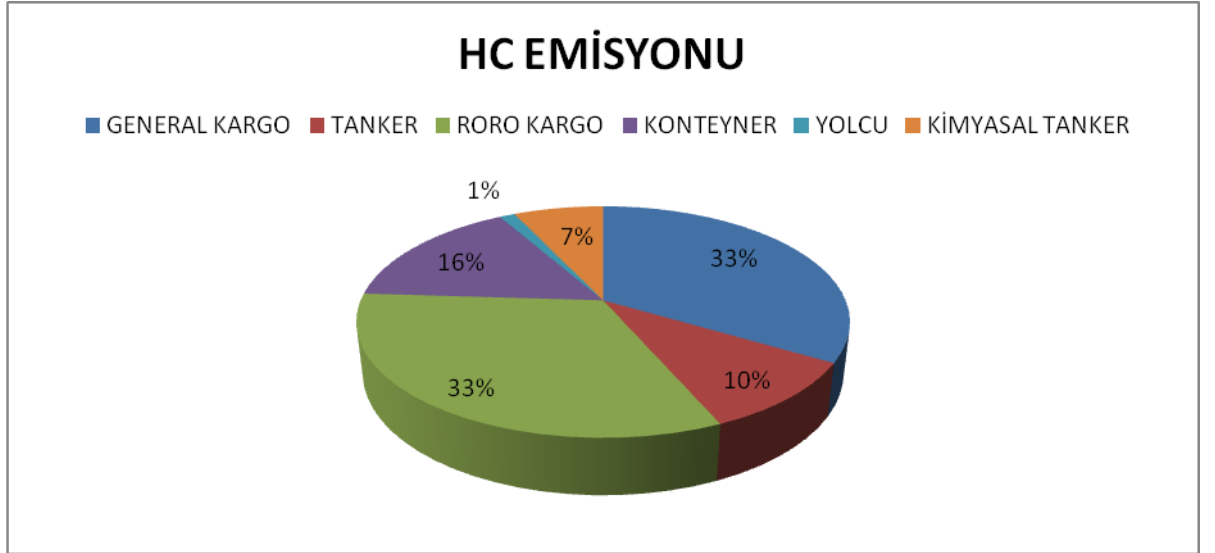
Şekil 27: Manevrada ana makineden kaynaklı CO₂ emisyonu

8.7.2.4 HC emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada ana makinesinden kaynaklı HC emisyonu miktarları, Tablo 36'da belirtilmiştir.

Tablo 36: Manevrada ana makineden kaynaklı HC emisyon miktarları

Gemi Tipleri	HC Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	1,38
Tanker	0,41
Roro Kargo	1,34
Konteyner	0,65
Yolcu	0,05
Kimyasal Tanker	0,29



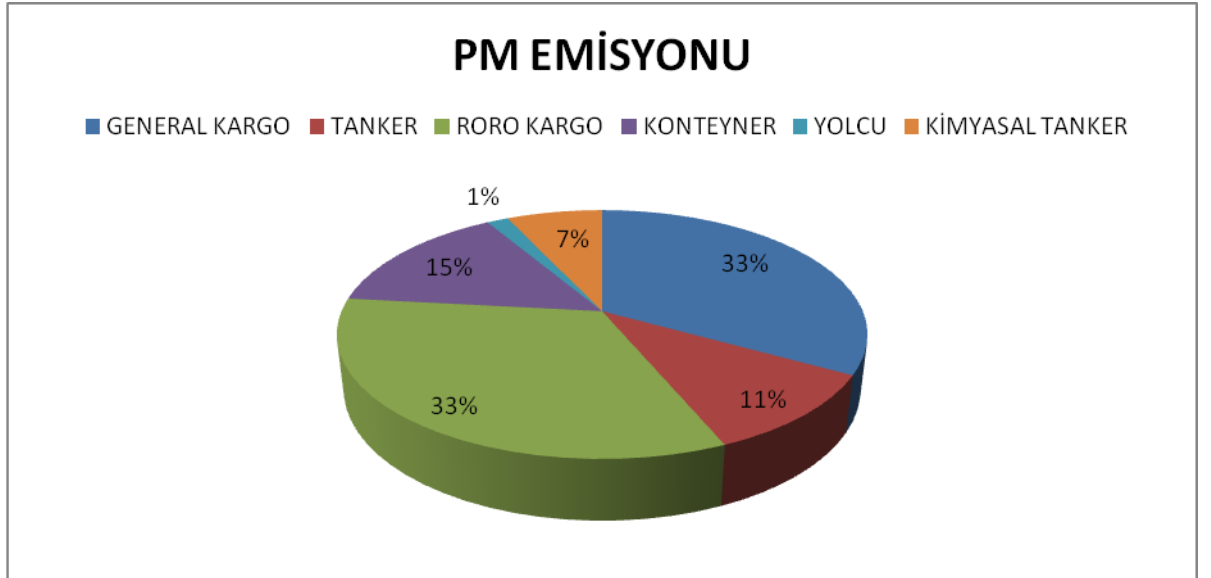
Şekil 28: Manevrada ana makineden kaynaklı HC emisyonu

8.7.2.5 PM emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada ana makinesinden kaynaklı PM emisyonu miktarları, Tablo 37’de belirtilmiştir.

Tablo 37: Manevrada ana makineden kaynaklı PM emisyon miktarları

Gemi Tipleri	PM Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	2,13
Tanker	0,68
Roro Kargo	2,13
Konteyner	0,95
Yolcu	0,1
Kimyasal Tanker	0,45



Şekil 29: Manevrada ana makineden kaynaklı PM emisyonu

8.7.3 Seyirde jeneratörlerden kaynaklı egzoz gazı emisyonları

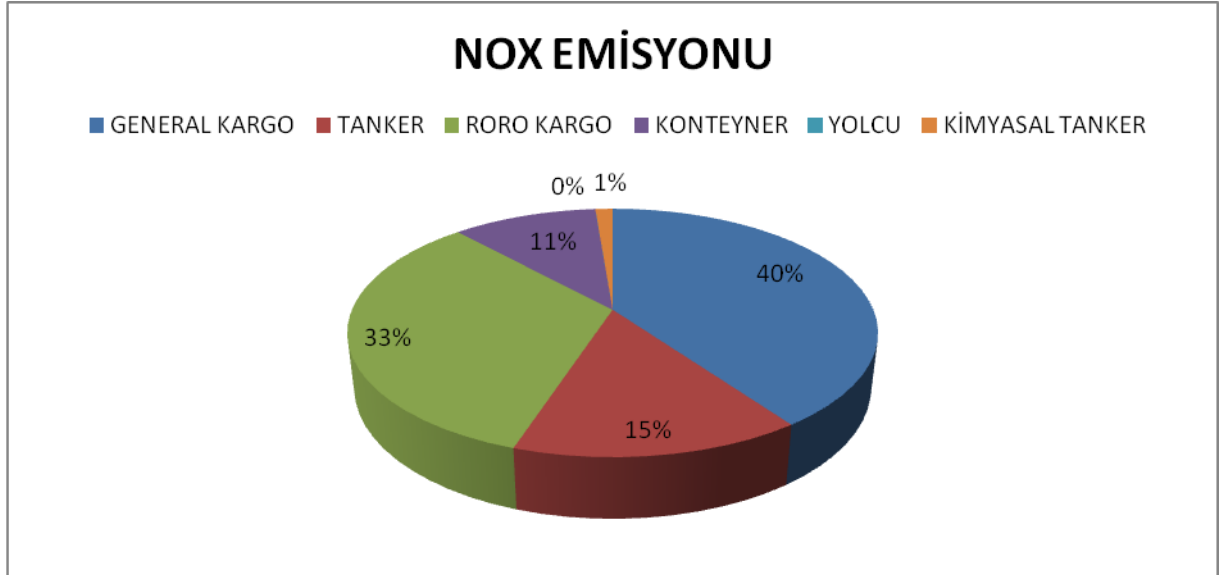
1 Adet DG (jeneratör) çalıştığı kabul edilmiştir.

8.7.3.1 NO_x emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde jeneratörden kaynaklı NO_x emisyonu miktarları, Tablo 38'de belirtilmiştir.

Tablo 38: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı NO_x emisyon miktarları

Gemi Tipleri	NO _x Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	6,69
Tanker	2,49
Roro Kargo	5,52
Konteyner	1,76
Yolcu	0,002
Kimyasal Tanker	0,21



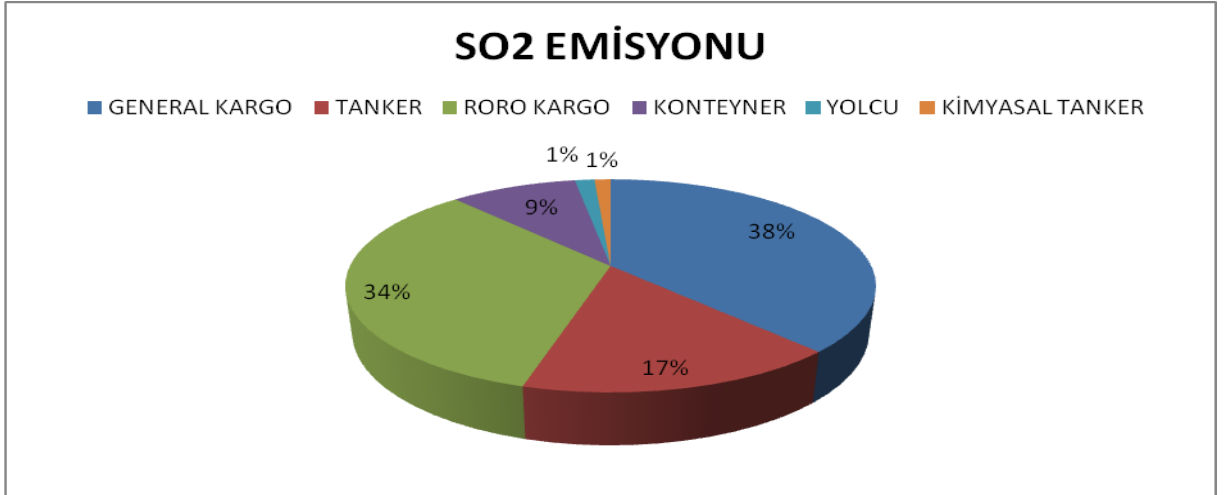
Şekil 30: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı NO_x emisyonu

8.7.3.2 SO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde jeneratörden kaynaklı SO₂ emisyonu miktarları, Tablo 39’da belirtilmiştir.

