

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARADENİZ'DE SEYİR YAPAN GİRGİR TEKNELERİNİN EGZOZ EMİSYONLARININ
GEMİ İZLEME SİSTEMİ İLE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eralp ÖZKAYA

**EKİM 2019
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARADENİZ'DE SEYİR YAPAN GİRGİR TEKNELERİNİN EGZOZ EMİSYONLARININ
GEMİ İZLEME SİSTEMİ İLE ANALİZİ**

Eralp ÖZKAYA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
YÜKSEK LİSANS (DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ)
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 / 05 / 2019

Tezin Savunma Tarihi : 21 / 10 / 2019

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Özkan UĞURLU

Trabzon 2019

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalında
Eralp ÖZKAYA Tarafından Hazırlanan**

**KARADENİZ'DE SEYİR YAPAN GİRGİR TEKNELERİNİN EGZOZ EMİSYONLARININ
GEMİ İZLEME SİSTEMİ İLE ANALİZİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Muhammet BORAN

Üye : Doç. Dr. Özkan UĞURLU

Üye : Doç. Dr. İlhan YANDI

The image shows three handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal dotted line. The signatures are: 1. Muhammet Boran, 2. Ozkan Ugurlu, and 3. İlhan Yandi.

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Günümüzde giderek artan filo hacmi, makine güçleri ile Balıkçı gemileri Türkiye’de ve Dünya’da önemli ticari etkiye sahip olmalarının yanı sıra aynı sebeplerden ötürü çevreye verdikleri zararların da aynı oranda artıyor olması kaçınılmazdır. Bu zararlar kıyaslandığında ise en önemli payın hava kirliliğinde olduğu bilinmektedir. Dünya sağlık örgütünün yayınladığı raporlarda hava kirliliğinin yol açtığı hasarların önemli bir paya sahip olması bu hava kirliliğine yol açan etkenler için önem alınmasını mecbur kılmıştır. Hava kirliliğinin deniz kaynaklı etkenlerinin azaltılması amacıyla da Uluslararası Denizcilik Örgütü’nün (IMO) gemi kaynaklı emisyonların kontrolü için çeşitli kural düzenleme ve sınırlamalar getirmiştir. Gemi kaynaklı emisyonların ölçülmesi ve takip edilmesi Dünyada çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de gemilerin emisyonunun belirlenmesi için uzaktan izleme sistemlerinin gemiye kurulumu ve bu sistemlerin izlenerek emisyonların takibinin sağlanmasıdır. Bu çalışmada, Karadeniz kıyılarında aktif olarak gırgır balıkçılığıyla uğraşan 3 farklı boy grubunda geminin 2017-2018 balıkçılık av sezonundaki verileri kullanılmıştır. Çalışmadaki veriler alınırken T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tüm balıkçı gemi hareketlerini merkezden takibi için kullanılan Balıkçı gemilerini izleme sistemi (BAGİS) kullanılarak balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Ortaya çıkan veriler irdelenerek BAGİS ve benzeri sistemler kullanılarak balıkçı gemisi kaynaklı hava kirliliğinin ortaya koyulması ve önlenmesi için gerekli sistemlerin geliştirilebilirliği konularında yorumlar yapılmıştır.

Tez çalışması süresince bilgisi ve desteği ile daima bana yardımcı olan; tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Özkan UĞURLU’ya sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Ayrıca, tez çalışmam süresince yanımda olup yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Sayın Dr. Ekrem Cem ÇANKIRILIGİL’e, Sayın Dr. Murat DAĞTEKİN’e ve Sayın Emre ÖZAYDIN’a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasını, maddi ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan eşim Emine GÜNGÖR ÖZKAYA’ya ve aileme ithaf ediyorum.

Eralp ÖZKAYA
Trabzon, 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Karadeniz’de Seyir Yapan Gırgır Teknelerinin Egzoz Emisyonlarının Gemi İzleme Sistemi ile Analizi” adlı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Özkan UĞURLU’nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 21/10/2019

Eralp ÖZKAYA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Balık Avcılığı.....	3
1.3. Balıkçı Gemilerini Görüntüleme Sistemleri	8
1.3.1. Balıkçılığın Uzaktan İzlenmesi (VMS).....	8
1.3.2. Balıkçı Gemilerini izleme Sistemi (BAGİS).....	10
1.4. Hava Kirliliği ve Emisyon Kavramı	11
1.4.1 Balıkçı Gemisi Kaynaklı Emisyon Türleri	13
1.4.1.1. Karbondioksit (CO ₂).....	14
1.4.1.2. Kükürtoksit (SO ₂).....	15
1.4.1.3. Karbonmonoksit	15
1.4.1.4. Partikül Madde	15
1.5. Gemi Emisyonlarına Getirilen Düzenleme ve Kurallar	16
1.5.1. MARPOL EK VI.....	16
1.5.2. Azot oksit Emisyonuyla İlgili Düzenleme	18
1.5.3. Kükürt oksit Emisyonuyla İlgili Düzenleme	19
1.5.4. Gemi Egzoz Gazı Emisyonlarında Türkiye’deki Kural ve Uygulamalar	20
1.5.5. Gemi Egzoz Gazı Emisyonlarında Bölgesel Uygulamalar	22
1.5.6 Emisyon Hesaplama Yöntemleri.....	23
1.6. Benzer Çalışmalar	25

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	31
2.1.	Araştırmanın İçeriği.....	31
2.2.	Araştırmanın Aşamaları.....	32
2.3.	BAGİS Verilerinin Kullanılması.....	33
2.4.	Araştırmada Kullanılan Metot.....	35
2.4.2	Verilerin İstatistiksel Analizi.....	37
3.	BULGULAR.....	38
3.1.	BAGİS Verilerinin Değerlendirilmesi ile Elde Edilen Bulgular	38
3.2.	İstatistikî Bulgular	45
4.	İRDELEME VE DEĞERLENDİRME	51
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	58
6.	KAYNAKLAR.....	61
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

KARADENİZDE SEYİR YAPAN GİRGİR TEKNELERİNİN
EGZOZ EMİSYONLARININ GEMİ İZLEME SİSTEMİ İLE ANALİZİ

Eralp ÖZKAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Özkan UĞURLU
2019, 66 Sayfa

Balıkçı gemilerinin Dünya’da ve Türkiye’de filo hacimlerinin ve makine güçlerinin artması sonucunda balıkçı gemisi kaynaklı emisyonlarda da artış olmuştur. Bu emisyonların yol açtığı zararların önlenmesi amacıyla Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) emisyonların kontrolü için yeni düzenleme ve sınırlamalar yapma kararı almıştır. Bu çalışmada, Balıkçı Gemilerinin İzleme Sistemi (BAGİS) kullanılarak, Karadeniz kıyılarında aktif olarak gırgır balıkçılığıyla uğraşan 3 farklı boy grubunda toplamda 18 adet balıkçı gemisinin 2017-2018 av sezonu verileri değerlendirilmiştir. Toplamda 2613 ayrı gün için ele alınan veriler; gemilerin hızını ve çalışma bölgesini içermektedir. Emisyonların belirlenmesi ve sınıflandırılmaları amacıyla gemilerin ana makine ve yardımcı makine güçleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelenerek gemilerden kaynaklı emisyonlar Aşağıdan Yukarı metodu kullanılarak belirlenmiştir. Liman, operasyon ve seyir esnasındaki emisyonlar hesaplanmıştır. NO_x , SO_x , CO_2 , HC ve PM gazlarının ortalama salınım değerleri sırasıyla $16,74 \pm 5,5$ ton, $1,75 \pm 0,7$ ton, $1239,87 \pm 473,9$ ton, $0,96 \pm 0,4$ ton ve $0,68 \pm 0,2$ ton olarak bulunmuştur. Gemilerin liman, operasyon ve seyir esnasında yaptığı salınımlar ayrı ayrı incelendiğinde NO_x gazı seyir kondisyonu haricindeki tüm gaz sınıflarında liman esnasındaki salınımlar operasyon ve seyir esnasındaki salınımlarından sırasıyla 2,20~ 4,27 kat ve 1,89~ 2,69 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır. NO_x seyir kondisyonu ise NO_x liman kondisyonunun yaklaşık olarak 1,5 katı olarak hesaplanmıştır

Anahtar Kelimeler: Balıkçı gemileri, hava kirliliği, gemi takip sistemi, BAGİS

Master Thesis

SUMMARY

ANALYSIS OF EXHAUST EMISSIONS OF PURSE SEINE FISHING VESSELS
NAVIGATING IN THE BLACK SEA WITH VESSEL MONITORING SYSTEM

Eralp ÖZKAYA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Maritime Transportation and Management Engineering Graduate Programme
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özkan UĞURLU
2019, 66 Pages

In the World as well as Turkey, an increase has achieved in the gas emissions of fishing vessels due to increased fleet size and engine powers. With the aim of to prevent damages caused by emissions, International Maritime Organization (IMO) decided to make new regulations and limitations for the controlling these emissions. In this research study, 2017-2018 fishing season data of 18 fishing vessels in 3 different length groups engaged in purse seine fishing on the Black Sea coasts were evaluated using BAGIS system. In total, the data discussed for 2613 separate days; includes the speed of the ships and the working area. In addition to these, powers of the main and the auxiliary engines were used for the determination as well as classification of emissions. The obtained data were evaluated and emissions originated from vessels were specified with the method of Bottom up. Average emission values of NO_x , SO_x , CO_2 , HC and PM gases were calculated as $16,74 \pm 5,5$ tonnes, $1,75 \pm 0,7$ tonnes, $1239,87 \pm 473,9$ tonnes, $0,96 \pm 0,4$ tonnes and $0,68 \pm 0,2$ tonnes, respectively. When vessels emissions were calculated separately as port, operation and navigation conditions. It is found that emissions at port condition are 2,20~4,27 and 1,89~2,69 times more than operation and navigation conditions, respectively except navigation condition of NO_x gas. NO_x emission at navigation condition calculated 1,5 time much more than NO_x port condition. Ultimately, these results were interpreted for the improving current status.

Key Words: Fishing vessels, air pollution, vessel monitoring system, BAGIS

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Av izni alan gırgır gemilerinin av sezonuna göre boy dağılımı	7
Şekil 2. Av izni alan gırgır gemilerinin av sezonuna göre tonaj dağılımı	7
Şekil 3. Av izni alan gırgır gemilerinin av sezonuna göre motor gücü dağılımı.....	8
Şekil 4. Balıkçı gemilerini izleme sistemi (BAGİS) veri akışı	11
Şekil 5. Tüm gemilerin 2012 yılı toplam yakıt harcamaları.....	14
Şekil 6. Mevcut ve olması tartışılan emisyon kontrol alanları	18
Şekil 7. Azot oksit limit değerleri	19
Şekil 8. Kükürt oksit limitleri	20
Şekil 9. Tez akış şeması	33
Şekil 10. Gemi seyir bilgi ekranı	34
Şekil 11. BAGİS Excel ham veri tablosu	34
Şekil 12. BAGİS İletişim veri dağılım grafiği.....	45

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dünya ülkelere göre avcılık üretim miktarları (milyon ton)	3
Tablo 2. Türkiyede avcılık kaynaklı su ürünleri üretimi 2000-2017 (ton)	4
Tablo 3. Avcılığı en fazla yapılan pelajik balık türlerinin avlanma miktarları (ton)	5
Tablo 4. Balıkçı gemilerinin boy dağılımı.....	5
Tablo 5. 2011-2018 yılları arasında av izni alan gemi sayıları	6
Tablo 6. Hava kirleticiler ve sebep oldukları kirlilikler	12
Tablo 7. IMO NOx limitleri	18
Tablo 8. Gemi yakıtları kükürt içeriğinin Avrupa Birliği kriterleri	22
Tablo 9. Gemi yakıtları kükürt içeriğinin CARB kriterleri	22
Tablo 10. Çalışmada kullanılan gemilerin teknik özellikleri	32
Tablo 11 Ana makine emisyon faktörleri	36
Tablo 12. Yardımcı makine emisyon faktörleri.....	37
Tablo 13. Yük faktörleri	37
Tablo 14. Gemilerin emisyon harici toplam değerleri.....	39
Tablo 15. Gemilerin toplam emisyonları.....	40
Tablo 16. A boy grubu (20m - 30m) bulunan veriler (ton)	40
Tablo 17. B boy grubu (30m - 40m) değerlendirilmiş veriler	41
Tablo 18. C boy grubu (40 m'den büyük) emisyonları	42
Tablo 19. Tüm gemilerin limandaki emisyonları	43
Tablo 20. Tüm gemilerin operasyondaki emisyonları.....	44
Tablo 21. Tüm gemilerin seyirdeki emisyonları	44
Tablo 22. Boy sınıflarına göre istatistiki değerlendirmeler	46
Tablo 23. Boy sınıflarına göre ANOVA test sonuçları	47
Tablo 24. Boy sınıflarına göre TUKEY test sonuçları	48
Tablo 25. Yer durumuna göre tanımlayıcı istatistikler.....	49
Tablo 26. Yer durumuna göre normallik testleri	49
Tablo 27. Varyansların homojenliği test sonuçları.....	50
Tablo 28. ANOVA test sonuçları	50
Tablo 29. Post Hoc testleri	51

Tablo 30. Korelasyon analizi..... 52



SEMBOLLER DİZİNİ

AIS	: Otomatik Tespit Sistemi (Automatic Identification System)
AMVER	: Otomatik karşılıklı Yardımlaşma Tabanlı Gemi Kurtarma Sistemi (Automated Mutual-Assistance Vessel Rescue System)
BAGİS	: Balıkçı Gemilerini İzleme Sistemi
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BC	: Siyah Karbon (Black Carbon)
BSGM	: T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su ürünleri Genel Müdürlüğü
CARB	: Kaliforniya Hava Kaynakları Kurumu (California Air Resources Board)
COADS	: Genişletilmiş Okyanus Atmosferi Veri Seti (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set)
CO ₂	: Karbondioksit
ECA	: Emisyon Kontrol Alanı (Emission Control Area)
EEA	: Avrupa Çevre Ajansı (European Environmental Agency)
EF	: Emisyon Faktörü (Emission Factor)
EU	: Avrupa Birliği (Eupoean Union)
EMSA	: Avrupa Deniz Emniyeti Ajansı (European Maritime Safety Agency)
EPA	: Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency)
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of United Nations)
g	: Gram
GHG	: Sera Gazı (Greenhouse Gases)
GT	: Grostonilato (GrossTonnage)
h	: Saat (Hour)
HFO	: Ağır Yakıt (Heavy Fuel Oil)
HC	: HidroKarbon
ICCAT	: Atlantik Ton Balıklarının Koruma komisyonu (International Commision for the Conversation of AtlanticTunas)
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization)
MARPOL	: Denizlerin Gemilerden Kirlenmesinin Önlemesi Uluslararası Sözleşmesi (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)
MDO	: Deniz Tipi Dizel Yakıt (Marine Diesel Oil)
MGO	: Deniz Tipi Dizel Yakıt (Marine Gas Oil)

Km	: Kilometre
kW	: Kilovat (Kilowatt)
kwh	: Kilovatsaat (kilowatthour)
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğalgaz (Liquefied Natural Gas)
n	: Makine Devri
NO _x	: Azot Oksitler (NitrogenOxides)
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
O ₂	: Oksijen
O ₃	: Ozon
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
P	: Makine Gücü
PM	: Partikül Madde (Particulate Matter)
rpm	: Dakikadaki Dönüş Sayısı (Revolutions per Minute)
SECA	: Sülfür Emisyonu Kontrol Alanı (Sulphur Emission Control Area)
SFOC	: Özel Yakıt Tüketimi Değeri (Specific Fuel Oil consumption)
SO _x	: Kükürt Oksitler (Sulfur Oxide)
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Programı)
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UAB	: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
URL	: Standart Kaynak Bulucu (Uniform Resource Locator)
VOC	: Uçucu Organik Madde (Volatile organic compound)
Σ	: Toplam Değer

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Sanayi devriminin etkisiyle 1800'lü yılların ikinci yarısından itibaren insan gücü yerini buhar tahrikli makinelerle bırakmıştır. Bu makinelerin işletimi için kullanılan fosil yakıtlar ise insanlığın pek de karşılaşmamış olduğu yeni bir kirlilik türü olan hava kirliliğine sebep olmaya başlamıştır. Emisyon gazları kaynaklı ilk olarak bilinen en büyük facia 1952 yılında Londra'da meydana gelmiş 3 hafta içerisinde yaklaşık 12000 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır (Polivka, 2018). Hava kirliliği Avrupa'da ve dünya çağında insan hayatı için en önemli risk faktörlerinden birisi olarak kabul edilmekte ve hava kirliliği yüzünden dünya çapında yaklaşık 7 milyon AB ülkelerinde yaklaşık 400 bin kişinin erken öldüğü saptanmıştır (EEA, 2018). Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü raporlarına göre 2050 yılında hava kirliliğinin çevresel tehditlerde ilk sırayı alacağını öngörülmektedir. (URL-1, 2019).