Tablo 39: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı SO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	SO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	4,5
Tanker	1,97
Roro Kargo	4
Konteyner	1,1
Yolcu	0,17
Kimyasal Tanker	0,14



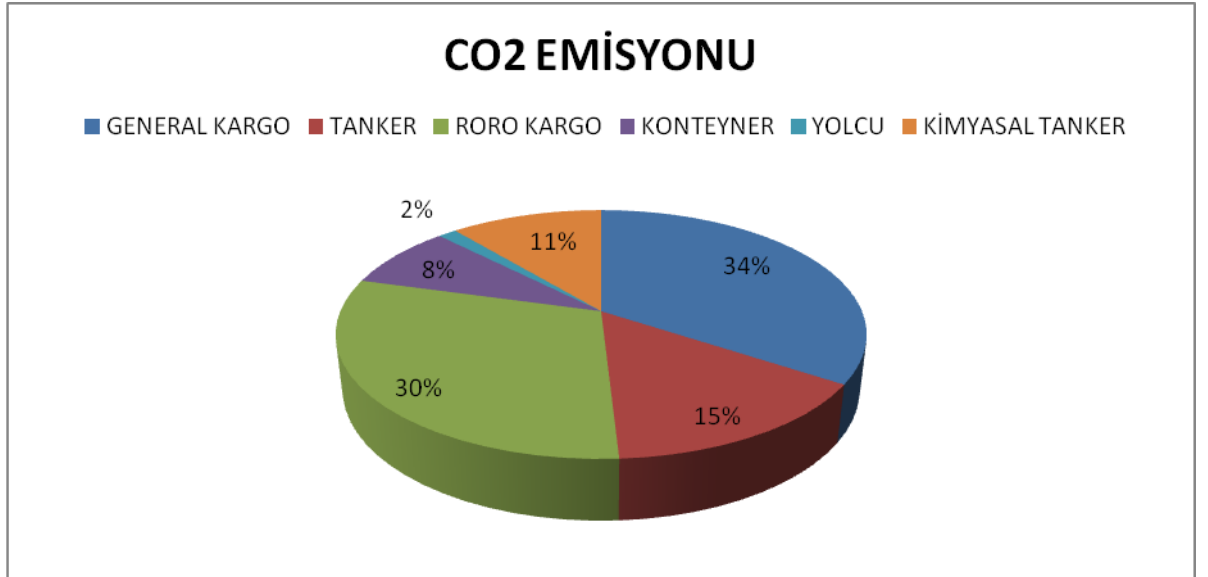
Şekil 31: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı SO₂ emisyonu

8.7.3.3 CO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde jeneratörden kaynaklı CO₂ emisyonu miktarları, Tablo 40'da belirtilmiştir.

Tablo 40: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı CO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	CO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	268,4
Tanker	116,37
Roro Kargo	236,61
Konteyner	64,96
Yolcu	10,58
Kimyasal Tanker	86,74



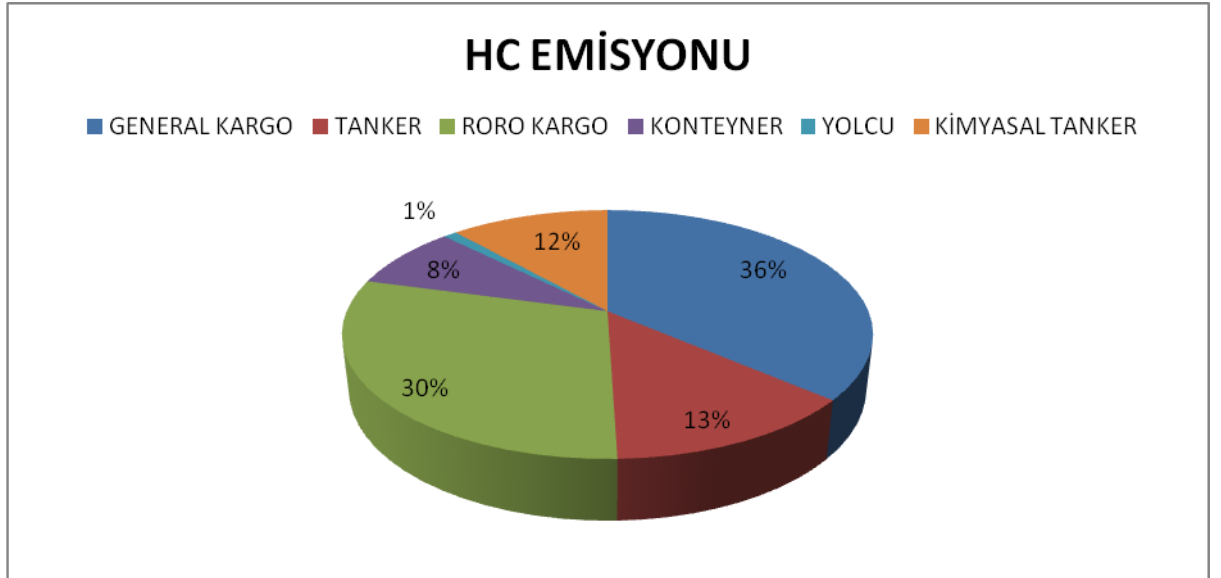
Şekil 32: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı CO₂ emisyonu

8.7.3.4 HC emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde jeneratörden kaynaklı HC emisyonu miktarları, Tablo 41’de belirtilmiştir.

Tablo 41: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı HC emisyon miktarları

Gemi Tipleri	HC Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	0,22
Tanker	0,08
Roro Kargo	0,18
Konteyner	0,05
Yolcu	0,006
Kimyasal Tanker	0,07



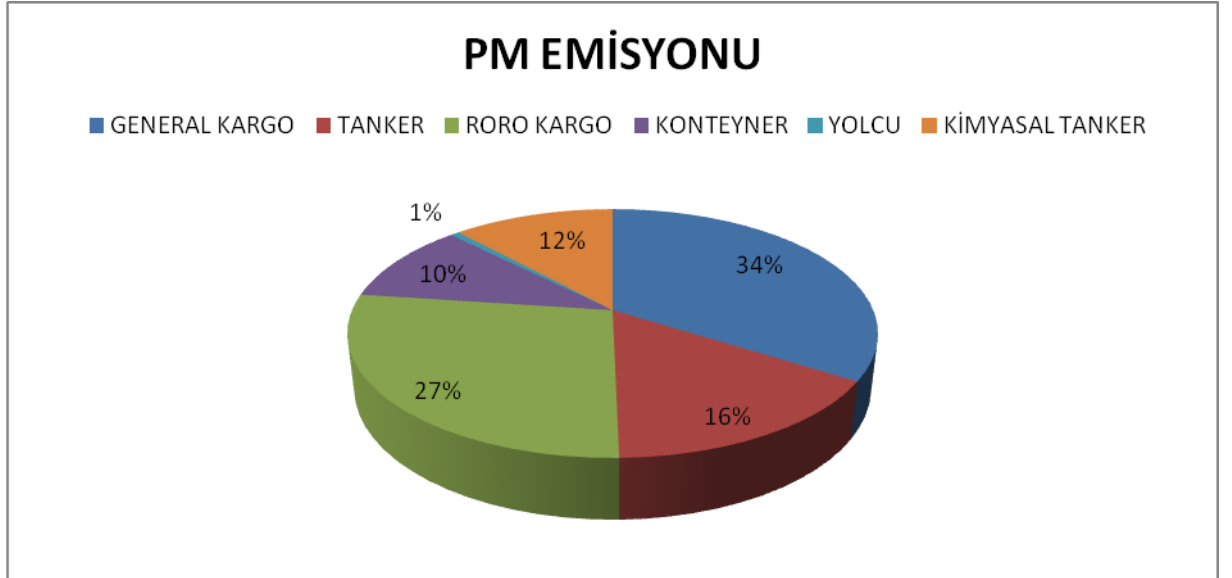
Şekil 33: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı HC emisyonu

8.7.3.5 PM emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre seyirde jeneratörden kaynaklı PM emisyonu miktarları, Tablo 42’de belirtilmiştir.

Tablo 42: Seyirde jeneratörlerden kaynaklı PM emisyon miktarları

Gemi Tipleri	PM Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	0,52
Tanker	0,24
Roro Kargo	0,42
Konteyner	0,16
Yolcu	0,01
Kimyasal Tanker	0,18



Şekil 34: Seyirde jeneratörden kaynaklı PM emisyonu

8.7.4 Manevrada jeneratörlerden kaynaklı egzoz gazı emisyonları

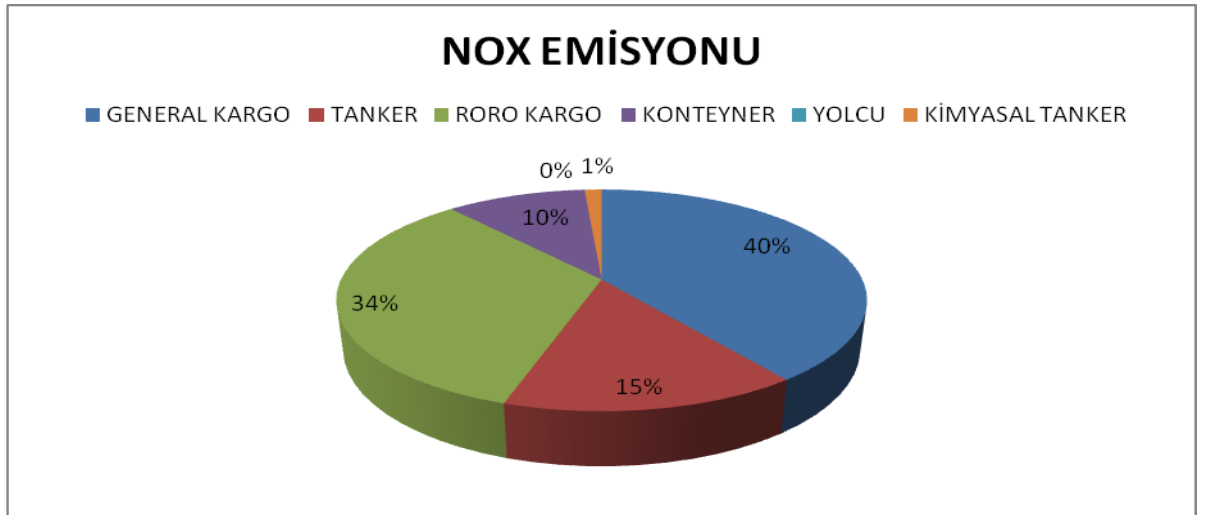
2 Adet DG (jeneratör) çalıştığı kabul edilmiştir.

8.7.4.1 NO_x emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada jeneratörden kaynaklı NO_x emisyonu miktarları, Tablo 43’de belirtilmiştir.

Tablo 43: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı NO_x emisyon miktarları

Gemi Tipleri	NO _x Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	10,9
Tanker	4,2
Roro Kargo	9,22
Konteyner	2,8
Yolcu	0,002
Kimyasal Tanker	0,34



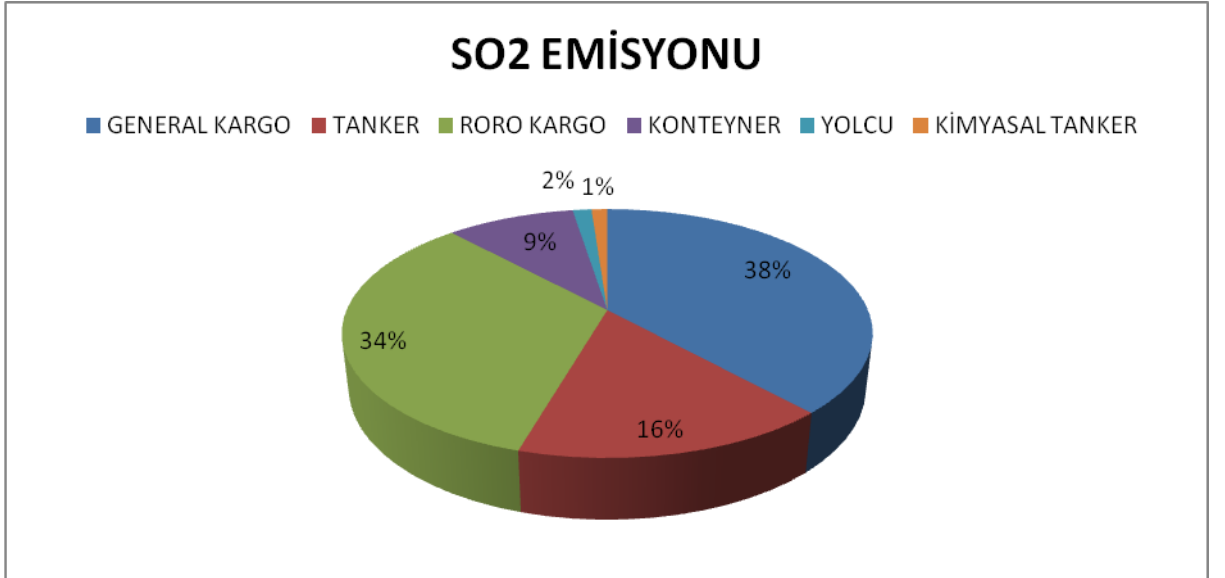
Şekil 35: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı NO_x emisyonu

8.7.4.2 SO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada jeneratörden kaynaklı SO₂ emisyonu miktarları, Tablo 44’de belirtilmiştir.

Tablo 44: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı SO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	SO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	9,98
Tanker	4,26
Roro Kargo	8,78
Konteyner	2,44
Yolcu	0,36
Kimyasal Tanker	0,3



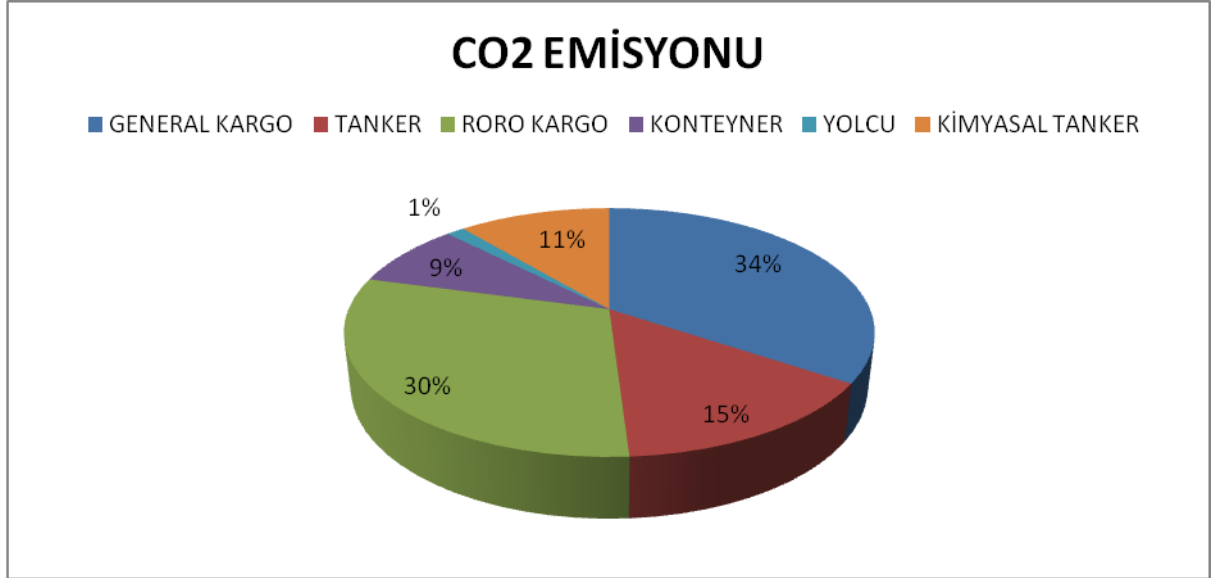
Şekil 36: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı SO₂ emisyonu

8.7.4.3 CO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada jeneratörden kaynaklı CO₂ emisyonu miktarları, Tablo 45’de belirtilmiştir.

Tablo 45: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı CO₂ emisyon miktarları

Gemi Tipleri	CO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	591,38
Tanker	251,28
Roro Kargo	519,44
Konteyner	144,24
Yolcu	22,66
Kimyasal Tanker	190,82



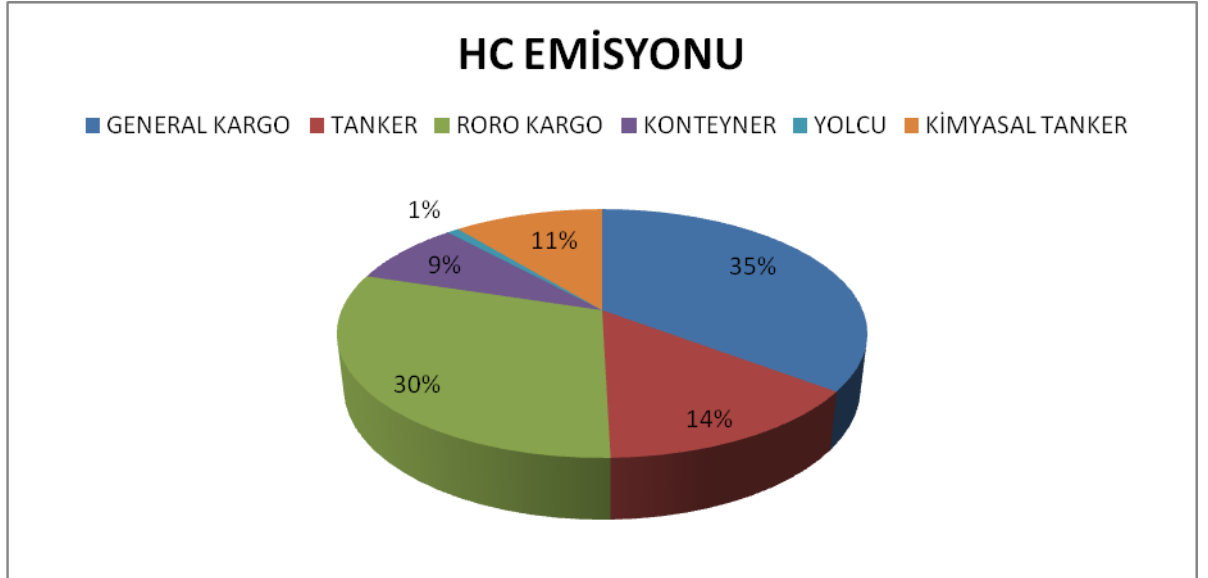
Şekil 37: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı CO₂ emisyonu

8.7.4.4 HC emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada jeneratörden kaynaklı HC emisyonu miktarları, Tablo 46’da belirtilmiştir.

Tablo 46: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı HC emisyon miktarları

Gemi Tipleri	HC Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	0,84
Tanker	0,34
Roro Kargo	0,72
Konteyner	0,2
Yolcu	0,02
Kimyasal Tanker	0,26



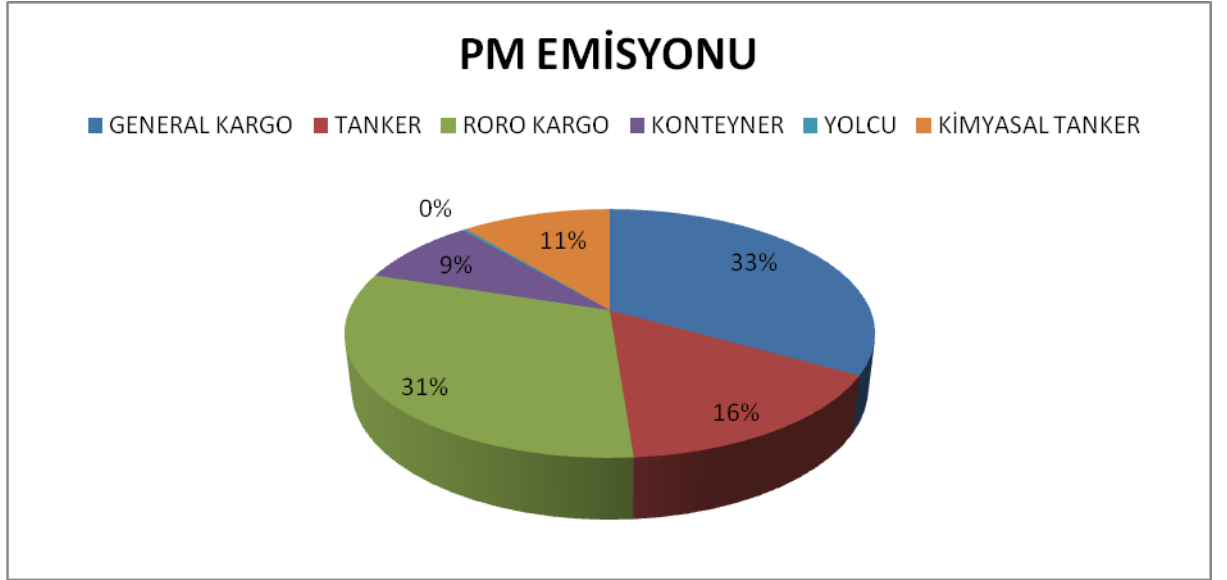
Şekil 38: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı HC emisyonu

8.7.4.5 PM emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre manevrada jeneratörden kaynaklı PM emisyonu miktarları, Tablo 47’de belirtilmiştir.

Tablo 47: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı PM emisyon miktarları

Gemi Tipleri	PM Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	1,28
Tanker	0,6
Roro Kargo	1,2
Konteyner	0,34
Yolcu	0,012
Kimyasal Tanker	0,42



Şekil 39: Manevrada jeneratörlerden kaynaklı PM emisyonu

8.7.5 Rıhtımda jeneratörden kaynaklı egzoz gazı emisyonları

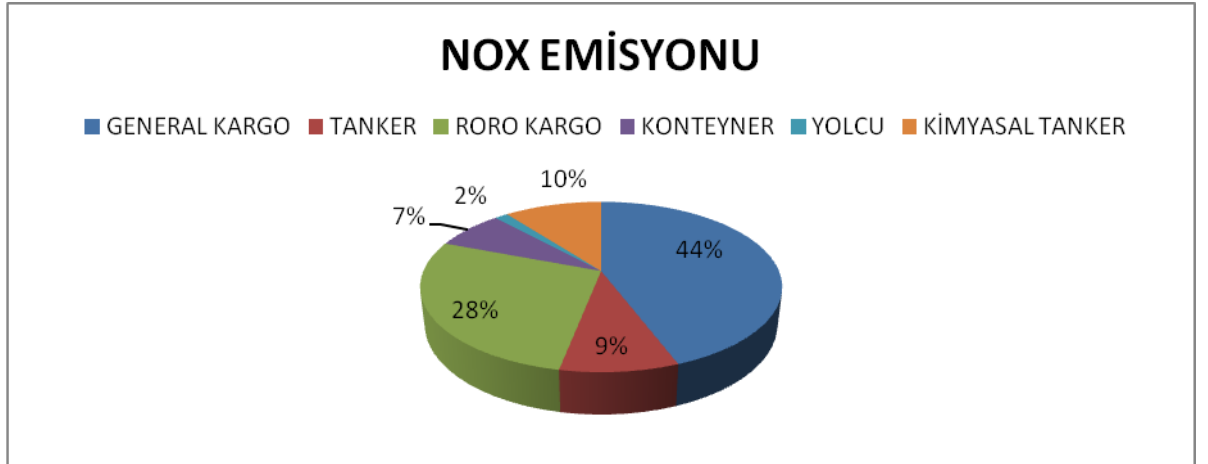
1 Adet DG çalıştığı kabul edilmiştir.