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) 2000, 2009 ve 2014 yıllarında yaptığı sera gazı çalışmalarında 2012 yılı itibarıyla denizyolu taşımacılığı kaynaklı CO₂ emisyonunun 796 milyon ton ile dünya CO₂ salınımının yaklaşık %2'sini oluşturduğunu raporlamıştır (GHG, 2014). Sera gazı emisyonlarının 1970 yılından beri düzenli olarak artış yönünde eğilim göstermesi de bu yönde bir tehdit oluşturmaktadır. Gemi kaynaklı emisyonlar ilk bakışta sadece deniz üzerinde etkili olacağı düşünülse de bu emisyonlar rüzgâr ve diğer etkenler aracılığıyla karadan yüzlerce kilometre içerilere etki edecek etkide emisyonlardır (Corbett, 2007).

Gemi kaynaklı emisyonlar ticari gemilerin yanı sıra Türkiye'de ve dünyada genellikle münhasır ekonomik sahada avcılıkla uğraşan balıkçı gemilerden de kaynaklanmaktadır. Balıkçı gemisi filosunun 1900'lü yıllara oranla gerek boy gerekse makine gücü olarak gitgide artan bir eğilime sahip olması (Parker, 2014) emisyon salınımında da artış gösteren bir grafik çizmesine sebep olmaktadır. Dünya üzerindeki gemi kaynaklı emisyonların yalnızca %30'unun 200 deniz millik alanın dışında olduğu da göz önünde bulundurulunca (Eyring, 2009) balıkçı gemisi kaynaklı emisyonlarında emisyon kirliliğinde katkısı olduğu görülmektedir.

Gıda ve Tarım Örgütü'nün raporlarına göre artan arz talep dengesi Balıkçılık endüstrisinin de bu yönde gelişmesine sebep olmuştur (FAO, 2018). Yine aynı raporda büyük balık avlanma alanları değerlendirildiğinde Karadeniz, Akdeniz, Güneydoğu Pasifik ve Güneybatı Atlantik stok miktarları açısından “sürdürülemez” olarak belirtilmiştir.

Türkiye’de 2017 yılı su ürünleri üretimi, 631 bin ton olarak gerçekleşmiş, bunun 354 bin tonu (%56,2) avcılıktan, 277 bin tonu (%43,8) ise yetiştiricilikten elde edilmiştir (TÜİK, 2018b).Yapılan avcılığınsa büyük kısmını orta ve büyük ölçekli balıkçı gemisi olarak kabul edilen 20 metreden büyük gemiler yapmaktadır. Bu gemilerin Türkiye’de mevcut balıkçı gemilerinin %5 inden daha az sayıda olmaları (BSGM, 2018) 20 metreden büyük balıkçı gemilerinin av gücünün göstergesidir.

Karadeniz bölgesi balıkçı gemileri ülkemizdeki balıkçı gemilerine oranı olarak yaklaşık %40’ını kapsamaktadır. Litre yakıt başına ortalama olarak Karadeniz’de 5,01 kg Marmara’da 1,2 kg Egede 1,74 kg Akdeniz’de ise 0,74 kg balık yakalandığı (Çiloğlu ve Yandı, 2017) ve ülkede yapılan toplam avcılığın %40’ından daha fazla bir oranının Doğu Karadeniz’de yapılıyor olması (TUİK, 2017) Doğu Karadeniz’in yoğun avcılık alanı ve dolayısıyla yoğun balıkçı gemisi kaynaklı emisyonla maruz kalmasına sebep olmuştur. Bunlara ek olarak Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz balıkçılık alanlarında sarf edilen toplam yakıtın yaklaşık %42’si Karadeniz’de, yaklaşık olarak %25’i de Marmara bölgesinde harcanmıştır (Çiloğlu ve Yandı, 2017). Marmara bölgesinde avcılık yapan gemilerin aynı zamanda Karadeniz’de de avcılık yapıyor olması bu iki bölgenin yakıt harcamasının dolayısıyla gemi kaynaklı emisyonlarının neredeyse %70’ini oluşturduğu hesaplanmıştır (Çiloğlu ve Yandı, 2017).

Balıkçı filolarının sürdürülebilir balıkçılık amacıyla izlenmesi sistemlerinin gelişimiyle gemilerden alınan veri sayısında artış ve bu verilerin değerlendirilmesi için her ülke bir veri tabanı oluşturmuştur. Balıkçı gemilerinin anlık hız ve makine gücüne göre geliştirilen metotlarla balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların takibi mümkündür. Emisyon oranları gemi jurnalleri kontrol edilip karaya çıkartılan balık ve yakıt arasında ilişki hesaplanarak da bulunabilir ancak bu yöntemlerde zayıflıklar mevcuttur (Coello vd, 2015).

Bu çalışmada Karadeniz’de av gücünün yüksek oranını oluşturan 20 metreden büyük balıkçı gemilerinin sezon boyunca hareketler T.C Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 12 metreden büyük tüm gemilere kurulan BAGİS aracılığıyla takip edilerek veriler “Aşağıdan Yukarı metodu” ile değerlendirilmiştir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışma ile ilgili genel bilgiler başlığında dünyada ve Türkiye'deki balık avcılığı ve Türkiye'de balıkçılığın uzaktan izlenmesi yöntemleri ile gemi kaynaklı emisyon türleri ve zararlarına ve emisyonlarla ilgili sınırlama ve kurallara değinilmiştir. İkinci bölümde yapılan çalışmalar başlığında çalışmanın kapsamından ve metottan söz edilmiştir. Üçüncü bölümde ise gemi kaynaklı emisyonlarla ilgili elde edilen veriler irdelenmiştir. Sonuç ve öneriler kısmında da konu ile ilgili değerlendirmeler yapılarak emisyon kontrolünün bu sistem aracılığıyla geliştirilmesi ile ilgili görüş ve öneriler sunulmuştur.

1.2. Dünya'da ve Türkiye'de Balık Avcılığı

Dünya balıkçı gemisi filosu, 2008 yılından beri nispeten sabit bir seyir göstermiş ve 2016 yılında yaklaşık 4,6 milyon gemiden oluşmuştur. Bu gemilerin %75'i Asya'da bulunmaktadır. Gemi sayısı bakımından Asya'yı; Afrika, Latin Amerika ve Karayipler, Kuzey Amerika ve Avrupa izlemektedir. Dünya'da 2016 yılında faaliyet gösteren gemilerin %61'ini motorlu gemiler oluşturmuştur. Motorlu balıkçı gemilerinin yaklaşık %86'sının gemi boyları 12 m'den daha azdır. Gemi boyları 24 m ve daha fazla olan balıkçı gemileri ise toplam filonun yaklaşık %2'sini oluşturmuştur (FAO, 2018a). FAO verileri 2016 itibariyle toplam su ürünleri üretiminin %53,2'si avcılıktan, bunun da yaklaşık %72'si denizel ortamdan avlandığını ortaya koymaktadır (Tablo 1). 2016 yılı itibariyle deniz ve okyanuslardan elde edilen toplam avcılık miktarı 79,29 milyon ton iken, bunun 0,301 milyon tonu Türkiye'ye aittir (FAO, 2016).

Tablo 1. Dünya ülkelere göre avcılık üretim miktarları (milyon ton) (FAO, 2016)

Ülkeler	AVCILIK		
	Deniz	İçsu	Toplam
Çin	15,246	2318	17,564
Endonezya	6,111	0,432	6,543
Hindistan	3,6	1,462	5,062
Vietnam	2678	0,108	2,786
ABD	4,897	0,022	4,92
Rusya	4,467	0,293	4,795
Peru	3,775	0,022	3,797
Bangladeş	0,627	1,048	1,675
Japonya	3,168	0,028	3,196
Türkiye	0,301	0,034	0,335
Diğer ülkeler	34,4251	5,866	40,286
Toplam	79,29	11,633	90,924

Türkiye’de de avcılık deniz ve iç su avcılığı olarak yapılmaktadır. Tablo 2’ de BSGM tarafından düzenli olarak alınan avcılık verileri incelenmiştir.

Tablo 2.Türkiyede avcılık kaynaklı su ürünleri üretimi 2000-2017 (ton) (BSGM, 2018)

Yıllar	Avcılık		Toplam
	Deniz	İç su	
2000	460.521	42.824	503.345
2001	484.410	43.323	527.733
2002	522.744	43.938	566.682
2003	463.074	44.698	507.772
2004	504.897	45.585	550.482
2005	380.381	46.115	426.496
2006	488.966	44.082	533.048
2007	589.129	43.321	632.450
2008	453.113	41.011	494.124
2009	425.275	39.187	464.462
2010	445.680	40.259	485.939
2011	477.658	37.097	514.755
2012	396.322	36.120	432.442
2013	339.047	35.074	374.121
2014	266.078	36.134	302.212
2015	397.731	34.176	431.907
2016	301.464	33.856	335.320
2017	322.173	32.145	354.318

Tablo 2’ de 2000-2017 yılları arasında avcılık kaynaklı su ürünleri üretimi gösterilmiştir Bu tabloya göre yıllar arasında küçük değişiklikler olsa da Türkiye’deki avcılık kaynaklı deniz balığı üretiminin her yıl yaklaşık olarak %90’ı denizlerden sağlanmıştır. Türkiye’deki avcılığın büyük bölümü ise %48 oranda Doğu Karadeniz’de gerçekleşmektedir (Ulukan, 2016). Doğu Karadeniz’de en çok kullanılan avcılık yöntemleri pelajik (deniz tabanına yakın yaşamayan) balıklar (özellikle hamsi ve çaça) için gırgır iken demersal (deniz tabanına yakın yaşayan) balıklar için trol avcılığı olmaktadır (TUİK, 2017). Türkiye’de deniz kaynaklı üretimin büyük bir kısmını oluşturan Gırgır avcılığında, sürü oluşturan pelajik balıkların etrafı gırgır ağı ile çevrilerek avcılık gerçekleştirilmektedir (Şahin vd, 2008).

Tablo 3. Avcılığı en fazla yapılan pelajik balık türlerinin avlanma miktarları (ton) (BSGM, 2018)

Yıllar	Hamsi	Sardalya	İstavrit	Palamut	Lüfer	Çaça
2000	280.000	16.500	22.200	12.000	4.250	7000
2001	320.000	10.000	26.180	13.460	13.060	1000
2002	373.000	8.684	26.482	6.286	25.000	2.050
2003	295.000	12.000	28.000	6000	22.000	6.025
2004	340.000	12.883	27.405	5.701	19.901	5.411
2005	138.569	20.656	27.518	70.797	18.357	5.500
2006	270.000	15.586	25.927	29.690	8.399	7.311
2007	385.000	20.941	32.021	5.965	6.858	11.921
2008	251.675	17.531	32.177	6.448	4.048	39.303
2009	204.699	30.091	28.268	7.036	5.999	53.385
2010	228.023	27.639	20.447	9.401	4.744	57.023
2011	228.491	34.709	25.010	10.019	3.122	87.141
2012	163.982	28.248	30.946	35.764	7.390	12.092
2013	179.615	23.919	28.424	13.158	5.225	9.764
2014	96.400	18.077	16.324	19.032	8.386	41.648
2015	193.492	16.693	16.664	4.573	4.136	76.996
2016	102.595	18.162	11.148	39.460	9.574	50.225
2017	158.094	23.426	12.985	7578	1.936	33.950

Tablo 3’de 2000-2017 yılları arasında ağı gırgır gemileri tarafından avlanan pelajik tür miktarları incelendiğinde avlanma miktarı olarak ilk sırayı daima hamsinin aldığı görülmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı 2017 yılında yapılan hamsi avcılığının %85’i Karadeniz’de %5 i Marmara’da %10 u ise Ege’de avlandığını açıklamıştır (BSGM, 2017). Bu durum göz önüne alındığında gırgır gemisi kaynaklı emisyonların Karadeniz’e etkisinin önemi artmaktadır. 2017 yılı itibarıyla Türkiye’de kayıtlı toplam 18.024 adet ruhsatlı balıkçı gemisi bulunmaktadır. Mevcut balıkçı gemilerinin boylarına göre dağılımları Tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4. Balıkçı gemilerinin boy dağılımı (BSGM, 2018)

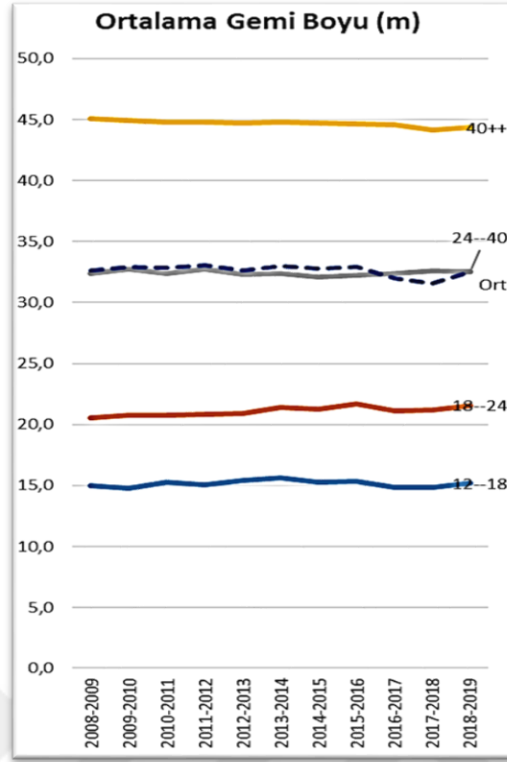
Boy Grubu (m)	Deniz(adet)	İçsu(adet)	TOPLAM(adet)
0-4,9	722	280	1002
5-7,9	9.258	2.042	11.300
8-9,9	3.139	199	3.338
10-11,9	749	24	773
12-14,9	517	59	576
15-19,9	288	14	302
20-29,9	461	0	461
30-49,9	265	0	265
50+	7	0	7
TOPLAM	15.406	2.618	18.024

Tablo 4' e göre 2017 yılı itibarıyla mevcut balıkçı gemilerinin %14'ü içsu geri kalan %86'sı ise deniz balıkçılığıyla uğraşmaktadır. Deniz balıkçılığıyla uğraşan gemilerin yaklaşık %5'ini ise 20 metreden büyük gemiler oluşturmaktadır. Balıkçılık sezonu öncesinde Tarım ve Orman Bakanlığı sorumlu il/ilçe müdürlüklerinden avcılık izinlerini alan gemilerin sayısı ve Karadeniz'de avcılık yapan aktif gemilerinin sayıları Tablo 5'te belirtilmiştir.

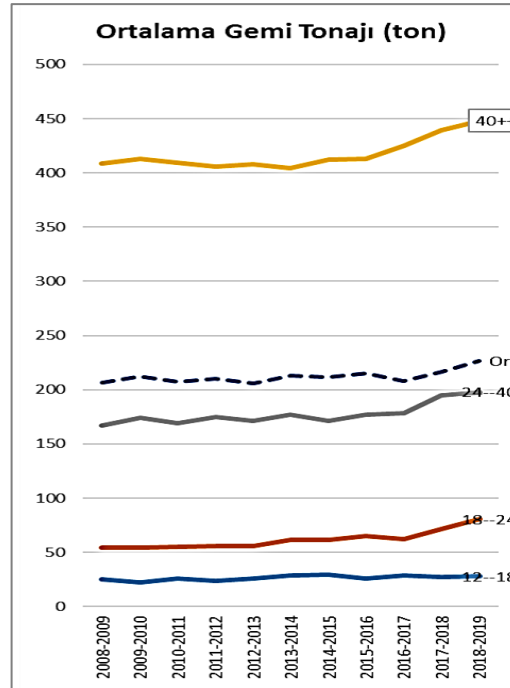
Tablo 5. 2011-2018 yılları arasında av izni alan gemi sayıları (BSGM, 2018)

Av sezonu	Av izni alan gemi sayısı	Karadeniz'de aktif gemi sayısı	%
2011/2012	301	122	40,53
2012/2013	269	69	25,65
2013/2014	285	152	53,33
2014/2015	283	96	33,92
2015/2016	292	170	58,22
2016/2017	268	130	48,51
2017/2018	257	139	54,09
Genel	1955	878	44,91

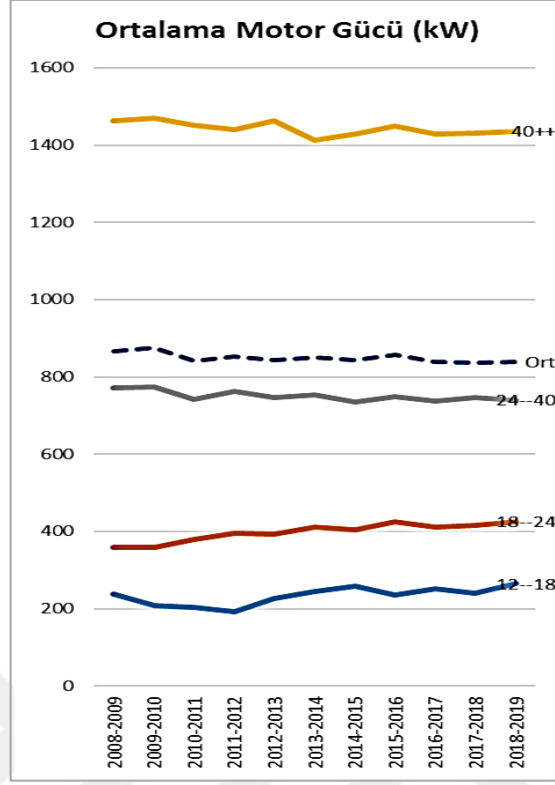
Tablo 5' teki verilere göre 2011-2018 yılları arasında av izni alan gemi sayısı 250 ile 300 gemi arasında değişmiş Karadeniz'deki gemilerin tüm av izni alan gırgır gemilerine oranında ise ilk sırayı %58,02 ile 2015/2016 av sezonu ikinci sırayı ise %54,09 ile 2017/2018 av sezonu almıştır. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere av izni alan gırgır gemilerinin av sezonunda ortalama olarak %50'si Karadeniz'de aktif avcılıkla uğraşmaktadır. Hamsi izni alan gemilerin ortalama gemi boyu makine gücü ve tonajının yıllara göre dağılımları Şekil 1, 2 ve 3 deki grafiklerde verilmiştir (BSGM, 2019).



Şekil 1. Av izni alan gırgır gemilerinin av sezonuna göre boy dağılımı (BSGM, 2019)



Şekil 2. Av izni alan gırgır gemilerinin av sezonuna göre tonaj dağılımı (BSGM, 2019)



Şekil 3. Av izni alan gırgır gemilerinin av sezonuna göre motor gücü dağılımı (BSGM, 2019)

2008-2009 ve 2018-2019 av sezonlarında av izni alan gırgır gemilerin dağılımları incelendiğinde 10 yıllık periyotta gemi boyunun ortalama değerinin 30-35 metre aralığında (Şekil 1) olduğu ortalama gemi motor gücünün 800-900 kW (Şekil 3) aralığında sabit olduğu görülmüştür. Gırgır balıkçılığıyla uğraşan gemilerin ortalama tonajı ise 200-225 ton (Şekil 2) arasında seyretmekte ancak 2014-2015 av sezonundan itibaren bu miktarın düzenli olarak arttığı görülmektedir.

1.3. Balıkçı Gemilerini Görüntüleme Sistemleri

1.3.1. Balıkçılığın Uzaktan İzlenmesi (VMS)

Balıkçı gemilerinin uzaktan izlenmesi, balıkçılık kaynaklarının sürdürülebilirliği ve korunması için ana gerek olan “denetim” ayağının temelini oluşturmaktadır. Karadan ve denizden sürdürülen bu sistem teknolojinin gelişmesi ve uyduların işin içine girmesi ile daha geniş kapsamlı hale gelmiştir. Bu amaçla eski sistemlere ek olarak uydu tabanlı

sistemler de uluslararası alanlarda kabul görmektedir. İlk bakışta denetim ve kontrol amaçlı görülen bu sistem ticari gemilere oranla daha güçsüz ve risk oranı yüksek gemiler olduğu göz önünde bulundurulunca anlık olarak pozisyon ve hız bilgisi alınan filonun emniyetinde de büyük rol oynamaktadır.

Gemi izleme sisteminin balıkçılık denetimine katkıları;

- Balıkçılığın izleme kontrol ve gözlemini daha düşük maliyetlerle güçlendirmesi.
- Denizde balıkçı gemilerinin seyir ve can emniyetine katkısı.
- Daha önce uygulanan denetim ve takip yöntemlerini geliştirilip katkıda bulunması.
- Belirlenen alanlar dâhilindeki gemi faaliyet ve olası yasak alan ihlallerinin belirlenmesi.
- Sürekli izlenen ve kapatılması çok zor bir sistem olduğu için caydırıcılığının yüksek oluşu.
- Sürekli takip ve kayıt altında olan bir sistem olduğu için oluşabilecek hukuki süreçler için bilgilerin mevzuata uygun muhafazasının sağlanabilmesi, olarak sıralanabilir.

İlk olarak 1988 yılında Portekiz’de kurulan balıkçı gemilerini izleme sistemi 1996 yılında Avrupa birliğinin 24 metre üzerindeki tüm balıkçı gemileri için zorunlu bir sistem haline gelmiştir (Gallagher, 2006). Balıkçı gemilerinin uydu tabanlı sistemlerle izlenmesine dair uluslararası düzenlemeler Genel Akdeniz balıkçılık komisyonu (GFCM), Atlantik Ton Balıklarını Koruma komisyonu (ICCAT) ve Avrupa Birliği (AB) düzenlemeleri olmak üzere 3 ana başlıkta incelenebilir.

GFCM kapsamında REC MCS-GFCM/33/2009/7 sayılı “Concerning Minimum Standarts for the establishment of a Vessel Monitoring System (VMS) in the GFCM Area ICCAT kapsamında “Recommendation by ICCAT Amending Recommendation 03-14 by ICCAT Concerning Minimum Standarts for the establishment of a Vessel Monitoring System (VMS) in the ICCAT Convention area (EC MCS- GFCM/33/2009/7).AB Kapsamında ise; Council Regulation (EC/1224/2009) Establishing a Community Control system for ensuring compliance with the rules of common fisheries policy” ve bu tüzüğün 9 uncu maddesine istinaden yayınlanan “Commission implementing regulation (EU) No 404/2011 8 April 2011 laying down detailed rules for the implementation of council

regulation (EC) No 1224/2009 establishing a Community control system for ensuring compliance with the rules of the common fisheries policy” başlıklı uygulama tüzüğüdür.

Türkiye’de balıkçı gemilerinin uydu tabanlı sistemlerle izlenmesinde yönelik uygulamalar yaklaşık 10 yıllık geçmişe sahiptir. Avrupa birliği müktesebatı uyum süreci ve ICCAT kapsamındaki yükümlülüklerimiz bağlamında 2007 yılında mavi yüzgeçli orkinos avcılığı yapan 86 av gemisi 2008 yılında düzenlemenin taşıyıcı gemileri de kapsayacak şekilde genişletilmesiyle 190 gemi bu sistemle izlenmiştir. Ayrıca ICCAT Uluslararası müşterek denetim programı kapsamında 2010-2016 yılları arasında av, çekici ve destek olmak üzere 349 balıkçı gemisi bu sistemle izlenmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan balıkçı gemilerini izleme sistem tebliğinin (Tebliğ No 2016/18) 2’inci maddesi gereğince denizlerde su ürünleri avlama ruhsatına sahip, boy uzunluğu 12 metre ve üzerinde olan tüm balıkçı gemilerine gemi izleme cihazı takılması ayrıca söz konusu cihaz ile elektronik seyir defteri ve avlanan su ürünleri kayıtlarının tutulmasının gerekliliği belirtilmiştir. Bu amaçla kurulan balıkçı Gemilerini izleme sistemi ile yaklaşık 1500 geminin takibi yapılmaktadır.

1.3.2.Balıkçı Gemilerini İzleme Sistemi (BAGİS)

Sürdürülebilir balıkçılık yönetiminin sağlamak amacıyla 1380 sayılı Su ürünleri kanununun 23. ve 28. Maddeleri ile Su ürünleri yönetmeliğinin 13. Maddesine dayanılarak kurulan bir sistem olan BAGİS denizlerde su ürünleri avcılığı yapan balıkçı gemilerinin kimlik, konum, zaman, hız, yön gibi seyir bilgileri ile avcılık faaliyetleri ve avlanan su ürünleri verilerinin ”GSM ve UYDU” iletişim araçları vasıtasıyla izlenmesini ve dijital ortamda kayıt altına alınarak toplanmasını sağlayan Tarım ve Orman Bakanlığına ait uzaktan takip sistemidir. BAGİS ülkemizde mevcut balıkçı gemilerinin %90’ını kapsayan 12 metre ve üzeri boydaki gemilerde zorunlu olarak kurulmuş bir sistemdir. BAGİS’e ait veri akış şeması Şekil 4’de görülmektedir.

organik maddeler (VOC), Karbondioksit (CO₂), Amonyak (NH₃) ve Metan (CH₄) olarak sıralanabilir. Çevreye verdikleri zararlar ise Tablo 6’ da belirtilmiştir (URL-3, 2019).

Tablo 6. Hava kirleticiler ve sebep oldukları kirlilikler (URL-3, 2019)

Atmosferik Problemler	SO ₂	NO _x	NH ₃	VOC	CO	CH ₄
Petrokimyasal Sis		+		+	+	+
Kış Sisi	+					
Asidifikasyon	+	+	+		+	
Ötrofikasyon		+	+			
İklim Değişikliği		+		+	+	+

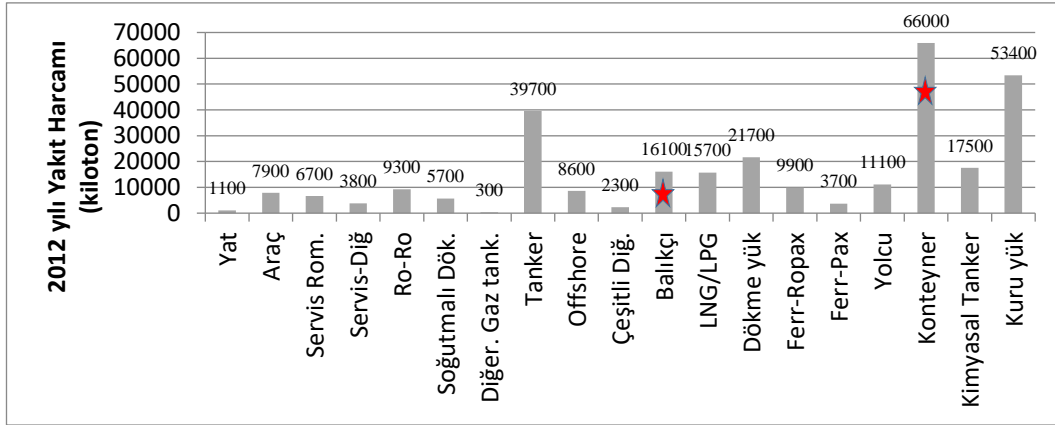
Gemilerde mevcut makineler de diğer yanma sistemlerinde olduğu gibi enerji üretimi için yakıt gereksinim duymaktadırlar. Mevcut makineler ana makine ve yardımcı makineler olarak iki sınıfa ayrılabilir. Ana makineler geminin genel seyri ve denizcilik tabiriyle pervanenin dönmesi için gerekli enerjiyi üretmekle yükümlüdür. Yardımcı makineler ise genellikle gemilerin elektrik ihtiyacını karşılarlar. Ticari gemilerin genelinden farklı olarak balıkçı gemilerinin yardımcı makinelerinde olduğu gibi Ana makinelerde de yakıt olarak HFO yerine MDO veya MGO (Marine Gas Oil) kullanılmaktadır. Makinelerden kaynaklı egzoz gazları incelendiğinde Hidrokarbon (HC), Karbon monoksit (CO), Karbondioksit (CO₂), Sülfür oksit (SO₂), Partikül Madde (PM) ve Nitrojen oksitler (NO_x) ana çıkış gazları olarak tespit edilir (Sinha vd, 2003). Havaya direkt olarak salınımı yapılmayan ancak salınımın yapılan gazların bileşiminden oluşan Ozon (O₃) ise endirekt ya da ikincil etkili zararlı gazlar sınıfındadır. Troposferik ya da yer seviye ozonu olarak da adlandırılan bu gaz NO_x ile uçucu organik bileşiklerin (VOC) tepkimesi sonucunda ortaya çıkar. Gemi ya da otomobil makineleri, endüstriyel kazanlar, rafineriler vb. oluşumlar tarafından yayılan gazların tepkimesinin ardından özellikle sıcak günlerde zararları en üst seviyelere çıkabilmektedir (URL-3, 2019).

Corbett ve arkadaşları (1999) yaptıkları çalışmada özellikle gemi kaynaklı emisyonların yaklaşık %85 inin kuzey yarımkürede olduğunu ortaya koymuşlardır. Yine aynı çalışmada ilk bakışta sadece denizel bölgelerde etkili olduğu düşünülse de egzoz emisyon gazlarının neredeyse %70’lik kısmının karadan 400 km mesafe içinde salındığı hesaplanmıştır. Mevcut ticaret filosunun ve diğer gemilerin 4/5’inin kıyıya yakın alanlarda seyir ve liman operasyonu yaptığı yapılan çalışmalarla ispatlamıştır (Corbett, 1999). Bu

durum genellikle kıyasal seyir yapan balıkçı gemisi kaynaklı emisyonlarının önemini ortaya koymaktadır.

1.4.1 Balıkçı Gemisi Kaynaklı Emisyon Türleri

Dünya üzerinde mevcut tüm gemi filolarında olduğu gibi balıkçı gemilerinde de seyir ve operasyonlar için gerekli ana enerji kaynağı fosil yakıtlardır (Coello vd, 2015). Diğer tüm yakıt türleri gibi fosil yakıtlar da emisyon salgılamaktadır. Gemilerin ana ve/veya yardımcı makinelerinin aktif olarak çalıştığı süreçlerde gemi kaynaklı yaklaşık 450 adet emisyon meydana gelmektedir (Andreoni vd, 2008). Bu gazların da yaklaşık olarak 40 tanesi zararlı gazlar sınıfındadır (NRDC, 2004). Ortaya çıkan kesin değerlerinin hesaplanması için gerekli parametrelerin çokluğuna rağmen emisyonlar genel olarak çevreye ve insan hayatına verdiği zararlar açısından değerlendirildiğinde en çok veri alınabilen veriler karbondioksit (CO_2), parçacıklı madde (PM), karbon monoksit (CO), metan (CH_4) kükürt oksit (SO_2) HC (hidrokarbonlar) olarak sınıflandırılabilir. IMO verilerine göre 2012 yılında ana emisyon kaynağı olan yakıt harcamı gemiler üzerindeki tüm emisyon salınımı yapan makinelerin (ana makine, yardımcı makine, kazan) toplam olarak 300500 kg.ton olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Bu yakıt harcaması sıralamasında ilk sırayı konteyner gemileri almıştır ve bu yakıt harcamında ana harcamacı olarak gemilerin ana makinesi olduğu bulunmuştur. Ancak dikkat çekici bir istatistik olarak IMO 2014 yılı sera gazı çalışmasında balıkçı gemilerinin 16100 kg.ton yakıt harcamıyla yaklaşık %8 lik farkla mevcut kimyasal tankerlerden sonra 6. Sırada yer aldığını, yolcu gemisi, LNG, RoPax ve FerryPax gemileri gibi yüksek makine gücüne sahip gemilerden daha fazla yakıt harcadığını ortaya koymuştur. Bu durum balıkçı gemilerinin ne kadar önemli bir emisyon kaynağı olduğunun göstergesidir.



Şekil 5. Tüm gemilerin 2012 yılı toplam yakıt harcamaları (IMO, 2014)

1.4.1.1. Karbondioksit (CO₂)

Oksijenden sonra fosil yakıt emisyon salınımlarında ilk sırada olan Karbondioksit gazları hava kirliliğinin ana etmeni olan sera gazlarında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle karbondioksit emisyonlarının ölçüm ve değerlendirilmesi hava kirliliğinin kontrolü için çözümler üreten kuruluşların öncelik sırasındadır. Denizler tarafından absorbe edilen karbondioksit aynı şekilde geri salınımı yapılarak gemi kaynaklı emisyonlara ek olarak bir karbondioksit kaynağı olarak da davranabilirler (Tyrell, 2008).