8.7.5.1 NO_x emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre rıhtımda jeneratörden kaynaklı NO_x emisyonu miktarları, Tablo 48’de belirtilmiştir.

Tablo 48: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı NO_x emisyon miktarları

Gemi Tipleri	NO _x Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	38,79
Tanker	7,84
Roro Kargo	24,32
Konteyner	6,47
Yolcu	1,25
Kimyasal Tanker	9,15



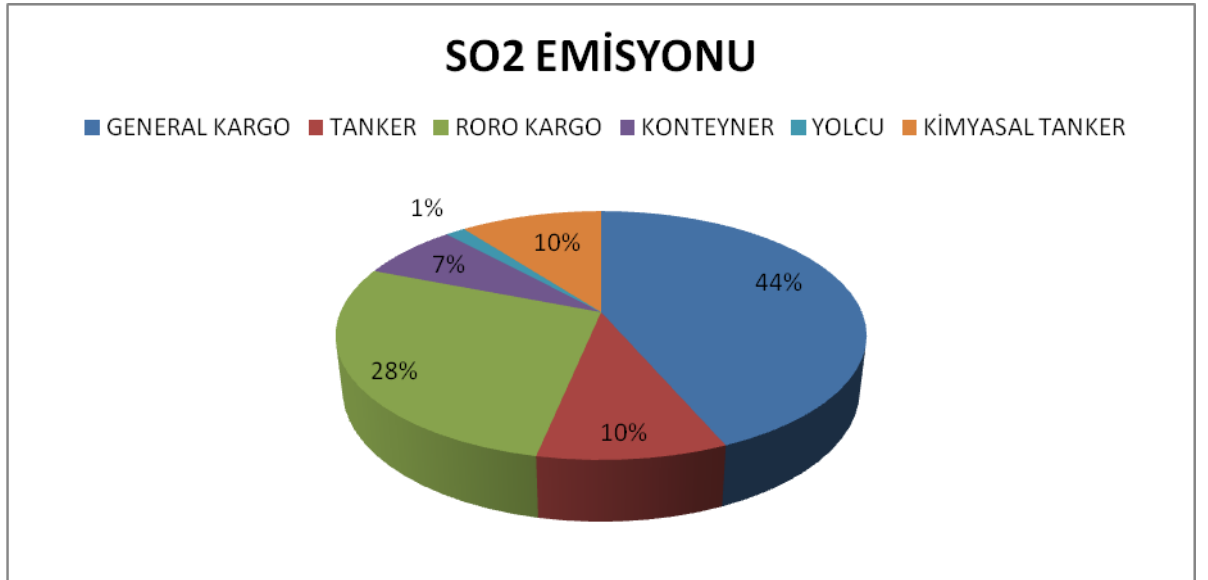
Şekil 40: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı NO_x emisyonu

8.7.5.2 SO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre rıhtımda jeneratörden kaynaklı SO₂ emisyonu miktarları, Tablo 49’da belirtilmiştir.

Tablo 49: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı SO₂emisyon miktarları

Gemi Tipleri	SO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	35,32
Tanker	7,9
Roro Kargo	22,49
Konteyner	5,89
Yolcu	1,16
Kimyasal Tanker	8,39



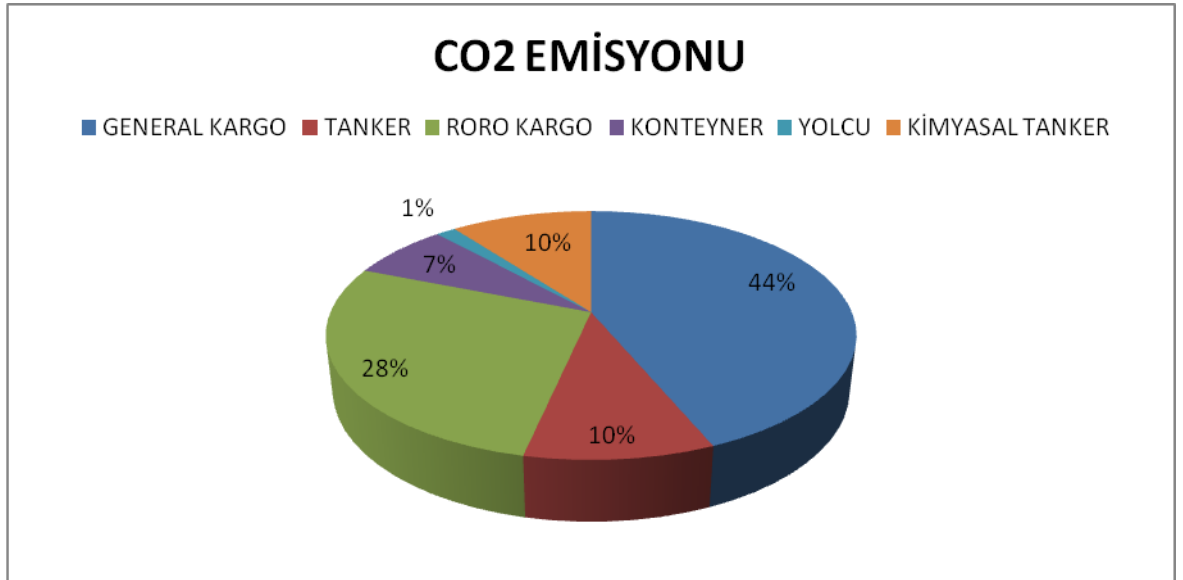
Şekil 41: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı SO₂ emisyonu

8.7.5.3 CO₂ emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre rıhtımda jeneratörden kaynaklı CO₂ emisyonu miktarları, Tablo 50’de belirtilmiştir.

Tablo 50: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı CO₂emisyon miktarları

Gemi Tipleri	CO ₂ Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	2087,13
Tanker	466
Roro Kargo	1320,22
Konteyner	345,06
Yolcu	68,65
Kimyasal Tanker	492,58



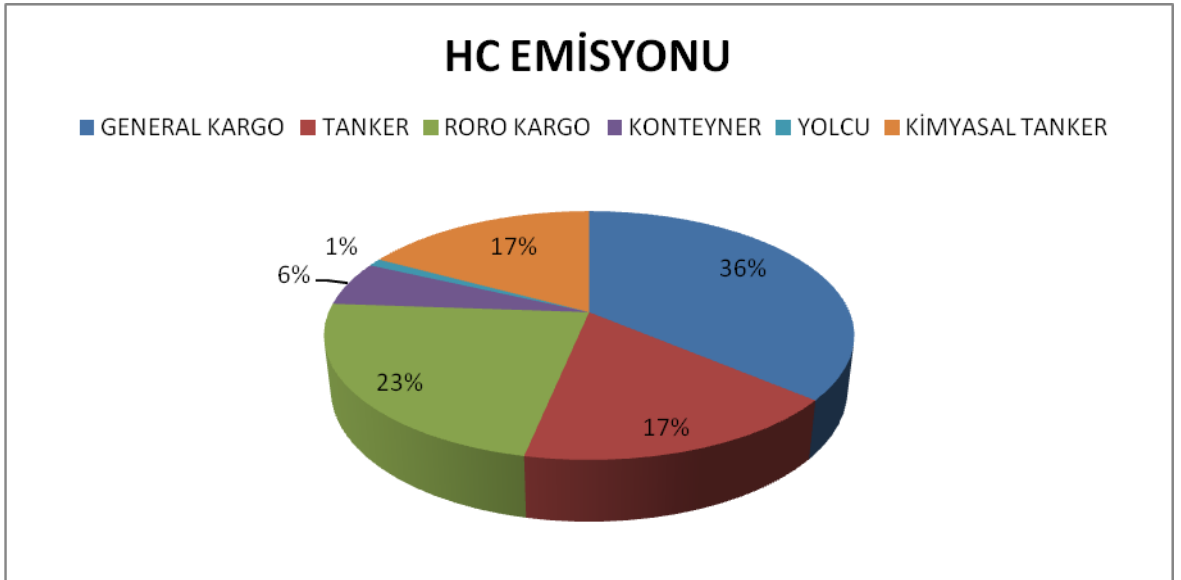
Şekil 42: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı CO₂ emisyonu

8.7.5.4 HC emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre rıhtımda jeneratörden kaynaklı HC emisyonu miktarları, Tablo 51’de belirtilmiştir.

Tablo 51: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı HC emisyon miktarları

Gemi Tipleri	HC Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	1,44
Tanker	0,68
Roro Kargo	0,91
Konteyner	0,23
Yolcu	0,04
Kimyasal Tanker	0,68



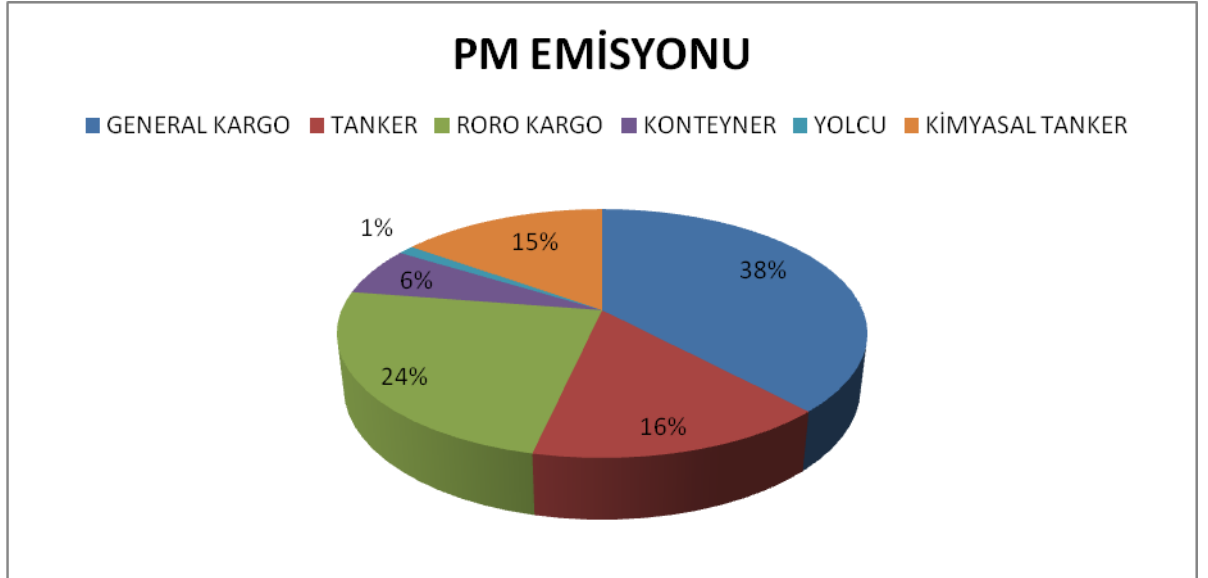
Şekil 43: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı HC emisyonu

8.7.5.5 PM emisyon miktarları

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin gemi tipine göre rıhtımda jeneratörden kaynaklı PM emisyonu miktarları, Tablo 52’de belirtilmiştir.