Karbondioksitin sebep olduğu bir diğer tehlike ise küresel ısınmanın şeytani ikizi olarak da adlandırılan okyanus asidifikasyonudur (Pelejero vd, 2010). Karbondioksit yaklaşık %50 oranında denizler tarafından emilmektedir (Millero, 1995). Fosil yakıtların kullanımı ile artan atmosferik karbondioksit okyanuslar tarafından tamponlanarak karbonik asite (H₂CO₃) dönüşmekte ve bu süreçte okyanus pH'ı değişerek denizel karbon kimyası bozulmaktadır (Doney vd, 2009). Bu durumun ileriki yıllarda artarak sürmesi ve sonucunda küresel sıcaklıkların da 2100 yılına kadar 2°C artması beklenmektedir (Guldberg vd, 2007). Artan okyanus asidifikasyonu; başta mercan resifleri olmak üzere, çift kabuklu yumuşakçaları ve kalsiyum tabanlı pek çok planktonu etkilemektedir. Düşen pH sebebiyle bu canlıların biyokimyası bozulmakta ve nesli tehlikeye girmektedir (Fabry vd, 2008; Orry vd, 2005). Karbon salınımı ile ilgili gerekli adımların atılmaması halinde, küresel ısınmaya paralel gerçekleşen okyanus asidifikasyonu ile besin zincirinin de geri dönülemez zararlar görmesi olasıdır. Uluslararası denizcilik örgütü (IMO) 2014 yılında yaptığı sera gazı çalışmasında (IMO, 2014) denizcilik kaynaklı karbondioksit gazının 2050 yılına kadar planlanan artışının “önemli” seviyede olduğunu ve bu oranının yaklaşık olarak

%50 ile %250 arasında olacağını öngörmüştür. Yapılan istatistiki çalışmalar CO₂ emisyonunun sektörler arası dağılımını ortaya koyduğunda Elektrik ve ısı Üretimi (%42), Taşımacılık (%24), Endüstri (%19), Binalar (%8), Diğer (%7) olarak sıralanmıştır. (URL-4, 2019).

1.4.1.2. Kükürtoksit (SO₂)

Azot ve su ile birlikte birleştiğinde en bilindik etkileri asit yağmurları olan kükürtoksitler Dünya’da özel salınım alanlarının oluşturulması örneklerinden de anlaşılacağı üzere kullanılan fosil yakıt içerisindeki orana göre değişmektedir (Lyyränen vd, 1999). Karbondioksit emisyonları gibi kükürtoksit emisyonları da neden oldukları asit yağmurları nedeniyle toprakta ve yaşam alanlarında asitliği artırarak olumsuz etkiye sebep olmaktadır (Andreoni vd, 2008). Bunlara paralel olarak emisyonu kaynaklı kirliliklerin insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Corrbet vd, 2007). Gemi yakıtlarında hesaplanan kükürt miktarı yıllar içerisinde değişse de %2,41-2,65 aralığında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Smith vd, 2014).Kullanılan yakıttaki oranına bağlı olması sebebiyle Kükürt oksit emisyonu üretici veya kullanıcı tarafından diğer gazlara oranla kontrol edilebilir bir emisyondur.

1.4.1.3. Karbonmonoksit (CO)

Balıkçı gemilerinin hemen hepsinin ana yakıtı olarak bilinen dizel yakıtların ana makinelerin yanma odasındaki havayla tepkimesine bağlı olarak değişkenlik gösteren bir gazdır. Karbonmonoksitin insan sağlığına etkileri olarak solunum yetmezliği, sinir sisteminde hasar oluşumu, kalp hastalıklarına yol açma gibi etkileri Dünya Sağlık Örgütü’nün raporlarında yer almıştır (WHO, 2003). Bahsekonu diğer sera gazları gibi küresel ısınmanın sebeplerinden birisi olarak kabul edilmektedir.

1.4.1.4. Partikül Madde (PM)

Partikül madde emisyonu da fosil yakıt kullanan araçlar sebebiyle karşılaşılan sıkıntılardan biridir (Shah vd, 2004). Özellikle dizel motorlar önemli miktarda partikül madde yaratmaktadırlar (Wu vd, 2010). Balıkçılık gemilerinin partikül madde emisyonları

ile alakalı pek çok çalışma yapılmış olup çevresel kirliliğe etkisi vurgulanmıştır (Wu vd, 2010; Lin vd. 2011; Zhang vd., 2018).Partikül madde yapısı itibarıyla küresel ısınma ve soğuma üzerinde etkilidir. (Lauer vd, 2007).Yapılan çalışmalar balıkçılığın yoğun olduğu Avrupa kıtası ve Asya kıtasında partikül maddenin 50 binden fazla insanın ölümüne sebebiyet verdiğini kanıtlamıştır (Corrbet vd, 2007). Boyutlarına göre 2,5 ve 10 mikron olarak sınıflandırılan partikül maddelerden Dünya sağlık örgütü raporlarına göre 2,5 mikron olan PM_{2,5} daha zararlıdır (WHO, 2003).

1.5. Gemi Emisyonlarına Getirilen Düzenleme ve Kurallar

Dünya üzerindeki mevcut gemilerin %1'i dışındaki tüm gemilerin dizel makine kullandıkları (Trozzi, 2011) göz önüne alınırsa gemi kaynaklı emisyonların da dizel yakıt kaynaklı olduğu ortaya çıkmaktadır. Dizel yakıt kaynaklı emisyonların oluşumu, zararları ve zararların önlenmesi amaçlı bölgesel ve uluslararası düzenleme ve kurallar aşağıda belirtilmiştir.

1.5.1. MARPOL EK VI

IMO gemi kaynaklı kirlilikten çevreyi korumak amacıyla MARPOL 73/78 (Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi) sözleşmesini yayınlamıştır. Bu örgüte taraf ülkeler tarafından kabul edilen MARPOL sözleşmesi dünyadaki teknolojik gelişmeler doğrultusunda devamlı olarak yenilenen bir sözleşme olup 6 ekten oluşmaktadır. Konumuz olan Gemi kaynaklı hava kirliliğiyle ilgili düzenleme ve kurallar MARPOL sözleşmesinin 6. eki içerisinde yer almaktadır. Bu ek 19 Mayıs 2005 tarihinde yayınlamış ve üye devletler tarafından kabul edilmiştir. EK VI olarak bahsedilecek olan Gemi kaynaklı hava kirliliğinin önlenmesi sözleşmesi aşağıda verilen 23 ayrı düzenlemeye sahiptir (URL-5, 2019).

- * Düzenleme 1 Uygulama
- * Düzenleme 2 Tanımlar
- * Düzenleme 3 İstisnalar
- * Düzenleme 4 Eşdeğerlikler
- * Düzenleme 5 Sörveyler

- * Düzenleme 6 Bir sertifikanın verilmesi veya kabul edilmesi
- * Düzenleme 7 Diğer bir yetkili kuruluş tarafından sertifika verilmesi
- * Düzenleme 8 Sertifikanın şekli
- * Düzenleme 9 Sertifikanın süresi ve geçerliliği
- * Düzenleme 10 İşletme hususunda liman devleti kontrolleri
- * Düzenleme 11 İhlallerin tespiti ve uygulama
- * Düzenleme 12 Ozon tabakasını inceltici maddeler
- * Düzenleme 13 Azot oksitler
- * Düzenleme 14 Kükürt oksitler ve Partikül maddeler
- * Düzenleme 15 Uçucu organik bileşikler
- * Düzenleme 16 Gemide Yakma
- * Düzenleme 17 Kabul tesisleri
- * Düzenleme 18 Yakıtta erişilebilirlik ve kalitesi
- * Düzenleme 19 Gemiler için enerji etkinliği düzenlemeleri
- * Düzenleme 20 Sağlanan enerji etkinliği dizayn indeksi
- * Düzenleme 21 İstenen enerji etkinliği dizayn indeksi
- * Düzenleme 22 Gemi enerji etkinliği yönetim planı
- * Düzenleme 23 Gemilerde enerji etkinliğinin geliştirilmesi amacıyla teknik işbirliğinin teşviki ve teknoloji transferi.

Yukarıda belirtilen 13. ve 14. alt başlıklar gemilerin kullandıkları yakıt kaynaklı emisyonları konu almakta ve kurallar çerçevesinde salınım için düzenlemeler getirmektedir. Bu düzenlemeler sayesinde gemi kaynaklı kükürtoksit, azotoksit ve partikül madde salınımlarında azalma sağlanması amaçlanmaktadır. IMO tarafından belirlenen genel kirlilik limitlerinin yanı sıra aynı örgüt daha düşük oranda emisyon salgılanması gerektiğini planladığı özel emisyon alanları ve limitlerini belirlemiştir. Buna göre ECA (Emission Control Area) olarak belirtilen alanlarda azot oksit ve sülfür oksit için düşük limitler belirlenmişken SECA yani SO_x ECA olarak belirtilen alanlarda ise yalnızca kükürt oksit için düşük salınım limiti olan alanları belirtmiştir. Belirlenen bu alanlar aşağıda belirtilmiş ve Şekil 6'da gösterilmiştir.

- Baltık Denizi SECA, kabul 1997 yürürlüğe giriş 2005
- Kuzey Deniz SECA, 2005-2006 yılında kabul edilmiştir.
- Kuzey Amerika ECA 2011-2012 yılında kabul edilmiştir.

- Karayipler, Porto Riko ve Virgin Adaları (ECA), 2011-2014 tarihlerinde kabul edilmiştir.



Şekil 6. Mevcut ve olması tartışılan emisyon kontrol alanları (URL-6, 2019)

Balıkçılık gemilerinde gaz emisyonlarının büyük çoğunluğunu oluşturan emisyon tipleri ve ECA bölgesiyle ilgili IMO tarafından belirlenen düzenlemeler aşağıda verilmiştir.

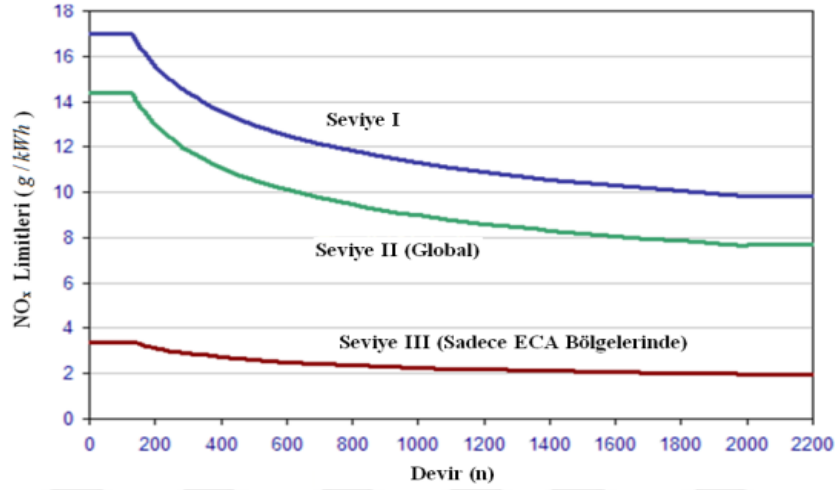
1.5.2. Azotoksit Emisyonu ile İlgili Düzenleme

MARPOL 73/78 yürürlüğe girdikten sonra yaptığı düzenlemelerden bir tanesi de gemi yakıtı kaynaklı emisyonlardan biri olan azot oksit (NO_x) gazıyla ilgili 2008 yılında yaptığı 13 numaralı düzenlemesidir. Bu düzenleme başlığı altında NO_x Teknik Kodu yayımlayan IMO gemileri yapım yılı ve makine devir sayıları altında aşağıda Tablo 7'de belirtildiği gibi sınıflandırmıştır.

Tablo 7. IMO NO_x limitleri (IMO, 2008)

Tier	Gemi yapım tarihi	Toplam ölçülen emisyon limit (g/kWh)		
		n= makine devir sayısı (rpm)		
		n<130	n=130-1999	n≥2000
I	1 Ocak 2000	17.0	$45 \cdot n^{(-0.2)}$ 720 rpm – 12.1	9.8
II	1 Ocak 2011	14.4	$44 \cdot n^{(-0.23)}$ 720 rpm – 9.7	7.7
III	1 Ocak 2016	3.4	$9 \cdot n^{(-0.2)}$ 720 rpm – 2.4	2.0

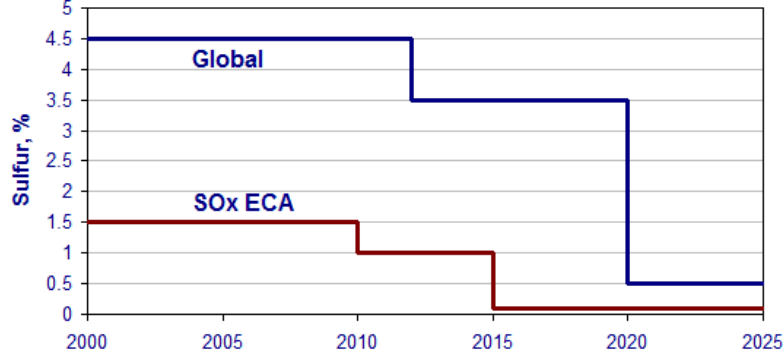
Tablo 7’de de belirtildiği üzere ECA bölgesi içinde seviye1 limitleri 1 Ocak 2000’den sonra inşa edilen seviye 2 limitleri 1 Ocak 2011’den sonra inşa edilen Seviye 3 limitleri ise 1 Ocak 2016’dan sonra inşa edilen gemilerin uyması için gerekli limitleri belirtmiştir. Aşağıdaki şekilde ise Tablo 8’de belirtilen değerlerin grafik gösterimini anlatan bir grafik çizilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Azot oksit limit değerleri (McGill vd. 2013)

1.5.3. Kükürtoksit Emisyonuyla İlgili Düzenleme

MARPOL 73/78 yürürlüğe girdikten sonra yaptığı düzenlemelerden bir diğeri isegemi yakıtı kaynaklı emisyonlardan SO_x gazıyla ilgili ilk olarak 2005 yılında yaptığı 14 numaralı düzenlemesidir. Bu tarihte yapılan düzenlemeye göre bölgeye göre yakıtın içeriği %4,5 oranından fazla kükürt içermeyecektir. 1 Ocak 2012 tarihinde revize edilen düzenleme kükürt oranını %3,5’e düşürmüştür. IMO kükürt oranının 1 Ocak 2020 tarihi itibarıyla %0,5’e kadar düşürülmesi çalışmalarını yapmaktadır. Aşağıda belirtilen bir diğer tabloda ise yakıt kükürt içeriklerinin yıllara göre ve planlanan değişimleri gösterilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Kükürt oksit limitleri (URL-7, 2019)

1.5.4. Gemi Egzoz Gazı Emisyonlarında Türkiye'deki Kural ve Uygulamalar

Marpol 73/78 Ek 6 uygulamaları 4 Şubat 2014 yılından itibaren yürürlüğe girerek sözleşmenin kabulünün ardından ülkemiz MARPOL EK 6 uygulamalarıyla ilgili denetleme ve yaptırım hakkını elde etmiştir. Ayrıca Resmi gazetede yayınlanan 6 Ekim 2009 tarih ve 2009/15478 sayılı “Bazı Akaryakıt Türlerindeki Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik” uyarına MARPOL EK 6 uygulamalarına paralel olarak yakıt kükürt oranlarının azaltılmasına ilişkin düzenlemeler yapılmıştır.

Bu düzenlemeye göre 1 Ocak 2012 tarihi itibarıyla;

- İç sularda faaliyet gösteren gemilerin ve rıhtımdaki gemiler için kükürt limiti maksimum %0,1
- Tüm yolcu gemileri maksimum % 1,5

Kükürt içeriği olan yakıt kullanmasın müsaade edilmiştir. Bunlara ek olarak limanda iki saatten az kalan gemiler için maksimum %1,5 kükürt içeren yakıt uygulaması geçerlidir.

Birleşmiş Milletlerin 2015 yılında yayımladığı rapora göre yaklaşık 6500 doğal afetin %90'undan fazlasının iklim değişikliği kaynaklı olduğu 1995 yılından bu güne kadar 600 binden fazla insan hayatını kaybettiği belirtilmiştir. (URL-8, 2019). İklim değişikliğine karşı alınacak önlemlerin başında gelen düşük karbon kullanımı tüm dünyada kabul edilen bir uygulama olup Türkiye'de bu programlar kapsamında gerekli önlemleri almak için girişimlerde bulunmaktadır.

Türkiye 1985 yılında ozon tabakasının incelten maddelerin azaltılması için dünyada

kabul edilen Viyana sözleşmesine ve bu maddelerin kullanım ve üretiminin kontrolünü sağlamak amacıyla 1987 yılında kabul edilen Montreal protokolüne 1991 yılında taraf olmuştur. Bu protokol Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin (BMİDÇS) oluşturulması için çok önemli bir yere sahip olarak kabul edilmektedir. 2016 yılında yapılan son toplantıda 2040 lı yıllardan itibaren protokole taraf ülkelerin zararlı gazlar olarak eklenen hidroflorokarbonların %85 oranında azaltılması anlaşmasında varmış bu durum sonucun da 22 yüzyıldan itibaren küresel ısınmanın artışında 0,5°C'lik azalma için önlemlerin alındığı planlanmaktadır. 2016 yılında yapılan değişiklik 2019 yılında yürürlüğe girmiştir (URL-9, 2019).

İklim değişikliğiyle mücadele için ana hukuki temellerin oluşturulması Birleşmiş Milletler İklim değişikliği çerçevesi için gerekli olan bilimsel çatı 1988 yılında Birleşmiş Milletler çevre programı ve Dünya Meteoroloji örgütünün birlikte oluşturduğu İklim değişikliği panelinde iklim değişikliği üzerindeki insan kaynaklı etki olarak belirtilmiştir (URL-9, 2019). Küresel ısınmanın iklim üzerine etkilerinde insan kaynaklı çalışmalarında 1992 yılında Birleşmiş Milletler çevre ve kalkınma konferansında imzalanması önerilen BMİDÇS 1994 yılında yürürlüğe girmiş ve Türkiye bu sözleşmeye 2004 yılında katılmıştır. BMİDÇS'ye 196 ülke taraftır.

Sera gazı emisyonlarının tüm dünyada etkisinin azaltılması amacıyla imzalanan temel sözleşme olan Birleşmiş Milletler İklim değişikliği çerçeve sözleşmesini güçlendirmek amacıyla üye ülkelerin yaptıkları tartışmaların ardından 197 yılında Kyoto protokolü kabul olmuş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Kyoto protokolünü Türkiye 2009 yılında taraf olarak imzalamıştır. Bu protokole göre taraf ülkeler mevcut sera gazı emisyonlarının azaltımı için taahhütler sağlamakla yükümlüdürler. İlk 2008 ve 2012 yıllarını kapsayan birinci taahhüt döneminde ülkeler sera gazı emisyonlarını 1990 yılından %5 ikinci taahhüt (2013-2020) döneminde ise 2020 yılında kadar %18 azaltmayı kabul etmişlerdir. Ancak Kyoto protokolü kabul edildiğinde Türkiye bu listelerde olmadığı için belirtilen taahhütlere taraf değildir (URL-9, 2019).

BMİDÇS kapsamında 2020 yılı sonrasındaki iklim değişikliğine karşı önlemlerin çatisını oluşturan Paris anlaşması BMİDÇS den farklı olarak anlaşmaya taraf bütün ülkelerin katkılarının alındığı bir sistemle 4 Kasım 2016 tarihinde 55 tarafın onaylaması koşuluyla yürürlüğe girmiştir. 22 Nisan 2016 tarihinde Türkiye diğer 175 ülkeyle birlikte Paris anlaşmasına taraf devlet olarak imzalamıştır.

1.5.5. Gemi Egzoz Gazı Emisyonlarında Bölgesel Uygulamalar

MARPOL EK 6 düzenleme ve limitlerine ek olarak bazı ülkeler kendi kural ve limitlerini yürürlüğe koymuştur. Bu uygulamalardan bir tanesi Avrupa Birliği'nin 1999/32/EC kararıyla yapılan düzenlemesidir. Bu düzenleme uyarınca 1 Ocak 2015 ve 1 Ocak 2020 tarihleri arasında geçerli olmak üzere Tablo 8'de gösterilen yeni limitler belirlenmiştir.

Tablo 8. Gemi yakıtları kükürt içeriğinin Avrupa Birliği kriterleri (EMSA, 2014)

Şartlar	ECA bölgesi (AB sınırları içinde)	ECA bölgesi dışında (AB sınırları içinde)
Limanda ve/veya Demirli iken	%0,1	%0,1
Yolcu Gemileri	%0,1	%1,5
Diğer Gemiler	%0,1	%3,5

Tablo 8'de belirtildiği gibi ECA bölgesi Avrupa Birliği sınırları içerisinde tüm gemiler ve durumlar için %0,1 kükürtlü yakıt kullanma zorunluluğu bulunmaktadır. AB sınırları içinde ancak ECA bölgesi dışında kalan gemiler için ise uygulama Limanda veya demirli iken %0,1 düzenli sefer yapan yolcu gemileri için %1,5 diğer gemiler için ise %3,5 olarak belirlenmiştir.

Amerika'da ise Kaliforniya eyaletinde Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu'nun (CARB) 13/ 2299-2 kararına göre Kaliforniya kıyılarına 24 deniz mili uzaklıktan itibaren geçerli olan yeni limitler belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Gemi yakıtları kükürt içeriğinin CARB kriterleri (CARB, 2009)

Uygulama Başlangıç tarihi	Marine GasOil (DMA tipi)	Marine Diesel Oil (DMB tipi)
Temmuz 2009	%1,5	%0,5
Ağustos 2012	%1,0	%0,5
Ocak 2014	%0,1	%0,1

Kaliforniya sahillerinde 24 mil içerisinde seyir yapan veya limana yanaşan gemiler için yapılan düzenlemelere göre 1 Temmuz 2009 tarihinden itibaren MGO için Kükürt limit %1,5 MDO için %0,5, 1 Ağustos 2012 tarihinden itibaren bu limit MGO için %1,0

MDO için ise %0,5, 1 Ocak 2014 tarihinden itibaren ise MDO ve MGO için limitler Dünya 2020 limit hedefi olan %0,1 olarak belirlenmiştir.

1.5.6 Emisyon Hesaplama Yöntemleri

Egzoz emisyonlarının hesaplanmasında kullanılan iki yöntemden birisi Tümdengelim diğeri ise Tümevarım yöntemidir. Tümdengelim yöntemi litaretürde “yukarıdan aşağı” tümevarım yöntemi ise “aşağıdan yukarı” yöntemi olarak adlandırılmaktadır.

- Yukarıdan Aşağı (Top Down) yöntemi

Emisyon değerlerinin hesaplanmasında gemilerin toplamda harcadığı yakıt miktarını baz alan bir yöntemdir. Yakıt tipi, geminin bulunduğu kondisyon (manevra, seyir, liman) ve makine tipine göre belirlenen emisyon miktarları esas alınarak kullanılan formüllerle emisyon miktarına ulaşılır. Hesaplanacak olan emisyon miktarı, formülde kullanılacak olan değerlerin ayrıntısına göre 3 farklı seviyede hesaplanmaktadır.

Birinci seviye; Bu yöntemde emisyon miktarının belirlenmesi için yakıt türü, tüketim miktarı ve yakıt tipine bağlı emisyon miktarı kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılır.

$$E_i = \sum_m (FC_m \times EF_{i,m}) \quad (1)$$

E_i : emisyon türüne göre ortaya çıkan toplam emisyon miktarı (kg)

FC_m : yakıt tüketim miktarı (ton)

$EF_{i,m}$: yakıt türüne göre emisyon faktörü (kg/ton)

m : yakıt türü

İkinci seviye; İkinci seviye yöntemi de birinci seviye yöntemi gibi yakıt tüketimi esaslı bir yöntemdir. Bu yöntemde birinci seviye yönteme ek olarak değerlendirme yapılırken makine cinsi ve yakıt türünün kullanılan yerlere göre özellikleri hesaba katılmaktadır. Seviye 2 formül ve içeriği aşağıda belirtilmiştir.

$$E_j = \sum_m \sum_j ((FC_{m,j} \times EF_{i,m,j})) \quad (2)$$

- E_i : yıllık emisyon miktarı (ton)
 FC_m : makine tipine göre tüketilen yakıt türü
 $EF_{i,m}$: yakıt türüne göre emisyon faktörü (kg/ton)
 m : yakıt türü (MDO, MGO, HFO)
 j : makine tipi (düşük devir, orta devir, yüksek devir)

Üçüncü seviye; Birinci ve ikinci seviye yaklaşımlarla paralel olarak yakıt tüketimini esas alan bu yaklaşımda diğer yöntemlere ek olarak egzoz gazı emisyonları gemilerin çalışma koşullarına göre hesaplanmaktadır. Gemilerin kondisyonları seyir, manevra ve liman koşulları olarak ele alınıp bu koşullar altında hesaplanması yapılmaktadır. Üçüncü seviye yöntemi için kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$E_{sefer} = E_{liman} + E_{seyir} + E_{manevra} \quad (3)$$

$$E_{trip} = \sum_p (FC_{j,m,p} \times EF_{i,j,m,p}) \quad (4)$$

- E_{trip} : seferdeki emisyon miktarı (ton)
 FC : harcanan yakıt miktarı (ton)
 EF : emisyon faktörü (kg/ton)
 m : yakıt türü (MDO,MGO,HFO)
 j : makine tipi (Düşük devir,orta devir,yüksek devir)
 i : emisyon türü
 p : gemi çalışma kondisyonu (liman, manevra ,seyir)

- Aşağıdan Yukarı (Bottom up) yöntemi

Aşağıdan yukarı (tümevarım) yöntemi yukarıdan aşağı yönteminden farklı olarak gemilerin sahip olduğu toplam makine gücünü, çalışma şartlarını (liman, manevra, seyir) ve bu şartlarda toplam harcadığı süreyi temel almaktadır. Bu yöntemde hesaplama için kullanılan emisyon faktörleri birim.saat hesabına göre kullanılmaktadır. Diğer yöntemlere

kıyasla daha özelliikli hesaplamalar sağlayan Aşağıdan yukarı yöntemi emisyon hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$E_{trip,i,j,m} = \sum_p (T_p \times \sum_e (P_e \times LFe \times EF_{i,j,m,p})) \quad (5)$$

E_{trip}	: seferdeki emisyon miktarı (ton)
FC	: harcanan yakıt miktarı (ton)
LF	: makine yük faktörü (ana,yardımcı)
EF	: emisyon faktörü (g/kWh)
P	: makine gücü (ana makine, yardımcı makine)
m	: yakıt türü (MDO,MGO,HFO)
J	: makine tipi (Düşük devir,orta devir,yüksek devir)
İ	: emisyon türü
P	: gemi çalışma kondisyonu (liman, manevra ,seyir)
T	: zaman (saat)

“ T ” seyir süresi bilinmeyen durumlarda seyir süresi aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$T_{seyir} = \frac{X}{V} \quad (6)$$

T_{seyir}	: seyir süresi (saat)
X	: toplam seyir mesafesi (km)
V	: ortalama seyir hızı (km/saat)

1.6. Benzer Çalışmalar

Literatür incelendiğinde gemilerin uzaktan izleme sistemi ile veri setleri oluşturulup yaydığı emisyonları ortaya koyan çalışmaların mevcut olduğu görölmüştür. Bu tür çalışmalar dünya üzerinde yaygın olarak yapılıyor olsa da genel olarak büyük makine güçlerine sahip gemiler ve/veya gemi trafik yoğunluğunun fazla olduğu limanlar ve boğaz bölgeleri ile ilgili çalışmalara ağırlık verildiği görölmüştür. Egzoz gazı emisyonları; tarım,

taşımacılık, sanayi gibi bütün büyük sektörlerin ortak alanındadır. Uluslararası Denizcilik örgütü 2009 yılında 3. Sera gazı toplantısında CO₂ gazının tanımlanan gazlar içerisinde sera gazı etkisinin yaklaşık olarak %60' ını oluşturduğunu belirtmiştir. Yine aynı toplantıda kara taşıtları kaynaklı emisyonların deniz kaynaklı emisyonların yedi katından fazla olduğu yayınlanmıştır (IMO, 2009).

Endresen vd. (2003) yaptıkları çalışmada uluslararası deniz taşımacılığı kaynaklı emisyon ve çevresel etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Çevresel etkilerinin yoğun olduğunu düşündükleri gemi kaynaklı NO_x, SO_x, CO, CO₂ ve VOC gazlarının salınımına yol açan yük ve yolcu gemileri üzerinde çalışmak için detaylı bir modelleme oluşturmuşlardır. Bu çalışma için kullanacakları veri seti için AMVER (Automated Mutual-Assistance Vessel Rescue System-Otomatik Karşılıklı Yardımlaşma Gemi Kurtarma Sistemi) sisteminin kullanılmasının uygun olduğunu bulmuşlar ve atmosfere etkisinin hesaplanması için de COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set-Uluslararası Kapsamlı Okyanus-Atmosfer Veri Seti) verilerini kullanmışlardır. Çalışmada kullanılacak yaklaşık 20-30m'den büyük 45000 ticari geminin DWT (Dead weight ton) ve makine güçleri ile yakıt harcamına etkisi olan makine devir sayılarını da modelleme sistemlerinin içine alarak geniş kapsamlı bir çalışma tamamlamışlardır. Ana emisyon kaynakları olan NO_x, SO_x yoğun ticaret rotalarında daha fazla ortaya çıktığını hesaplamışlardır. İkincil kirletici gazlar olarak geçen ozon ve sülfatı ise özellikle orta ve yüksek kuzey enlemleri civarında mevsimsel olarak değişim gösterdiğini ve benzer şekilde yoğun trafik alanları dışındaki Atlantik ve Pasifik okyanusu gibi geniş alanlarda da yayılım gösterdiğini bulmuşlardır. NO_x gazı azaltımının okyanus alanlarında ozon azaltımında kuzey denizi gibi okyanustan daha uzak alanlara kıyasla daha etkili olacağı belirtilmiştir. Bu konunun daha önce 1996 yılında IPCC'de (intergovernmental panel on climate change) gündeme getirildiği ancak Kyoto protokolünde yer verilmediği vurgulanmıştır.

Deniz ve Durmuşoğlu (2008) Marmara bölgesindeki gemi kaynaklı emisyonların hesaplanması çalışmalarında 2003 yılında Marmara denizinde seyir yapan, limanlarda operasyon yapan ve boğazlardan geçiş yapan gemilerin emisyonlarını aşağıdan yukarı metodunu kullanarak yapmışlardır. Bu çalışmalarda veri olarak gemilerin ana makine tipi, yakıt tipi, seyir süresi, seyir hızı, operasyon sürelerini dikkate almışlardır. Çalışmalar sonucunda hesapladıkları egzoz gazı değerleri ile (CO₂, NO_x, SO₂, CO, VOC ve PM) Türkiye'deki toplam gaz değerlerini kıyaslamışlar ve sonuç olarak; Marmara bölgesindeki gemi kaynaklı emisyonların Türkiyedeki NO_x emisyonlarının %11'ini CO emisyonlarının

%0,1'ini PM emisyonlarının ise %0,12'sini karşıladığını bulmuşlardır. Tümevarım yöntemi kullanıldığında ise Marmara bölgesindeki gemi kaynaklı emisyonların karayolu emisyonlarından NO_x in %46' sını PM in %25'i ve CO nun %1,5' ine denk geldiğini ortaya çıkarmışlardır. Çalışmada bu emisyonların, toplam havayolu ve demiryolu emisyonlarından daha yüksek değerde olduğu da hesaplanmıştır.