Tablo 52: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı PM emisyon miktarları

Gemi Tipleri	PM Emisyon Miktarları (ton/yıl)
General Kargo	2,6
Tanker	1,06
Roro Kargo	1,64
Konteyner	0,43
Yolcu	0,08
Kimyasal Tanker	1,03

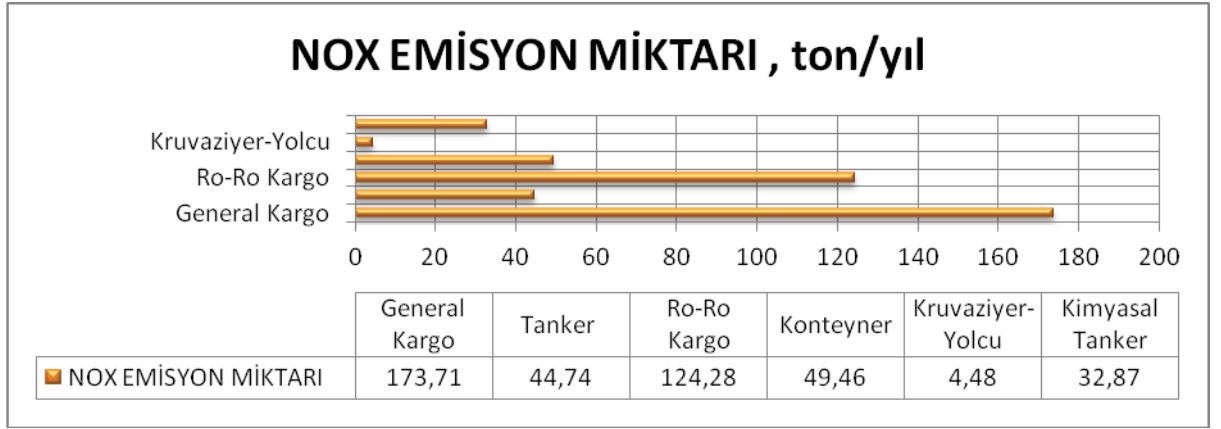


Şekil 44: Rıhtımda jeneratörlerden kaynaklı PM emisyonu

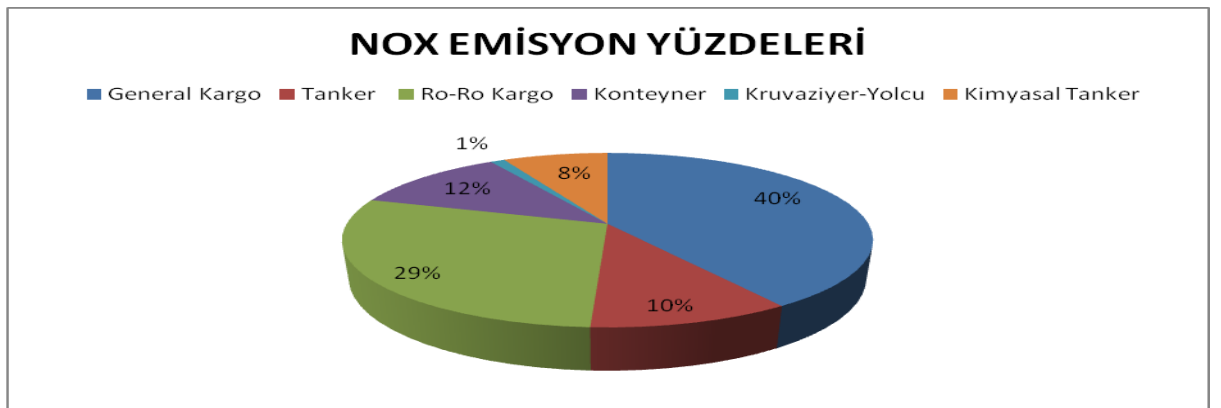
8.8 2013 Yılı Samsun İli Limanlarına Gelen Gemilerin Tiplerine Göre Toplam Egzoz Gazı Miktarları

8.8.1 Gemi tiplerine göre toplam NO_x emisyon miktarları

2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı toplam NO_x miktarları gemi aktiviteleri (seyir-manevra-rıhtım) emisyon hesaplama metoduna göre hesaplanmış olup Şekil 45’de belirtilmiştir.



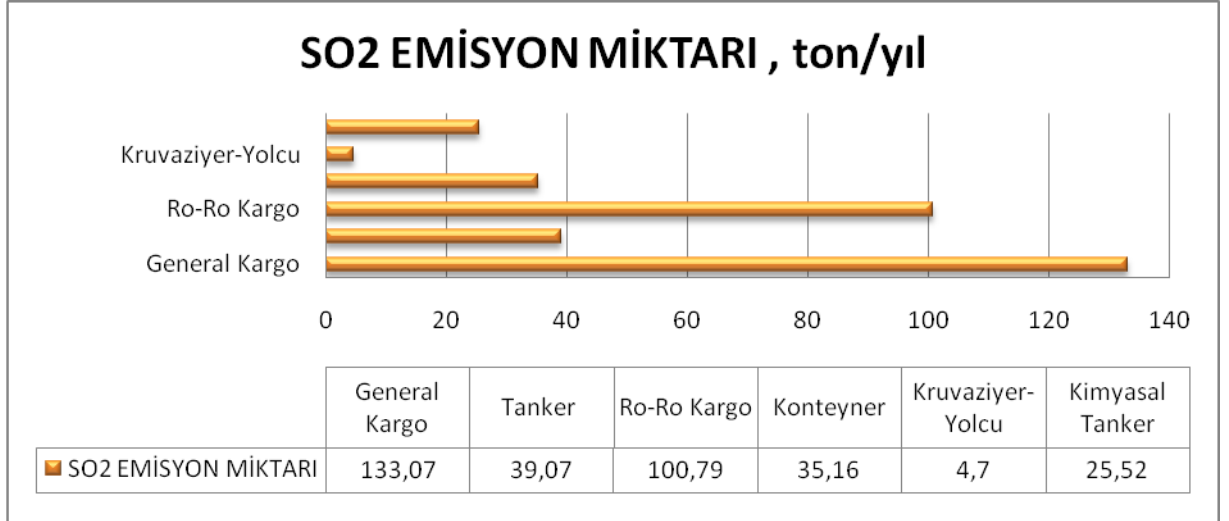
Şekil 45: 2013 yılı toplam NO_x emisyon miktarları



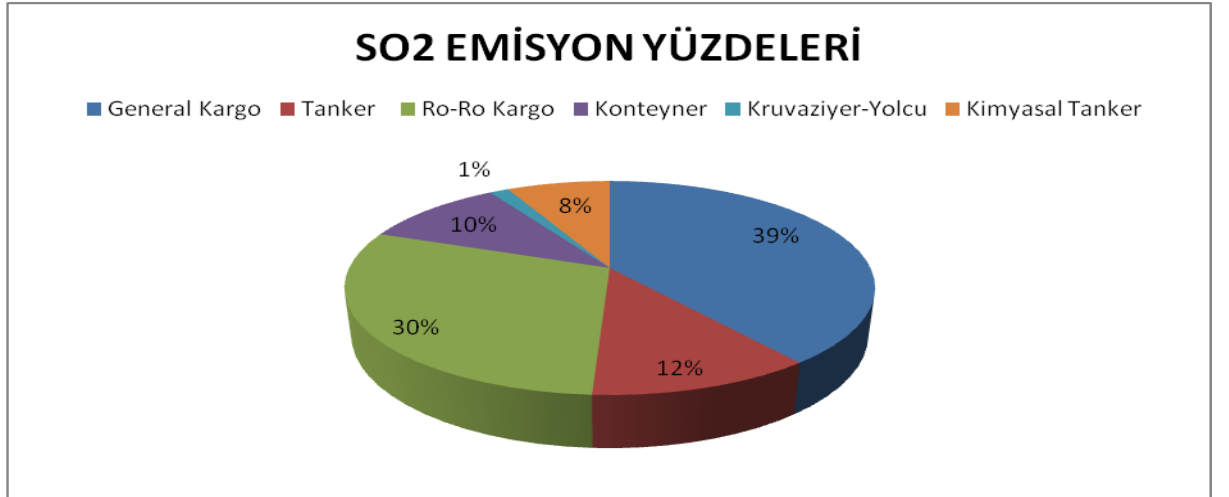
Şekil 46: 2013 yılı toplam NO_x emisyon yüzdeleri

8.8.2 Gemi tiplerine göre toplam SO₂ emisyonu miktarları

2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı SO₂ miktarları gemi aktiviteleri (seyir-manevra-rıhtım) emisyon hesaplama metoduna göre hesaplanmış olup Şekil 47’de belirtilmiştir.



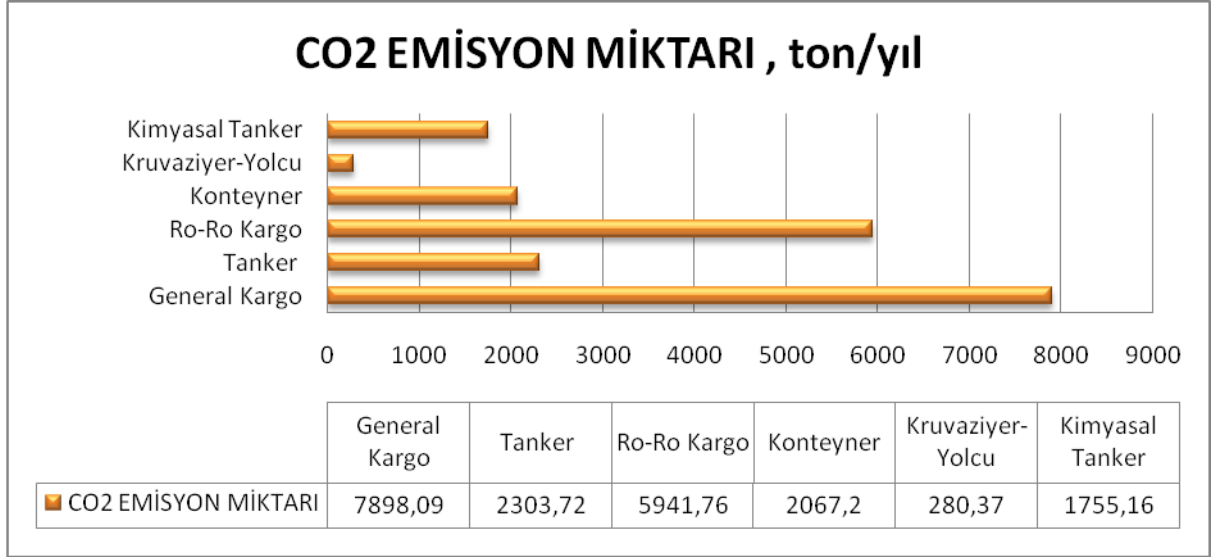
Şekil 47: 2013 yılı toplam SO₂ emisyon miktarları



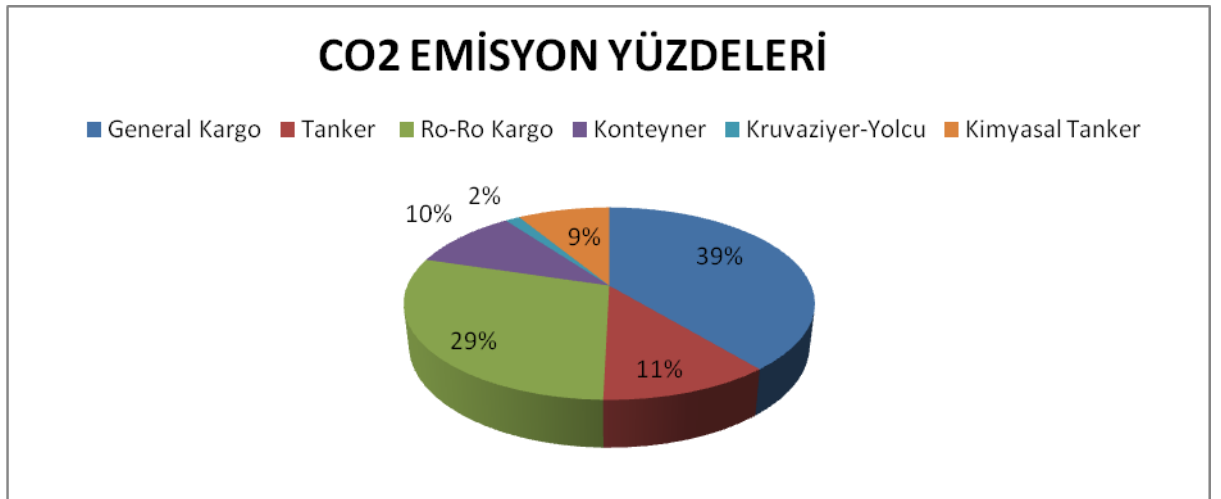
Şekil 48: 2013 yılı toplam SO₂ emisyon yüzdeleri

8.8.3 Gemi tiplerine göre toplam CO₂ emisyonu miktarları

2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı CO₂ miktarları gemi aktiviteleri (seyir-manevra-rıhtım) emisyon hesaplama metoduna göre hesaplanmış olup Şekil 49'da belirtilmiştir.