Perez vd. (2009) AIS sistemi kullanarak gemi emisyonlarının tahmini amaçlı yaptıkları çalışmada Teksas eyalet sularındaki gemilerin trafiğini incelemişlerdir. Bu trafik incelenirken Teksas eyalet sınırından 9 millik bir alan coğrafi bilgi sistemi yardımıyla haritalandırılmış ve veriler bu alan içerisinde toplanmıştır. 2007 yılındaki tüm gemi trafiği ve gemilere ait hız, durum (seyir, liman, demirleme), liman varış kalkış saatleri sisteme aktarılmış ve 2919 ayrı gemi 545141 hareket ve 82355 transit geçiş hareketi sisteme aktararak değerlendirilmiştir. Emisyon hesaplamalarında ise “yukarıdan aşağı metodu” kullanılarak geminin makine gücü belirlenmiş alana giriş çıkış zamanları formüle edilmiş ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Sonuç olarak daha büyük gemilerin yoğun giriş çıkış büyük limanlarda AIS verilerinin çoğunluğu temsil ettiğini ortaya koymuşlardır. Bu durumun aksine daha küçük ve veri alım noktalarının az olduğu limanlarda romörkör gibi daha küçük sınıftaki gemilerin verilerinin bazı limanlarda yalnızca %7 oranında kaldığının ve bu durumun geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Kılıç (2009) Marmara bölgesinde yaptığı çalışmada Gemi kaynaklı emisyonların hesaplanması için AIS tabanlı bir sistem kullanıp hava kirliliği model çalışmalarına temel sağlayacak bir çalışma yapmıştır. 2008 ve 2009 yıllarında ülkemizin ve Dünyanın en önemli iki su yolu sayılan İstanbul ve Çanakkale boğazlarını da kapsayan AIS tabanlı bir çalışma yapmıştır. Bu süre zarfında her iki boğazı da kapsayacak şekilde Marmara denizi sınırlandırılmış ve 10087 adet geminin geçiş bilgileri toplanmıştır. Gemi kaynaklı emisyonlar hesaplanırken “yukarıdan aşağı metodu” kullanılarak sadece çalışma türünde geminin bulunduğu zaman, ana makine gücü, gemi makine yükü ve emisyon faktörü çarpanları kullanılmıştır. Marmara denizinde gemilerin meydana getirdiği emisyon oranlarının 605 bin ton NO_x 495 bin ton SO₂ 25 bin ton HC 53,3 bin ton PM ve 29,63 milyon ton CO₂ olarak hesaplamışlar bu emisyon oranları doğrultusunda 9,33 milyon ton yakıt kullanıldığını tahmin etmişlerdir.

Chang (2010) sürdürülebilir balıkçılık yönetiminde gemi uzaktan izleme sisteminin uygulanması ve Tayvan'da bu sistemden elde edilen faydalar üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında Tayvan'a 1990 yılında kurulan gemi izleme sisteminin 20 yıl sonra

yaklaşık 2200 geminin kontrol altında olduğu bir sistem haline geldiğinden bahsetmiştir. Bu sistem sayesinde yasal olmayan avcılığın kontrolü, avlanan balık stoklarının gemide ve karada kontrolüne olan katkılarının yanı sıra balıkçılık eforunun bilimsel alanda takibinin yapılması için de önemli bir veri kaynağı haline geldiğini ortaya koymuştur. Bunlara ek olarak bu sistemin canlı yaşam alanlarının korunmasında da etkili olduğunu savunmuştur.

Parker vd. (2012) Dünya'daki balıkçı gemilerinin yakıt kullanımı ve sera gazı emisyonları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında balıkçı gemi filosunun 1990 – 2011 yılları arasında %28 kadar büyüdüğü ve 2011 yılında yaklaşık olarak 40 milyar litre yakıt harcamı sonucunda yaklaşık olarak 179 milyon CO₂ gazı salgıladığını ortaya koymuşlardır. Bu durumun önlenmesi için verdikleri öneriler arasında aşırı ve gereksiz avlanmanın önüne geçilmesine buna ek olarak avlanma zamanlarının belirlenmesi, kıyıda uzaklıkların düzenlenmesi gibi öneriler yayınlamışlardır.

Winther vd. (2014) yaptıkları çalışmada AIS (Automatic Identification System) verilerine dayanarak Kuzey Kutbu'ndaki gemiler için emisyon envanteri oluşturmaya çalışmışlardır. Bu çalışmada 2012 yılında Kuzey Kutbu'nda BC (Black Carbon) NO_x ve SO₂ gazlarıyla ilgili araştırmalar yapmışlar ve bu yılda Kuzey Kutbu'nda ölçülen emisyonlarda en büyük payın %45 BC, %38 NO_x, %23 SO₂ oranı ile balıkçı gemilerinde olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Yapılan çalışmada öngörülen 2020, 2030 ve 2050 değerlerinde ise emisyon salınımında yine balıkçı gemilerinin en büyük paya sahip olduğu öngörülmektedir.

Goldsworthy ve Goldsworthy (2014) AIS verilerine dayanarak, limanlarda ve yoğun seyir alanı olan kıyı sularında gemi kaynaklı egzoz emisyonlarının Avustralya'da modellenmesi için yaptıkları çalışmada gemileri gemi tipi, gemi boyutları, makine tipi ve hareket durumlarına göre sınıflandırmışlardır. Çalışmalarında daha doğru sonuca ulaşacaklarını düşündükleri için A tipi AIS verilerini kullanmış ve bu verileri de daha hassas incelemek için enterpole etmişlerdir. Her gemi için ana makine yardımcı makine ve kazan da dâhil olmak üzere yük faktörlerine göre makine hareketleri de ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu çalışmada da diğer tüm AIS tabanlı çalışmalarda olduğu gibi AIS verileri için belirli koordinat aralıkları girilmiştir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için "Aşağıdan Yukarı metodu" kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gemi kaynaklı emisyonların büyük şehirleri yaklaşık 300 km alana kadar etkilediğini tahmin etmişlerdir. ECA'da NO_x oranının daha sıkı bir biçimde denetlenmesi ve bu oranın düşürülmesi hususunda tavsiyeler vermişlerdir.

Coello vd. (2015) İngiliz balıkçı filosunun yaydığı emisyonu hesaplamak için AIS tabanlı yaklaşım sergileyen bir çalışma yapmışlardır. Tahmini harcanan yakıt bazı yöntemler yerine gemi hareketlerinin aktif olarak kullanıldığı yöntemlerin daha kesin emisyon sonuçları verdiğini ortaya koymaya çalışan bu çalışmada “aşağıdan yukarı metodu” kullanılmıştır. AIS verilerinin alınması için de balıkçı gemilerinin 40 ve 65 derece kuzey enlemleri arasıyla 20 derece batı ile 12 derece doğu boylamları arasındaki Mayıs 2012 ile Mayıs 2013 tarihleri arasındaki balıkçı gemisi hareketleri incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda yakıt referanslı yöntemler yerine “Aşağıdan Yukarı metodu” kullanmanın emisyon hesaplamalarında daha kesin sonuçlar vereceği ortaya koyulmuştur.

Winnes vd. (2015) Gemi kaynaklı sera gazı emisyonlarının limanlarda azaltılması konulu çalışmalarında denizcilik sektörünün sera gazı emisyonlarında en hızlı yükselişe geçen sektör olduğunu vurgulayarak sera gazı emisyonlarının azaltımı için Göteborg limanında uygulanabilir metodlar üzerinde modelleme çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Bu modelleme çalışmaları sırasında 2030 yılına kadar yaptıkları senaryolarda sera gazı azaltım modellemelerinde 3 yöntemi denemişlerdir. Bu yöntemler “alternatif yakıt kullanımı”, “gemi dizaynında değişiklikler” ve “operasyon” olarak sıralanmış ve analizi yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda hesaplanan sera gazının 2030 yılında %40 daha da artacağı ve bu senaryolar içinde en fazla azaltım sağlayacak olanın “operasyon” seçeneğini olacağını belirtmişlerdir.

Li vd. (2016) AIS tabanlı yüksek çözünürlüklü gemi emisyon envanteri ve bilinmeyenlerini araştırdıkları çalışmalarında 12000 den fazla gemi bilgisi kullanmışlardır. Bu çalışma esnasında Çin’in en işlek 10 limanından 3 tanesinin trafik yoğunluğu araştırılmış ve sera gazı emisyonları “Aşağıdan yukarı metodu”yla hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda sırasıyla konteyner gemisi, kargo gemisi, kuru yük gemisi, balıkçı gemisi ve yakıt tankeri gemi tiplerinin bölgedeki gemi kaynaklı emisyonların %90’ından fazlasını karşıladığı bulunmuştur. Bu bulgular ışığında Çin’de yeni kurulması planlanan Emisyon Kontrol Alanı (ECA) için tavsiye niteliği taşımaktadır.

Nunes vd. (2017) Gemi kaynaklı emisyonların değerlendirilmesi konulu çalışmalarında PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x, SO₂, CO, CO₂, N₂O, CH₄, NMVOC ve HC emisyonlarının hesaplanması için AIS hareketi tabanlı bir yöntem geliştirmişler ve bu çalışmada 4 Portekiz limanını pilot olarak belirleyip 2013-2014 yılları boyunca bu limanlardaki gemi hareketlerini incelemişlerdir. Çalışmada gemiler tiplerine ve hareketlerine göre incelenmiş ve konteyner gemilerinin hareket halindeyken en fazla

emisyon yayıcı olduğu ortaya koyulmuştur. Çalışma esnasında hareket bazlı ve emisyon belirlemede en hassas yöntemlerden biri olarak kabul edilen ‐Aşağıdan Yukarı metodu‐ kullanılarak veriler incelenmiştir.

Liu vd. (2017) Sarı Bo denizinde Açıkdeniz Balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların hesaplanması için yaptıkları çalışmada 8 adet açık deniz balıkçı gemisinde taşınabilir emisyon ölçüm cihazı sistemi ile gemilerin seyir manevra operasyon gibi değişik kondisyonlarında anlık gaz ölçümü yapmışlardır. Çalışma sonucu salınımı yapılan gazlardan NO_x gazı dışında diğer gazların (CO, HC, PM) ortalama salınım miktarlarının seyir durumuna kıyasla manevra sırasında daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Ancak düşük seyir hızlarında seyir esnasındaki NO_x değerinin tıpkı diğer gazlar gibi manevra değerinden daha düşük olduğu ölçümünü yapmışlardır.

Demirci ve Karagüzel (2018) İskenderun körfezinde yaptıkları balıkçı gemilerinin yakıt harcamı ve kirletici emisyonları ile ilgili yaptıkları çalışmada, 27 trol 4 gırgır ve 3 geleneksel tip gırgır olmak üzere toplam 34 adet balıkçı gemisini 2 aylık süreçte incelemişlerdir. Karaya çıkartılan balık miktarlarının gemi sahiplerinden, yaklaşık olarak harcanan yakıt miktarının ise gemi sahipleri ve liman otoritesinden alındığı çalışmada bu değerler ile salınımı yapılan gazların NO_x, CO, SO_x, CO₂, CH₄ ve NMVOC değerleri kıyaslanmıştır. Hesaplama yapılırken ‐Yukarıdan aşağı‐ yöntemi kullanılmıştır. Ortaya çıkan NO_x emisyonlarının IMO tarafından belirlenen limit değerlerin altında çıktığını hesaplamışlardır. Ancak teorik olarak çalışmanın balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların kısıtlanması için yapılacak çalışmalar için engel teşkil etmediğini ve emisyonların ana kaynağının makine gücü ve yakıt harcamı olduğunu vurgulamışlardır.

Literatür incelendiğinde gemi kaynaklı emisyon salınımlarının hesaplanması konusunda bölgesel ve uluslararası olmak üzere geniş yelpaze çalışmalar bulunduğu görülmüştür. Özellikle modellemenin hassasiyeti üzerine yapılan çalışmalarda bilgilere erişim ve değerlendirme konuları oldukça önemli yer tutmaktadır. Ancak ülkemizde özellikle balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların incelenmesi için yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bu bağlamda balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların belirlenmesinde uzaktan izleme sisteminin kullanılması yöntemiyle çalışma yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırmanın İçeriği

Birinci aşamada balıkçı gemisi kaynaklı egzoz gazı emisyonlarının belirlenmesi adına gırgır balıkçılığıyla uğraşan 20 m-30 m, 30 m-40 m ve 40 m den büyük gemiler olmak üzere 3 farklı boy grubundan toplam 18 adet balıkçı gemisi kullanılmıştır. Çalışmada veri seti olarak, belirlenen gemilerin balıkçılık sezonu olan 1 Eylül 2017 ve 15 Nisan 2018 yılları arasındaki Karadeniz bölgesinde bulunduğu sürede elde edilen BAGİS verileri kullanılmıştır. Gemilerin hava koşulları, gemi arızası, Karadeniz dışında çalışma veya yurt dışında çalışma (özellikle C grubu) nedenleri dolayısıyla ile avcılık sezonu boyunca gün sayılarında farklılık bulunmaktadır.

A boy grubu 20 m-30 m aralığını B Boy grubu 30 m- 40 m aralığını C Boy grubu ise 40m üstü boy grubunu temsil etmektedir. Çalışmada kullanılan balıkçı gemilerinin ana makine sayıları ve güçleri, yardımcı makine sayı ve güçleri farklılık göstermektedir (Tablo 10). Bu verilerde standardizasyonu sağlamak amacıyla gemilerin seyir, liman ve operasyonları esnasında toplam 2 ana makine ve 1 adet en güçlü yardımcı makinesini kullandığı varsayılmıştır. Çalışmada kullanılan gemi verilerinin direkt olarak gemi kaptanlarından alınan denize elverişlilik sertifikasından alınmış olması ve mevcut olup bu sertifikaya işlenmemiş yardımcı makine ve ağı çevirme botu kaynaklı salınımlar göz ardı edilmiştir.

Tablo 10. Çalışmada kullanılan gemilerin teknik özellikleri

Gemi Adı	Tam Boy (m)	Ana Makine Gücü (kW)	Yardımcı Makine Gücü (kW)
A1	27,9	797,8	126,8
A2	24,5	850	102,1
A3	26,5	708,3	104,4
A4	22	895	90
A5	27	1137	136
A6	29,8	563	97
B1	39	1744,7	79,8
B2	33	1171	120
B3	31,44	1159,4	119,3
B4	33,8	768	134
B5	36,3	862	101
B6	38	760	298
C1	44	1823	160,3
C2	40	1749,2	203,5
C3	42	1647,8	223,7
C4	42,2	1897	224
C5	42,7	1315	149
C6	42	1618	249,8

2.2 Araştırmanın Aşamaları

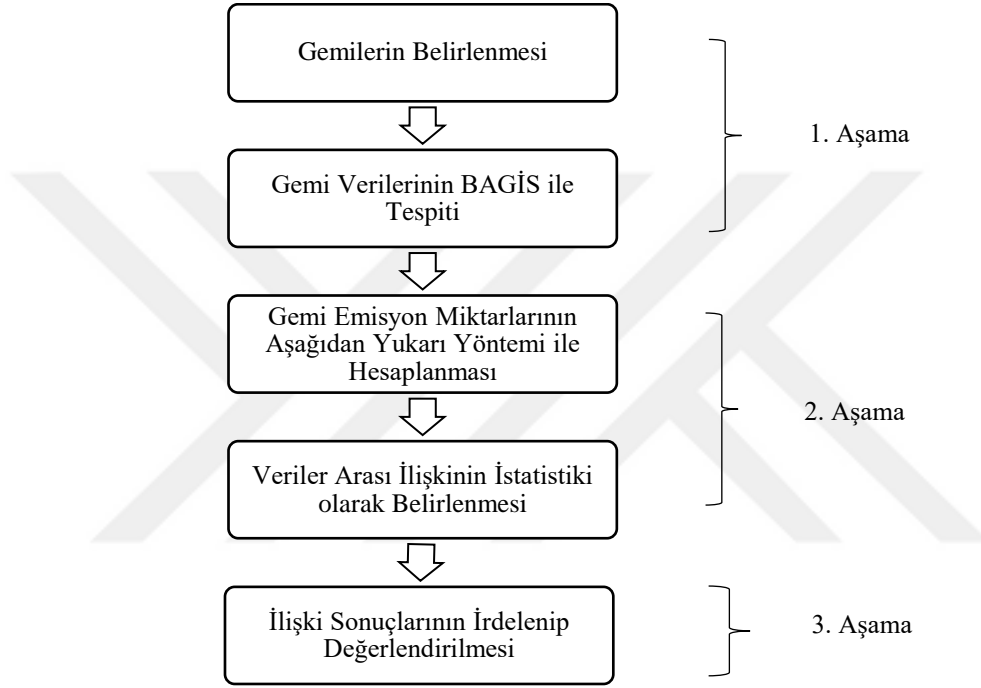
3 aşamadan oluşan çalışmanın ilk aşamasında gırgır gemilerinden elde edilen emisyon değerlerini elde etmek için veriler toplanmıştır. Bu verilerin daha kolay analizi için excel temelli ve aşağıdaki verileri içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur.

- Gemi boyu
- Ana Makine gücü (toplam)
- Yardımcı makine gücü
- Toplam çalışma süresi (gün)
- Toplam limanda kalma süresi (saat)
- Toplam operasyon/manevra süresi (saat)
- Toplam seyir süresi (saat)
- Ortalama seyir hızı (km)
- Toplam katedilen mesafe (km)

İkinci aşamada, gemilerin emisyon değerlerini en hassas şekilde hesaplamak için gerekli yöntemi belirleyebilmek için literatür incelenmiş ve Aşağıdan yukarı yönteminin kullanılması belirlenmiştir ve bu yöntemle gemi kaynaklı NO_x, SO_x, CO₂, HC ve PM emisyonlarının sayısal değerleri hesaplanmıştır. Bu sayısal verilere sonucunda boy gruplarına göre egzoz gazlarının limanda kalma süresi, operasyon süresi ve seyir süresi ile

ilişkileri incelenmiş ve aralarındaki bağlantı durumu ortaya konulmuştur. İlişkinin incelenmesi için veri analizinde SPSS 23 programı kullanılmıştır.

Çalışmanın 3. Aşamasında hesaplanan yıllık emisyon miktarları literatürdeki çalışmalar ile kıyaslanmış ve benzer ve farklı yönleri ortaya konmuştur. Sonuç olarak emisyon miktarlarının azaltımı ve farkındalığının oluşturulması için tavsiyelerde bulunulmuştur. Tez akış şeması Şekil 9'da gösterildiği gibidir.



Şekil 9. Tez akış şeması

2.3. BAGİS Verilerinin Kullanılması

Genel olarak ele alındığında av miktarına bağlı olarak gemilerin sezona başlama ve bitiş tarihleri değişebilmektedir. Çalışmada boy grupları da dikkate alınarak Karadeniz'deki hedef av türü olan hamsi avcılığı için izin alan gemi sayısının %13'ünün verileri incelenmiştir (Tablo 5). Yalnızca T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yetkilendirdiği mühendislerin ve Sahil Güvenlik Komutanlığı yetkililerinin ulaşabildiği uydu tabanlı bir sistem olan BAGİS kullanılırken bakanlık yetkililerinin izniyle belirli verilere ulaşılma yetkisi alınmıştır. Bu sistemde gemiler sorgulanırken ulaşılabilen bilgiler; gemi adı, ruhsat no, bağlama no, en, tam boy, cihaz mülkiyeti, filo kayıt numarası,

kütük boy, gemi grubu, geminin anlık hızı ve mevkiidir. Ancak bu sistemde geminin hızına etki eden rüzgâr, akıntı ve dalga boyu gibi diğer faktörler görülememektedir.

BAGİS verileri kullanılırken öncelikle Şekil 8’de (URL-10, 2019) verilen örnekte belirtildiği üzere gemi adı, görüntülenmek istenen zaman aralığı seçilmiştir.



Şekil 10. Gemi seyir bilgi ekranı (URL-10, 2019)

Bu ekrandaki veriler sistem aracılığıyla ilk aşamada bu verilerden Şekil 10’da belirtilen Microsoft Excel tabanlı bir ham veri seti yapısı oluşturulmuştur. Gemi bilgi ekranından uygun gemi adı ve görüntülenmek istenen tarih/tarih aralıkları girildikten sonra ulaşılan gemi seyir bilgi ekranından geminin çalışma alanı, yasak alan ihlali belirlenmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Cihaz Seri No	Veri İletişim Tipi	Enlem	Boylam	Hiz	Yon	Cihaz Kayıt Tarihi	Kayıt Tarihi
1	356013001227	Gsm	41,03763	39,6145	0,03	37,93	10.3.2018	11.3.2018
2	001						23:58:15	00:05:49
3	356013001227	AlS	41,037658691	39,614578247	0,4000000059	232,5	10.3.2018	11.3.2018
	001		4063	0703	60464		23:58:06	00:03:17
4	356013001227	Gsm	41,03764	39,61456	0,02	72,51	10.3.2018	11.3.2018
	001						23:55:35	00:05:49
5	356013001227	AlS	41,037689208	39,614650726	0,3000000119	237,69999694	10.3.2018	10.3.2018
	001		9844	3184	20929	8242	23:55:04	23:58:16
6	356013001227	Gsm	41,03772	39,6147	0,4	174,54	10.3.2018	10.3.2018
	001						23:51:26	23:55:06
7	356013001227	Gsm	41,03771	39,6147	0,13	39,68	10.3.2018	10.3.2018
	001						23:49:50	23:55:06
8	356013001227	AlS	41,037780761	39,614810943	0,6999999880	76,699996948	10.3.2018	10.3.2018
	001		7188	6035	79071	2422	23:49:25	23:53:18

Şekil 11. BAGİS excel ham veri tablosu (URL-10, 2019)

Şekil 11’de gemiye kurulumu yapılan BAGİS cihazının seri numarası, veri iletişim tipi (AIS, Uydu veya GSM), gemi enlem boylam bilgisi, anlık hız bilgisi ve kayıt tarihine ulaşılmıştır. Bu verilerden hız verisi kullanılırken geminin 0-1 knot hız aralığında durduğu (liman kondisyonunda olduğu haritadan teyit edilerek belirlenmiştir). 1-6 knot hız aralığında manevra veya operasyon yaptığı (Campbell vd, 2013) 6 knottan yüksek hızlarda ise seyir halinde olduğu varsayılmıştır. Geminin sistemden veri alımı esnasında özellikle 40 metre üstü gemilerin Gürcistan sularında avlanmak için çalıştığı zaman aralıkları ve 3 sistem üzerinden de (Uydu, AIS, GSM) ulaşamadığı veya geminin anlık olarak veri göndermediği zamanlar hesaplanamamıştır. Manevra ve operasyon hızlarının teyiti için balıkçı gemisi sahipleri ve kaptanlarından bilgi alınmıştır.

2.4. Araştırmada Kullanılan Metot

2.4.1 Aşağıdan Yukarı Yöntemi

Çalışmada gemilerin mevcut ana makine gücü, yardımcı makine gücü, hızı ve liman, manevra/operasyon ve seyir gibi farklı emisyon salınımına yol açan faktörlerin değerlendirildiği “Aşağıdan Yukarı” metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre makinenin koşullarına göre yük faktörü, seyir, liman ya da manevra durumuna ve salgıladığı emisyon sınıfına göre uygulanan emisyon faktörü, ana makine veya yardımcı makine gücü ve bu koşullar altında kaldığı sürenin kullanıldığı formül (Trozzi, 2010) uygulanmıştır. Bu yöntemde gemiye ait tüm parametrelerin kullanılıyor olması diğer yöntemlere göre hassasiyetini arttırmakta ve bu tip çalışmalarda yüksek oranda kabul görmektedir.

$$E_{mp,i,j,m} = \sum_p \left[T_p \times \sum_e (P_e \times LF_e \times EF_{e,i,j,m,p}) \right] \quad (7)$$

EF : emisyon faktörü (g/kWh)

LF : yük Faktörü

P : makine tipine göre gücü (kW)

T : süre (saat)

p : gemi faaliyet tipi (seyir, liman, operasyon)

j : makine tipi (ağır devir, orta devir, yüksek devir)

i : emisyon türü (NO_x, SO_x vs)

- m : yakıt tipi (MDO, HFO)
trip : geminin bulunduğu seyir, manevra veya liman kondisyonu
 $E_{trip,i,j,m}$: tüm kondisyonlardaki emisyonların toplamı
e : makine tipi (ana ,yardımcı)

Bu çalışmada gemilerden kaynaklı emisyonlar araştırılırken NO_x , SO_x , PM, HC ve emisyonları incelenmiştir. Bu emisyon türlerine ait çarpan faktörleri farklı çalışmalardan alınmıştır. Bazı araştırmacılar (Trozzi, 2010 ve Van Aardenne, 2013) çalışma ve raporlarında yalnızca NO_x için değerlendirmelerde bulunurken bazı araştırmacılar da (Ritchie, vd 2005; Smith vd. 2014) diğer emisyonlarla ilgili çalışmalar yapmışlardır. Aşağıda belirtilen ana makine ve yardımcı makine emisyon faktörleri bu çalışmalardan ve EMEP / EEA 2016 hava kirliliği envanterinden alınmıştır. Emisyon faktörleri yüksek devirli dizel makine kullanan gemiler için kullanılan faktörlerdir. Kullanılan tüm emisyon ve yük faktörleri Tablo 11,12 ve 13'te gösterilmiştir. Kullanılan emisyon faktörlerindeki belirsizlik oranları NO_x için \pm %20 SO_x için \pm %10 PM için \pm 25% olarak hesaplanabilir (EMEP, 2016).

Gemi makineleri dakikadaki devir sayılarına (rpm) göre ağır devirli, orta devirli ve yüksek devirli dizel makineler olarak sınıflandırılmaktadır. Mevcut makinelerin incelendiğinde (EEA, 2016) ;

- Ağır devirli Dizel makineler 0-300 rpm (%18)
- Orta devirli makineler 300-1000 rpm (%55)
- Yüksek devirli dizel makineler ise 1000 rpm den daha yüksek hızda devir sayısına sahip makineleri kapsamaktadır (%27)

Bu çalışmada kullanılan gemilerin hepsindeki makineler yüksek hızlı dizel makineler sınıfında olup Tablo 11, 12'deki emisyon faktörleri bu skalaya göre belirlenmiştir.

Tablo 11 Ana makine emisyon faktörleri (EMEP, 2016)

Emisyon Faktörü	Ana Makine (g/kwh)				
	NO_x	SO_x	CO_2	HC	PM
Seyir	11,20	1,00	697	0,45	0,30
Liman	9,30	1,00	725	0,50	0,90
Operasyon	9,30	1,00	747	0,97	0,90

Tablo 12. Yardımcı makine emisyon faktörleri (EMEP, 2016)

Emisyon Faktörü	Yardımcı Makine (g/kWh)				
	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Seyir	13,20	1,00	697	0,46	0,30
Liman	13,20	1,00	725	0,50	0,30
Operasyon	11,80	1,00	747	0,97	0,30

Tablo 13. Yük faktörleri (EMEP, 2016)

Yük Faktörü (%)	Ana makine	Yardımcı Makine
Seyir	0,8	0,3
Liman	0,2	0,5
Operasyon	0,2	0,4

2.4.2 Verilerin İstatistiksel Analizi

Yukarıda belirtilen tablolardan alınan veriler BAGİS'ten alınıp işlenen günlük gemi hareketleri ile Microsoft Excel tablosuna aktarılmış ve geminin operasyon, liman ve seyir hareketlerine göre ayrı ayrı formüle yerleştirilerek günlük olarak ana makine ve yardımcı makine için ayrı ayrı NO_x, SO_x, HC ve PM salınımları hesaplandıktan sonra toplam salınım tabloya yerleştirilmiştir. Elde edilen veriler SPSS 23 istatistik paket programı ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım için Kolmogorov-Smirnov testi, Shapiro wilk testi, homojen ilişki için de tek yönlü ANOVA ve Tukey testleri kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. BAGİS Verilerinin Değerlendirilmesi ile Elde Edilen Bulgular

Trozzi (2010) yayınladığı “Seyirde Emisyon Tahmini” raporunda Avrupa Çevre Ajansı (EEA) referansı ile gemilerden kaynaklı emisyonların “detaylı” olarak hesaplanabilmesi için geminin seferinin; seyir, liman ve manevra olarak ayrı ayrı değerlendirilip bu üç durumdaki emisyon toplamının emisyon hesaplamasında en hassas yöntem olacağını belirtmiştir. Bu çalışmada Trozzinin manevra olarak belirttiği değerler gemilerin operasyondaki koşullarına eşdeğer tutulmuştur.

Emisyon hesaplamasında kullanılan değişkenler geminin ana ve yardımcı makine gücü sırasıyla seyir, operasyon ve limanda kalma süreleri Tablo 14’te belirtilmiştir. Seyir süreleri incelendiğinde en az seyir yapan gemi 344 saat ile B3 gemisi en fazla seyir yapan geminin ise 1360 saat seyir ile B6 gemisi olmuştur. Gemilerin ortalama olarak seyir süreleri ise 817 saat olarak hesaplanmıştır. Gemilerin operasyon süreleri incelendiğinde ise 260 saat ile en az operasyon süresi olan gemi B2 844 saat ile en uzun operasyon süresine sahip gemi B3 gemisi olarak ve gemilerin ortalama olarak 545,7 saat operasyonda emisyon salınımı yaptıkları bulunmuştur. Gemilerin yük faktörleri tablosunda belirtilen değerlere göre daha güçsüz olan yardımcı makinelerini kullandıkları liman koşullarındaki değerleri incelendiğinde ise en uzun süre limanda kalan geminin 3369,5 saat süre ile A1 gemisi en az kalan geminin ise 1035 saat ile C3 gemisi olduğu bulunmuştur. Ortalama limanda kalma süresi olarak da 2122,1 saat hesaplanmıştır.

Gemilerden kaynaklı emisyonların ana kaynağı fosil yakıt kullanımıdır bu yakıtların kullanıldığı makineler olan ana ve yardımcı makineler incelendiğinde ise; ana makinelerde ortalama gücün 1192,5 kW olduğu maksimum güçteki makineye sahip 1897 kW ile C4 gemisi en düşük ana makine gücüne sahip gemi ise 563 kW güç ile A6 gemisi bulunmuştur. Trozzi (2010) gemi kaynaklı emisyonların hassas olarak hesaplanması için uyguladığı formülde kullanılan seyir süresi bilinmediği durumlarda Ana çarpan olarak toplam katedilen mesafe ve seyir süresinde bulunan ortalama hızların oranını kullanmıştır. Gemilerin bu değerleri incelendiğinde ise en hızlı seyir yapan geminin ortalama 19,5 km hız ile A3 gemisi en yavaş seyir yapan geminin 13,43 km ortalama hız ile B2 gemisi

olduğu bulunmuş gemilerin ortalama hızlarının ise 14,65 km olduğu hesaplanmıştır. Toplam katedilen mesafenin yaydığı emisyon alanının daha fazla olduğu göz önünde olduğu bulundurulunca gemilerin ne kadar yol katettikleri önemli bir değer olarak ortaya çıkmaktadır bu bilgi ışığında en fazla yol kateden gemi 19584 km mesafe ile B6 gemi en az yol kateden gemi ise 4763,5 km hız mesafe ile B3 gemisi bulunmuştur. Gemilerin ortalama olarak katettikleri mesafe ise 11740 km olarak hesaplanmıştır (Tablo 14).

Tablo 14. Gemilerin emisyon harici toplam değerleri

Gemi	Ana Mak. (kW)	Yardımcı Mak. (kW)	Çalışma süresi (gün)	Liman süresi (saat)	Operasyon süresi (saat)	Seyir Süresi (saat)	Ortalama Seyir Hızı (km)	Toplam Mesafe (km)
A1	797,8	126,8	220	3370	754	1162	13,67	15877,7
A2	850	102,1	130	2056	488	571	13,46	7685,7
A3	708,3	104,4	170	2951	459	668	19,50	13016,3
A4	895	90	197	3110	612	1006	13,90	13983,4
A5	1137	136	163	2544	578	790	15,10	11929
A6	563	97	185	3003	510	927	14,80	13719,6
B1	1744,7	79,8	102	1274	436	743	14,95	11107,8
B2	1171	120	202	2839	844	1180	13,43	15847,4
B3	1159,4	119,3	108	1988	260	344	13,98	4809,1
B4	768	134	175	2744	665	791	13,90	10994,9
B5	862	101	138	1976	411	925	13,70	12672,5
B6	760	298	154	1764	572	1360	14,40	19584
C1	1823	160,3	186	2800	621	1048	14,65	15353,2
C2	1749,2	203,5	99	1035	511	828	14,26	11807,3
C3	1647,8	223,7	102	1164	526	751	15,92	11955,9
C4	1897	224	97	1210	534	584	14,60	8526,4
C5	1315	149	92	1175	496	537	15,10	8108,7
C6	1618	249,8	93	1195	546	491	14,10	7070,4

Tablo 14' deki veriler kullanılarak hesaplanan gemilerin toplam emisyonları Tablo 15' de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde gemilerin sırasıyla ortaya çıkarttığı NO_x, SO_x, CO₂, HC ve PM gazlarının emisyonları hesaplanmıştır. En yüksek toplam emisyon değerleri NO_x 32,81 ton, SO_x 3,89 ton, CO₂ 2771,7 ton HC 2,15 ton ve PM 1,16 ton değerleri ile C1 gemisine ait olup aynı gaz sıralaması ile en düşük değerlere sahip gemi 10,86 ton, 1,00 ton, 718,06 ton 0,51 ton ton ve 0,54 ton değerleri ile A6 gemisi olarak bulunmuştur. Gemilerin hesaplanan ortalama toplam gaz emisyon değerleri ise NO_x 16,73 ton, SO_x 1,74 ton, CO₂ 1239,86 ton HC 0,96 ton ve PM 0,68 ton olarak hesaplanmıştır.