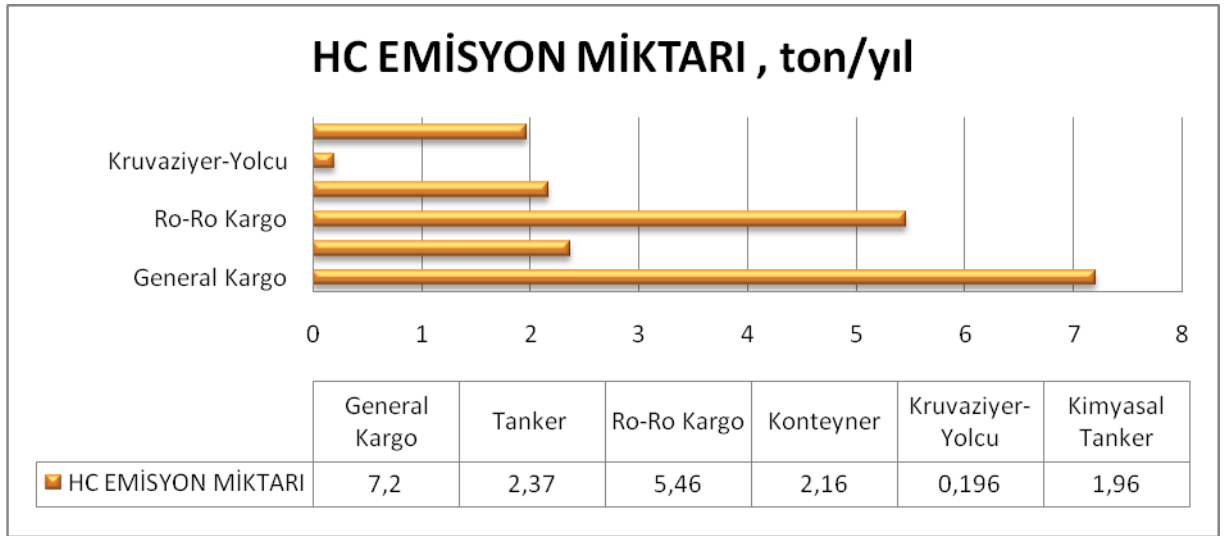
Şekil 49: 2013 yılı toplam CO₂ emisyon miktarları



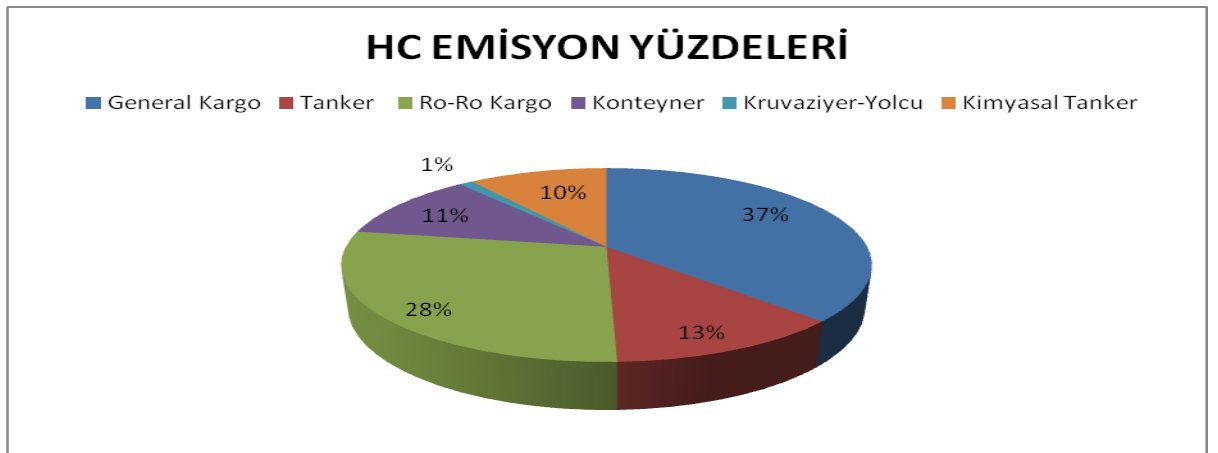
Şekil 50: 2013 yılı toplam CO₂ emisyon yüzdeleri

8.8.4 Gemi tiplerine göre toplam HC emisyonu miktarları

2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı HC miktarları gemi aktiviteleri (seyir-manevra-rıhtım) emisyon hesaplama metoduna göre hesaplanmış olup Şekil 51’de belirtilmiştir.



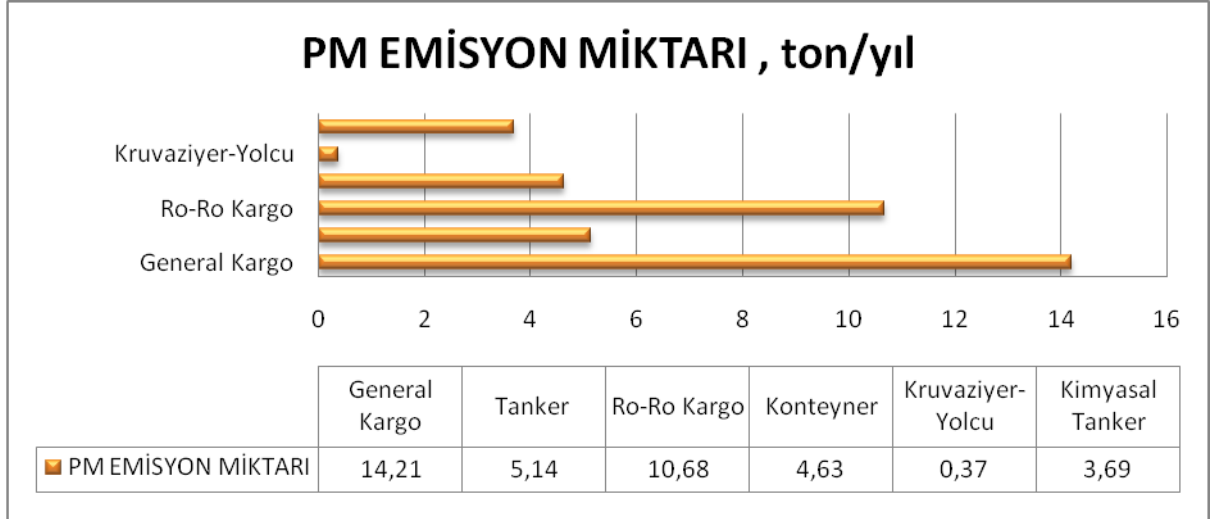
Şekil 51: 2013 yılı toplam HC emisyon miktarları



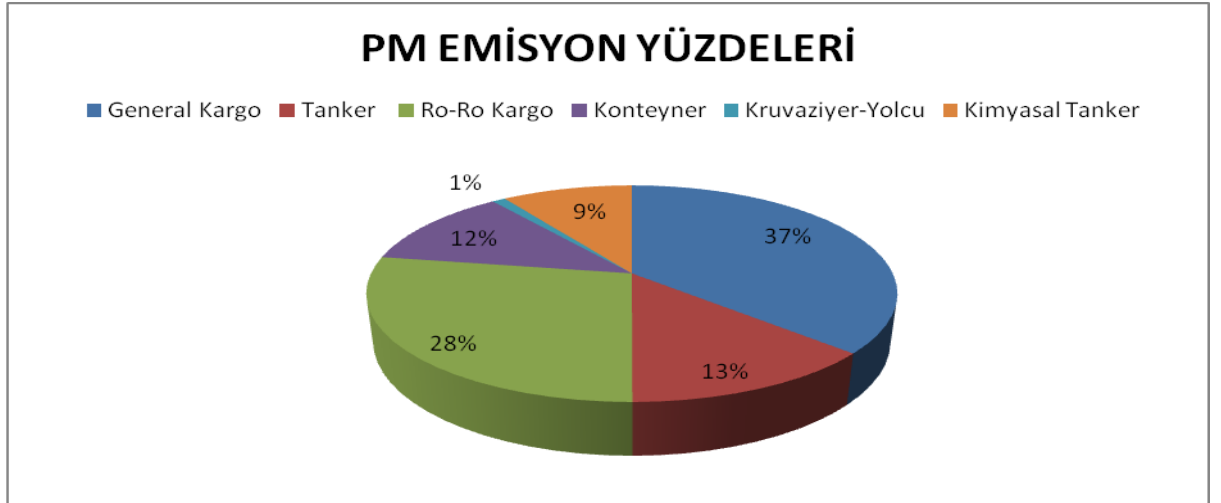
Şekil 52: 2013 yılı toplam HC emisyon yüzdeleri

8.8.5 Gemi tiplerine göre toplam PM emisyonu miktarları

2013 yılı Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı PM miktarları gemi aktiviteleri (seyir-manevra-rıhtım) emisyon hesaplama metoduna göre hesaplanmış olup Şekil 53’de belirtilmiştir.



Şekil 53: 2013 yılı toplam PM emisyon miktarları



Şekil 54: 2013 yılı toplam PM emisyon yüzdeleri

IX. SAMSUN İLİNE AİT HAVA KİRLİLİĞİ LİMİTLERİ VE İNSAN SAĞLIĞI İÇİN GENEL HAVA KALİTESİ

Samsun ilinde hava kalitesi ve hava kirliliği limitleri ile ilgili veriler incelendiğinde en son araştırmanın Aralık 2013 tarihinde KENTAIR Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu olarak yayınlandığı belirlenmiştir. Bu raporda Samsun iline ait SO₂, NO₂ ve PM₁₀ hava kirlleticilerin saatlik, günlük, kış dönemlik ve yıllık limit değerleri belirlenmiştir. Bu limitleri gösteren tablolar aşağıda verilmiştir.

Tablo 53: Samsun ili SO₂ Kirletici Limitleri

Kirletici	Parametre	Limit Değeri (µg/m ³)	2009	2010	2011	2012
SO ₂	Saatlik	900	900	900	900	900
	Günlük	400	370	340	310	280
	Kış Dönemi	250	225	200	175	150
	Yıllık (insan sağlığı)	150	150	150	150	150
	Yıllık (Ekosistem)	60	52	44	36	28

Tablo 54: Samsun ili NO₂ Kirletici Limitleri

Kirletici	Parametre	Limit Değeri (µg/m ³)	2009	2010	2011	2012
NO ₂	Saatlik	-	-	-	-	-
	Günlük	300	300	300	300	300
	Yıllık	100	92	84	76	68

Tablo 55: Samsun ili PM Kirletici Limitleri

Kirletici	Parametre	Limit Değeri (µg/m ³)	2009	2010	2011	2012
PM ₁₀	Günlük	300	260	220	180	140
	Kış Dönemi	200	178	156	134	112
	Yıllık	150	132	114	96	78

Yukarıdaki tablolar incelendiğinde kirleticilerin limit değerlerinin giderek azaldığını görmekteyiz. Bunun nedeni ise yıllar geçtikçe hava kirliliğinin ve insanların hava kirliliğine karşı hassasiyetlerinin artmasıdır.

Samsun iline ait limit değerlerin aşılmadığı ile ilgili olarak ulusal izleme ağında istasyon verileri saatlik dilimlerde halinde alınıp, limitleri aşma durumunda ise monitoring site (izleme ağı) alarm konumuna geçmektedir.

İzleme ağının elektronik içeriği incelendiğinde SO₂, NO_x ve PM₁₀ için alarm seviyeleri aşağıda verilmiştir.

SO₂ için alarm seviyeleri(günlük ortalama bazında) ;

1. Seviye : 500 (µg/m³)
2. Seviye : 850 (µg/m³)
3. Seviye : 1100 (µg/m³)
4. Seviye : 1500 (µg/m³) olarak belirlenmiş olup, sisteme göre bir yılda saatlik değerler baz alındığında en fazla 24 kez aşım, günlük değerlere göre en fazla 3 kez aşım yapılabilir.Aksi takdirde sistem alarm ve müdahale konumuna geçecektir.Bu da sistemi kontrol eden kişilerin Samsun ili için acil müdahale yapmalarına sebebiyet verecektir.

NO_x için alarm seviyesi ise günlük ortalamalara göre 400 (µg/m³) olarak belirlenmiş olup, bir yılda saatlik olarak en fazla 18 kez aşılabılır.

PM₁₀ için ise(günlük ortalama bazda) ;

1. Seviye : 260 (µg/m³)
2. Seviye : 400 (µg/m³)
3. Seviye : 520 (µg/m³)
4. Seviye : 650 (µg/m³) olarak belirlenmiştir.Saatlik olarak bir yılda en fazla 35 kez limit aşılabılır.

Samsun ili için 2009-2012 yıllarına ait olan hava kirliliği değerleri SO₂ ve PM için belirlenmiş olup, NO_x için belirlenmemiştir. Sebebi ise 2009-2012 yılları arasında NO_x ölçümü yapılamamasındandır.

SO₂ ve PM için Samsun ili hava kirliliği gerçek değerler ile limitlerin bulunduğu tablolar Samsun ve Tekkeköy emisyon istasyonlarına göre aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 56: Samsun ili SO₂ Değerleri

YILLAR	Samsun İstasyonu Ölçülen Değer (µg/m³)	Tekkeköy İstasyonu Ölçülen Değer (µg/m³)	Ekosistem için Limit Değeri (µg/m³)	İnsanlar için Limit Değeri (µg/m³)
2009	5.8	6.0	52	150
2010	6.9	10.00	44	150
2011	9.3	12.4	36	150
2012	9.5	31.2	28	150

Yukarıdaki tabloya göre Samsun ilindeki istasyonlarda SO₂ değerleri yıl geçtikçe artmaktadır. Bir hava kirletici olan SO₂ özellikle Tekkeköy ilçesinde 2012 yılında ekosistem için limit değerini aşmış durumdadır. Bunda Tekkeköy ilçesinde bulunan Yeşilyurt Limanının payı çok fazladır. Tekkeköy limanı olan ve aynı zamanda sanayi tesislerinin bulunduğu bir yerdir.

Tablo 57: Samsun ili PM10 Değerleri

YILLAR	Samsun İstasyonu Ölçülen Değer (µg/m3)	Tekkeköy İstasyonu Ölçülen Değer (µg/m3)	Limit Değeri (µg/m3)
2009	42	43.6	132
2010	36.2	58.3	114
2011	39.3	42.9	96
2012	39.6	54.0	78

Yukarıdaki tabloda gösterilen PM10 değerleri yıllar geçtikçe artmaktadır. Limit değerlerinin yıllar bazında azaldığını düşünecek olursak ileriki yıllarda PM değerlerinin limit değerlerini aşması sürpriz olmayacaktır.

Samsun ilinde genel hava kalitesinin 2009 yılından itibaren düştüğünü yani hava kirliticilerinin etkili olmaya başladığını görmekteyiz. Özellikle gelecek yıllarda Tekkeköy ve çevresi hava kirliliği açısından müdahale edilecek konuma gelmesi kaçınılmazdır. Bunun için Samsun ili hava kirliliğini minimize edecek tedbirler alınmalıdır. Bu tedbirleri şöyle sıralayabiliriz:

- 1.Sanayi tesislerinde ve gemilerde daha kaliteli yakıtların kullanılmalıdır.
2. Evsel ısınmadan kaynaklı kirlilikleri önlemek için doğalgaz teşvik edilmelidir.
- 3.Evlerde düzenli baca temizlikleri yapılmalıdır.
- 4.Trafikten kaynaklı hava kirliliğini önlemek için yeşil dalga sistemine geçilip,ışıklarda daha az bekleme yapılması sağlanmalıdır.
- 5.İnsanlar hava kirliliğine karşı bilinçlendirilmelidir.

Hava kirliliği insan sağlığı için büyük bir tehdittir. Çünkü emisyonlarla kirlenmiş havayı soluyan her bir birey vücuduna kirli havayı almış olacaktır. Özellikle bebekler, yaşlılar ve hasta bireyler bu kirli havayı tenefüs ettiğinde vücutlarında daha büyük tahribatlar oluşacaktır.

Hava kirliliği insanlarda özellikle solunum yolu hastalıklarına, kalp ve dolaşım sistemi hastalıklarına neden olmaktadır. Kirilenmiş havanın solunması da kalitesiz bir yaşama neden olmaktadır.

Samsun ilini de göz önüne alacak olursak hava kirliliği gün geçtikçe artmaktadır. Buna rağmen hava kirliliğine karşı alınmış herhangi bir tedbir bulunmamaktadır. Bu da Samsun ilinde yaşayan bireylerin daha çabuk hastalanmalarına ve yaşam ömürlerinin daha kısa olmasına neden olacaktır. Samsun ilinde yaşayan insanlar hava kirliliği açısından bilinçlendirilip gerekli tedbirler alınması için çalışmalıdırlar. Bu çalışma hem bireysel hem de toplumsal olmalıdır. Bireysel olarak evlerinde sobalarında kaliteli yakıt kullanmaları, baca temizliğine dikkat etmeleri ve kamu kuruluşlarının medya ve internet aracılığıyla hava kirliliği ile ilgili uyarılarına dikkat etmelidirler.

9.1 Samsun ili gemi kaynaklı hava kirliliği ile diğer kirletici kaynakların karşılaştırılması

Samsun ilinde hava kirletici kaynaklar taşıtlar, evsel ısınma ,sanayi ve gemilerdir.Genel olarak bakıldığında daha önce gemilerden kaynaklı hava kirliliğine yer verilmediğini görürüz.Fakat yaptığım araştırmalar neticesinde elde ettiğim veriler 2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilerin yapmış oldukları hava kirliliği miktarını bize vermektedir.Fakat evsel,taşıtlar ve sanayiden kaynaklı hava kirliliği ile ilgili en son kaynak 2012 yılında yayınlanmış olup,yapmış olduğum karşılaştırma 2012 yılı diğer kaynaklı kirlilik ile 2013 yılı gemilerden kaynaklı kirliliği kapsamaktadır.Bu karşılaştırma aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 58: Samsun ili gemi kaynaklı hava kirliliği karşılaştırılması

Egzoz gazı kaynağı	SO₂ (ton/yıl)	NO_x (ton/yıl)	PM (ton/yıl)
Gemi kaynaklı	338	429	39
Diğer kaynaklar (taşıtlar, evsel, sanayi)	312	7386	117

Yukarıdaki grafiğe göre; Samsun ili için SO₂ için gemi kaynaklı hava kirliliğinin diğer kaynaklı kirlilikten fazla olduğunu görmekteyiz.NO_x ve PM de gemi kaynaklı kirlenmenin önemli olduğunu fakat diğer kaynaklı kirlenmenin daha fazla olduğunu anlarız.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Samsun ili konumu ve iş olanakları sebebiyle diğer komşu illerden göç almaktadır. Bu durum kentin nüfus yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Bu durum, şehrin maruz kalacağı hava kirliliğinden her geçen gün daha fazla insanın etkilenmesini sağlayacaktır.

Bununla birlikte Samsun ili limanları açısından, Samsunport Ana Liman ve Sanayi Limanı şehir merkezindedir. Bu durum gemilerden kaynaklanan hava kirliliğine Samsun ilinde yaşayan insanların direk maruz kalmasına sebebiyet vermektedir.

2013 yılında Samsun ilinde gemi aktivitesine göre gemilerin yaymış oldukları toplam egzoz gazı emisyon miktarları NO_x emisyonu bakımından 429,54 ton, CO₂ emisyonu bakımından 20246,3 ton, SO₂ emisyonu bakımından 338,31 ton, HC emisyonu bakımından 19,34 ton ve PM emisyonu bakımından ise 38,77 ton olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar ile gemilerin Samsun ili için önemli bir hava kirletici kaynak olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 2013 yılında gemiler en çok CO₂ emisyonu yaymıştır.

Gemilerin özellikle CO₂ emisyonu fazlalığı yaratması Samsun ilinde sera etkisinin daha fazla görünmesini sağlamıştır. Yani yeryüzüne gelen güneş ışınlarını emme özelliği olan CO₂ atmosferin daha fazla ısınmasına neden olmuştur. Bu olayın sonucunda da su kaynaklarının giderek azalacak ve besin zincirinde bulunan tüm canlılar bundan olumsuz etkilenecektir. Samsun ili için 2013 yılında CO₂ emisyonlarından sonra en çok NO_x ve SO₂ emisyonları havayı kirletmişlerdir. NO_x emisyonu özellikle insanlarda solunum yolu rahatsızlıklarına sebebiyet verirken, gemi emisyonları içerisinde insan ve diğer canlılara verilecek zarar açısından ilk sırada yer alan SO₂ emisyonları özellikle insanlarda akciğer hastalıklarına neden olmaktadır. Akciğerlerdeki nem ile birleşen SO₂ insanları ölüme kadar götürebilecek zehirli bir bileşiğe dönüşmektedir.

Gemi egzoz emisyonlarından dolayı hastalanan her bir birey tedavi olmak için sağlık merkezlerine gidecektir. Sağlık merkezlerinde yatan hasta sayısı da önemli ölçüde artacaktır. Bu da ülkemiz için işgücü kaybına ve hastalığın tedavisi için kullanılan ilaç gibi malzemelerin tüketimi ile de ekonomik bir kayba neden olacaktır.

Gemi tipine göre emisyon miktarlarına bakacak olursak en çok general kargo tipi gemilerin egzoz gazı emisyonu yaydıklarını görürüz. General kargo gemilerinin daha fazla emisyon yaymasının sebebi ise limana en fazla gelen gemi tipi olmasıdır.

İşletme modlarına göre emisyon miktarlarını karşılaştıracak olursak; en fazla emisyonun ana makinenin çalıştığı seyirde, en az emisyon ise rıhtımda meydana geldiğini görürüz.

Samsun ili için yapılan araştırmalarda hava kirliliği ile ilgili olarak daha önce hiçbir çalışmada gemilerden kaynaklı hava kirliliği konusuna değinilmemiştir. Genelde konutsal ısınmadan kaynaklı, taşıtlardan kaynaklı ve sanayi tesislerinden kaynaklı emisyonlar ele alınmıştır. Bu tespitler ışığında Samsun ili gemilerden kaynaklı emisyonlar ile ilgili ilk veriler bu çalışma sayesinde edinilecektir.

Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı emisyonların incelendiği bu ilk çalışmada ana makine ve yardımcı makinelerin güçleri açısından gerçek değerler kullanılmıştır. Ayrıca gemilere ait limanda kalış süreleri de titizlikle takip edilerek belirlenmiştir.

2013 yılında Samsun ili limanlarına gelen gemilere ait bilgilerin bulunduğu Ek – 1’de belirtilen değerler gemilerden kaynaklanan egzoz gazı emisyonları için önemli bir veri kaynağıdır.

ÖNERİLER

Samsun ili limanlarına gelen gemilerden kaynaklı egzoz gazı emisyonlarını azaltmak için en başta gemilerin kullandığı yakıtların kalitesinin artırılması gerekmektedir. Eğer gemide temiz yakıt kullanılırsa gemilerden kaynaklı egzoz gaz emisyonları da yakıtın yanma verimine bağlı olarak azalacaktır.

Başka bir azaltıcı önlem de gemilerin demirde ve rıhtımda kalış sürelerinin azaltılmasıdır. Yani, liman işletmeleri teknolojik gelişmelere paralel davranıp daha büyük kapasiteli kreynleri kullanırlarsa gemiler limanlarda daha az kalırlar. Bunun sonucunda da limanda çalışarak havayı kirleten jeneratörler daha az süre çalışmış olacaktır. Bununla birlikte liman işletici kuruluşların planlı bir şekilde yönetilmesi de gemilerin demirde daha az çalışmalarını sağlayacaktır. Demirde daha kısa süre kalan gemiler jeneratörlerinden dolayı daha az yakıt tüketeceklerdir. Bu sayede de gemiler daha az hava kirliliğine neden olacaklardır.

Samsun ili için hazırlanan yıllık çevre durum raporlarında gemilerden kaynaklı hava kirliliği miktarları diğer kirletici kaynakların gösterildiği şekilde belirtilmelidir. Bu sayede gemilerin hava kirliliği açısından önemi daha da iyi gösterilmiş olacaktır. Ayrıca yapılacak bu çalışmalar neticesinde gemi kaynaklı hava kirliliğine karşı alınacak tedbirler daha belirgin bir şekilde incelenmiş olacaktır.

Gemi kaynaklı hava kirliliğinin dahil edildiği çalışmalar sonucunda belirlenmiş olan emisyon türleri için, uluslar arası limitler kapsamında bölgesel olarak emisyon sınırları belirlenmelidir.

Limanalarda gemi kaynaklı emisyonu ölçmek için istasyonlar kurulması gerekmektedir. Emisyon miktarı takibi ile gemilerden kaynaklı emisyonlara karşı daha hızlı ve kararlı önlemler alınabilecektir.

Gemilerde kullanılan yakıtlar açısından özellikle yeni inşa gemilere ait ana makine ve jeneratörlerde LNG kullanımı özendirilmelidir. Çünkü LNG (Sıvılaştırılmış doğal gaz) yakıtı yanması sonucunda hava kirliliğine sebebiyet veren NOx , SO₂ ,CO₂ ve PM emisyon miktarlarını minimize etmiş olacağız. Bu konu hakkında ana makine üreticileri de hem hava kirliliği hassasiyeti hemde düşük sülfürlü yakıtların bulunma zorluğu nedeniyle LNG yakıtlı

makine modellerine yönelmişlerdir.Son birkaç yıldır özellikle orta devirli ve çift yakıtlı ana makinelerin daha çok tercih edilmesi nedeniyle LNG yakıtı önemini giderek arttırmaktadır.Dünyada ise özellikle LNG yakıtlı 54 adet mevcut gemi bulunmaktadır. Bunların 35 adedi ferry ve 12 tanesi ise kuruyük gemisidir. Geriye kalan 7 tanesi ise tugboat, tanker ve barge (ikmal gemisi) lardan meydana gelmektedir.

Samsun ili hava kirliliği limitlerine göre 2009 yılında SO₂ emisyon miktarı Samsun ili merkezinde 5.8 µg/m³ ve Tekkeköy de ise 6.0 µg/m³ dır.Fakat 2012 yılında bu değerler 9.50 µg/m³ ile 31.2 µg/m³ olarak değişmiştir. Buda bize Samsun merkezde ve Tekkeköy ilçesinde SO₂ miktarının arttığını göstermektedir. Hatta 2009 yılında değerler birbirine yakın iken 2012 yılında Tekkeköy ilçesi değerleri aşırı değerde artmıştır. Bu artış ekosistem limiti olan 28 µg/m³ ü bile geçmiştir. Yani Tekkeköy ve çevresinde hava kirliliği önlem alınacak seviyeyi aşmış müdahale seviyesine ulaşmıştır. Bu müdahale Tekkeköy ve çevresinde bulunan sanayi tesislerinin sıkça hava kirliliği açısından denetlenmesi ve Tekkeköy de bulunan Yeşilyurt Limanına gelen gemilerin kullandıkları yakıtlarının denetimi ile mümkündür.

Samsun ilinde SO₂ kirliliğine en fazla gemiler neden olmaktadır.Bunu 2013 yılında gemilerden kaynaklı 338 ton/yıl miktarı ile rahatlıkla görebiliriz. SO₂ emisyonu azaltmak içinde yakıt kontrolü yanı sıra yakıtlara özel katkılar konulmalı ve bu katkılar teşvik edilmelidir.

Gemilerden kaynaklı egzoz gazı emisyonlarını azaltmak için yeni bir teknoloji olan egzoz gazı temizleme üniteleri daha da geliştirilmeli ve bu ünitelerin yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Gemilerin yakıt püskürtme sistemleri modifiye edilmeli veya günümüzde de en son teknoloji olan Common Rail System püskürtme yöntemleri gemilere takılmalıdır.Bu system elektromanyetik kontrole sahip olup, gemi ana makineleri için yakıtın daha iyi yanmasını sağlayarak yanma verimini artırır ve yakıtın yanması sonucu oluşacak emisyon miktarlarını da ciddi oranda düşürmektedir.

KAYNAKLAR

- ALGANTÜRK, D. (2008): Gemilerden kaynaklı hava kirliliği hakkında yasal düzenlemeler ve değerlendirmeler. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi yıl:7 sayı:14 , (66-73)
- ASMUS, A ve WELLINGTON, B. (1993): Diesel engine and fuel systems, third edition.
- BUTLER, J.D. (1979): Air pollution chemistry, academic pres.
- CARBETT, J.ve FİSHBECK, P. (1997): Emissions from ship science. vol.278.
- COOPER, D.A. (2003): Exhaust emissions from ships at berth. Atmosferic environment. (3817-3830)
- ÇEKİÇ, A. (2003): IMO Uluslar arası denizcilik sözleşmeleri.
- DAVYDOVA, S.(2005): Heavy metals as toxicants in big cities, microchemical journal. (133-136)
- ENTEC UK (2005): European Commission Directorate General environment service contract on ship emissions.
- The European Federation for Transport and Environment (T&E)(2004): Air pollution from ships.
- İNCECİK, S. (1994): Hava kirliliği, teknik üniversite matbaası, İstanbul. (26-41)
- KARPUZCU, M. (2007): Çevre kirlenmesi ve kontrolü , kubbealtı yayınları 9.baskı, İstanbul. (168-185)
- KESKİN, T. ve ÜNLÜ, H. (2010): Türkiye’de enerji verimliliğinin durumu ve yerel yönetimlerin rolü, Heinrich Böll Stiftung Derneği, İstanbul.
- KÜÇÜKŞAHİN, F. (1998): Gemi makineleri operasyonu-2, Birsen Yayınevi, İstanbul. (573-602)
- KÜÇÜKŞAHİN, F. (1999): Dizel motorları, Güven Yayınevi, İstanbul. (783-796)

MÜEZZİNOĞLU, A. (1987): Hava kirliliğinin ve kontrolünün esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.

ŞENEL, T. (2013): Samsun bölgesindeki hava kirliliğinin neden olduğu hastalıkların istatistiksel modellenmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi.28-34

Uluslar arası Deniz ve Ticaret (2005): Gemilerden kaynaklanan emisyonların azaltılmasına yönelik yeni kurallar.(62-64)

WHALL, C., COOPER D. ve ARCHER K. (2002): Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in European Community, Rep 06177-02121 Entec, Norwich, England.

WHO, (2002): World health report ; reducing risk, promoting healthy life.

WHO, (2003): Health aspect of air pollution with PM, O₃ and NO_x

WICHMANN, H.,(2007): Diesel exhaust particles-inhalation toxicology (241-249)

WINNES,H.,(2010): Air pollution from ships - Emission measurements and impact assessments. Sweden.

İnternet Adresleri

<https://www.marinetraffic.com>

<http://www.equasis.org/>

<http://www.bsmou.org> : Karadeniz Memorandumu

<http://www.cevreonline.com>

<http://www.havaizleme.gov.tr> :Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı

<http://www.atlantis.denizcilik.gov.tr> : Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
(E-Denizcilik)

<http://www.krs.co.kr>

<http://www.turkloydu.org> : Türk Loydu

<http://www.imo.org> : Uluslar arası Denizcilik Örgütü

<http://www.samsunport.com.tr> : Samsunport Limanı

<http://www.yesilyurtliman.com> : Yeşilyurt Limanı

<http://www.toros.com.tr> : Toros Limanı

<http://www.tuik.gov.tr/> : Türkiye İstatistik Kurumu

<http://ec.europa.eu/> : Avrupa Komisyonu

<http://www.googleearth.com>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 03/08/1983

Doğum yeri: Çemişgezek / TUNCELİ

Lise : (1996-2001) Elazığ Özel Bilgem Koleji

Lisans : (2002-2007) İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği

Çalıştığı Kurumlar: (2007-2009) Dünya Denizcilik M/T Gan Victory ve M/T Gan Valour isimli gemilerde uzakyol vardiya mühendisi.

(2010-2011) Kalkavan Transport M/V Halis Kalkavan gemisinde uzakyol vardiya mühendisi

(2011-devam ediyor) Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Samsun Liman Başkanlığı denizcilik uzman yardımcısı.