Tablo15. Gemilerin toplam emisyonları

Gemi	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
A1	16,54	1,94	1376,53	1,08	0,58
A2	10,22	1,32	945,38	0,74	0,39
A3	11,26	1,51	1068,70	0,81	0,45
A4	16,71	1,57	1123,22	0,81	0,87
A5	17,72	1,66	1189,48	0,87	0,92
A6	10,86	1,00	718,06	0,51	0,54
B1	18,23	1,88	1349,24	1,07	0,56
B2	23,53	2,72	1925,81	1,55	0,81
B3	12,05	1,67	1178,55	0,89	0,50
B4	13,58	1,26	902,94	0,67	0,69
B5	12,85	1,19	796,52	0,60	0,60
B6	18,45	1,63	1162,73	0,84	0,70
C1	32,81	3,89	2771,73	2,15	1,16
C2	20,55	1,89	1344,02	1,11	0,57
C3	19,20	1,90	1353,65	1,12	0,57
C4	18,95	1,77	1263,34	0,95	0,92
C5	12,23	1,14	817,73	0,62	0,60
C6	15,45	1,43	1029,89	0,79	0,77

Tablo 16. A boy grubu (20m - 30m) bulunan veriler (ton)

A1	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Limn	6,983	1,391	984,326	0,697	0,417
Operasyon	1,428	0,254	189,510	0,246	0,076
Seyir	8,121	0,294	202,698	0,135	0,088
A2	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Limn	4,637	0,979	696,245	0,489	0,294
Operasyon	1,007	0,186	138,834	0,180	0,056
Seyir	4,580	0,163	110,296	0,075	0,049
A3	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Limn	5,921	1,199	849,758	0,600	0,360
Operasyon	0,831	0,149	111,462	0,145	0,045
Seyir	4,512	0,163	107,485	0,075	0,049
A4	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Limn	7,012	0,696	504,342	0,348	0,543
Operasyon	1,277	0,131	98,168	0,127	0,105
Seyir	8,421	0,747	520,710	0,336	0,200
A5	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Limn	7,659	0,751	544,573	0,376	0,572
Operasyon	1,593	0,163	121,623	0,158	0,128
Seyir	8,473	0,751	523,287	0,338	0,225
A6	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Limn	5,065	0,484	350,633	0,242	0,348
Operasyon	0,767	0,077	57,662	0,075	0,058
Seyir	5,031	0,444	309,763	0,200	0,133

Gemilerin toplam gaz emisyonlarına ek olarak liman, operasyon ve seyir esnasında salınım yaptıkları emisyonlar da belirtilen boy gruplarında kendi aralarında incelenmiştir (Tablo 16, 17, 18).

Tablo 16’da belirtilen 20 m-30 m (A) grubundaki gemilerin boy emisyonları incelendiğinde gruptaki bütün gemilerdeki emisyonlar kıyaslandığında A1 gemisi seyir kondisyonu NO_x değeri haricindeki tüm gaz emisyonu değerlerinde en yüksek değerler gemilerin Liman kondisyonundaki değerleri olarak bulunmuştur özellikle en yüksek değerdeki emisyon kaynağı olarak kabul edilen CO₂ emisyon değeri gruptaki tüm gemilerde liman kondisyonu değeri ele alındığında seyir ve operasyon değerleri toplamının yaklaşık olarak 3 katına eşit olduğu bulunmuştur.

20m-30m boy grubu gemilerin salınım yaptıkları NO_x, SO_x, CO₂, HC ve PM emisyonları birim (kg/saat) olarak hesaplandığında 3,26 kg/saat, 0,35 kg/saat, 251,24 kg/saat, 0,19 kg/saat ve 0,15 kg/saat olarak bulunmuştur.

Tablo 17. B boy grubu (30m - 40m) değerlendirilmiş veriler

B1	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	4,805	1,162	836,118	0,581	0,349
Operasyon	1,579	0,318	237,688	0,309	0,095
Seyir	11,850	0,407	275,443	0,187	0,122
B2	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	8,427	1,833	1297,800	0,917	0,550
Operasyon	2,289	0,436	319,787	0,423	0,131
Seyir	12,813	0,457	308,227	0,210	0,137
B3	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	5,852	1,271	906,391	0,636	0,381
Operasyon	0,707	0,133	99,340	0,129	0,040
Seyir	3,736	0,132	89,839	0,061	0,040
B4	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	6,350	0,606	493,056	0,303	0,435
Operasyon	1,371	0,138	102,966	0,134	0,103
Seyir	5,863	0,518	360,919	0,233	0,155
B5	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	4,485	0,440	319,327	0,220	0,337
Operasyon	0,855	0,087	13,062	0,085	0,069
Seyir	7,514	0,666	464,138	0,300	0,200
B6	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	5,967	0,531	385,233	0,266	0,320
Operasyon	1,614	0,155	115,964	0,085	0,099
Seyir	7,514	0,666	464,138	0,300	0,285

30 m- 40 m boy grubuna (B) ait Tablo 17 incelendiğinde ise B1 ve B2 gemilerine ait Seyir NO_x değeri haricindeki diğer emisyon değerlerinde liman kondisyonundaki değerlerin diğer kondisyon değerlerinden daha fazla olduğu bulunmuştur. A boy grubundaki değerlere benzer olarak CO₂ emisyonu ele alındığında liman CO₂ değeri seyir ve operasyon değerlerinin toplamının B1 ve B2 gemilerinde yaklaşık olarak 2 katı B3 gemisinde ise yaklaşık 5 katı olarak hesaplanmıştır.

30m-40m boy grubu gemilerin salınım yaptıkları NO_x, SO_x, CO₂, HC ve PM emisyonları birim (kg/saat) olarak hesaplandığında 4,67 kg/saat, 0,49 kg/saat, 346,46 kg/saat, 0,27 kg/saat ve 0,18 kg/saat olarak bulunmuştur.

Tablo 18. C boy grubu (40 m'den büyük) emisyonları

C1	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	12,457	2,777	1984,454	1,391	0,833
Operasyon	2,576	0,493	368,010	0,478	0,148
Seyir	17,783	0,624	419,269	0,287	0,187
C2	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	4,76	1,01	719,22	0,51	0,30
Operasyon	2,153	0,399	298,156	0,387	0,120
Seyir	13,644	0,485	326,652	0,223	0,146
C3	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	5,286	1,089	773,076	0,545	0,327
Operasyon	2,167	0,394	294,134	0,382	0,118
Seyir	11,753	0,422	286,447	0,194	0,126
C4	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	6,057	0,595	431,037	0,297	0,454
Operasyon	2,449	0,250	187,076	0,243	0,197
Seyir	10,446	0,926	645,230	0,417	0,278
C5	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	4,030	0,400	287,600	0,200	0,300
Operasyon	1,562	0,160	119,563	0,155	0,126
Seyir	6,645	0,589	410,568	0,265	0,177
C6	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
Liman	5,566	0,536	388,550	0,268	0,393
Operasyon	2,287	0,231	172,730	0,224	0,175
Seyir	7,604	0,672	468,610	0,303	0,202

Diğer boy gruplarına göre en fazla makine gücünde sahip 40 m'den büyük (C) Boy grubunun emisyon değerlerinin ele alındığı Tablo 18 incelendiğinde 6 geminin de seyir NO_x değerleri haricindeki tüm emisyon değerlerinde liman kondisyonundaki emisyon değerlerinin en fazla olduğu bulunmuştur. Diğer boy gruplarında da incelenen CO₂ emisyonu C grubu için de değerlendirildiğinde Liman kondisyonundaki CO₂ değeri C1

gemisinde diğer kondisyonlar toplamının yaklaşık 2,5 katı C2 gemisinde yaklaşık olarak 1,5 katı C3 gemisinde ise 1,3 katı olarak hesaplanmıştır.

40 m'den büyük boy grubu gemilerin salınım yaptıkları NO_x , SO_x , CO_2 , HC ve PM emisyonları birim (kg/saat) olarak hesaplandığında 7,43 kg/saat, 0,75 kg/saat, 534,54 kg/saat, 0,42 kg/saat ve 0,29 kg/saat olarak bulunmuştur.

Tablo 19. Tüm gemilerin limandaki emisyonları

Gemi	Liman süresi (saat)	NO_x	SO_x	CO_2	HC	PM
A1	3369	6,983	1,391	984,326	0,697	0,417
A2	2056	4,637	0,979	696,245	0,489	0,294
A3	2951	5,921	1,199	849,758	0,600	0,360
A4	3110	7,012	0,696	504,342	0,348	0,543
A5	2544	7,659	0,751	544,573	0,376	0,572
A6	3003	5,065	0,484	350,633	0,242	0,348
B1	1274	4,805	1,162	836,118	0,581	0,349
B2	2839	8,427	1,833	1297,800	0,917	0,550
B3	1988	5,852	1,271	906,391	0,636	0,381
B4	2744	6,350	0,606	439,056	0,303	0,435
B5	1976	4,485	0,440	319,327	0,220	0,337
B6	1764	5,967	0,531	385,233	0,266	0,320
C1	2800	12,457	2,777	1984,454	1,391	0,833
C2	1035	4,760	1,010	719,220	0,510	0,300
C3	1164	5,286	1,089	773,076	0,545	0,327
C4	1210	6,057	0,595	431,037	0,297	0,454
C5	1175	4,031	0,397	287,600	0,198	0,304
C6	1195	5,566	0,536	388,550	0,268	0,393

Yukarıda belirtilen tablolar doğrultusunda gemilerin liman kondisyonunda salınım yaptıkları emisyon değerlerinin NO_x gazı haricinde diğer kondisyonlardaki emisyon değerlerinin toplamından da fazla olduğu bulunmuştur. Tablo 19 da tüm gemilerin liman kondisyonundaki emisyon değerleri incelenmiştir. Limanda kalma süreleri incelendiğinde en fazla limanda kalan geminin 3369 saat ile A1 gemisi en az limanda kalan geminin ise 1035 saat ile C2 gemisi olduğu bulunmuştur. Gemilerin bu limanda kalma süreleri doğrultusunda emisyon değerleri incelendiğinde tüm emisyon oranları arasında en fazla emisyon oranına sahip geminin 2800 saat limanda kalan C1 gemisi olduğu en az emisyon salınımı yapan geminin ise tüm gaz emisyonlarında, 2056 saat limanda kalan A2 gemisi olarak hesaplanmıştır.

Tablo 20. Tüm gemilerin operasyondaki emisyonları

Gemi	Operasyon süresi (saat)	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
A1	754	1,428	0,254	189,510	0,246	0,076
A2	488	1,007	0,186	138,834	0,180	0,056
A3	459	0,831	0,149	111,462	0,145	0,045
A4	612	1,277	0,131	98,168	0,127	0,105
A5	578	1,593	0,163	121,623	0,158	0,128
A6	510	0,767	0,077	57,662	0,075	0,058
B1	436	1,579	0,318	237,688	0,309	0,095
B2	844	2,289	0,436	319,787	0,423	0,131
B3	260	0,707	0,133	99,340	0,129	0,040
B4	665	1,371	0,138	102,966	0,134	0,103
B5	411	0,855	0,087	13,062	0,085	0,069
B6	572	1,614	0,155	115,964	0,151	0,099
C1	621	2,576	0,493	368,010	0,478	0,148
C2	511	2,153	0,399	298,156	0,387	0,120
C3	526	2,167	0,394	294,134	0,382	0,118
C4	534	2,449	0,250	187,076	0,243	0,197
C5	496	1,562	0,160	119,563	0,155	0,126
C6	546	2,287	0,231	172,730	0,224	0,175

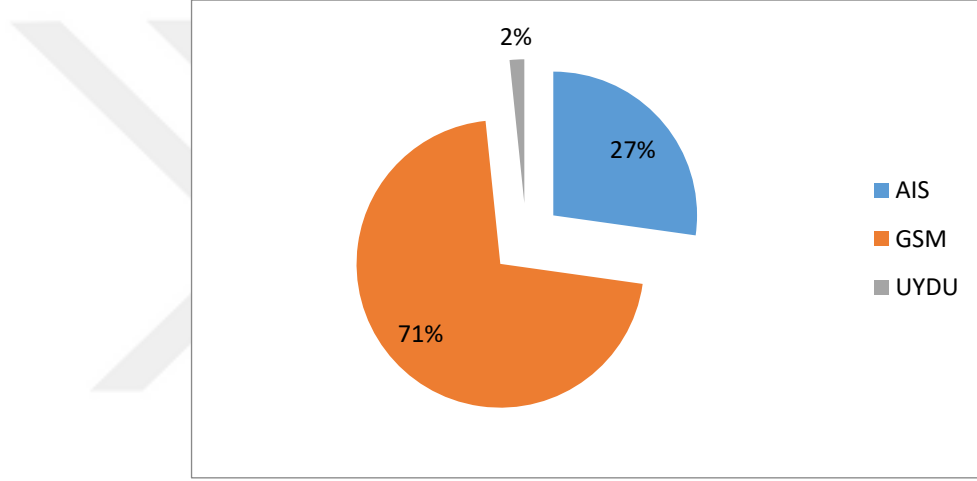
Gemilerin seyir esnasında belirli uzaklıkta ve Su ürünleri tebliğine göre 24 metreden daha derinde yapmak zorunda oldukları operasyonlarda salınım yaptıkları operasyon emisyonu değerleri Tablo 20 de incelenmiştir. Bu tabloya göre en fazla operasyon süresine sahip gemi 844 saat ile B2 gemisi en az operasyon süresine sahip gemi ise 260 saat operasyon süresi ile B3 gemisi olmuştur. Emisyon oranları ele alındığında ise 621 saat operasyon süresine sahip C1 gemisi en fazla emisyon salınımı yapan gemi olarak bulunmuştur. Emisyon salınımı en az olan gemi ise 260 saat operasyon süresi olan B3 gemisi olmuştur.

Tablo 21. Tüm gemilerin seyirdeki emisyonları

Gemi	Seyir süresi (saat)	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM
A1	1162	8,121	0,294	202,698	0,135	0,088
A2	571	4,580	0,163	110,296	0,075	0,049
A3	668	4,512	0,163	107,485	0,075	0,049
A4	1006	8,421	0,747	520,710	0,336	0,200
A5	790	8,473	0,751	523,287	0,338	0,225
A6	927	5,031	0,444	309,763	0,200	0,133
B1	743	11,850	0,407	275,443	0,187	0,122
B2	1180	12,813	0,457	308,227	0,210	0,137
B3	344	3,736	0,132	89,839	0,061	0,040
B4	791	5,863	0,518	360,919	0,233	0,155
B5	925	7,514	0,666	464,138	0,300	0,200
B6	1360	10,873	0,949	661,536	0,428	0,285
C1	1048	17,783	0,624	419,269	0,287	0,187
C2	828	13,644	0,485	326,652	0,223	0,146
C3	751	11,753	0,422	286,447	0,194	0,126
C4	584	10,446	0,926	645,230	0,417	0,278
C5	537	6,645	0,589	410,568	0,265	0,177
C6	491	7,604	0,672	468,610	0,303	0,202

Tablo 21’ de gemilerin en yüksek hıza ulaştıkları kondisyon olan seyir kondisyonun incelenmiştir. Bu kondisyon değerinde en fazla kalan gemi 1180 saat ile B2 gemisi en az kalan gemi ise 344 saat seyir süresi ile B3 gemisi olmuştur. Emisyon oranları incelendiğinde ise 1048 saat seyir süresine sahip C1 gemisi ilk sırayı almış 344 saat seyir süresine sahip B3 gemisi ise seyir esnasında en az emisyon salınımı yapan gemi olarak bulunmuştur.

BAGİS aracılığıyla toplamda 920394 adet veri elde edilmiştir. AIS, uydu ve GSM verileri sırasıyla 250568 , 654714 ve 15112 adet olup dağılım grafiği Şekil 12’de belirtilmiştir.



Şekil 12. BAGİS iletişim veri dağılım grafiği

3.2. İstatistiksel Bulgular

Normallik testi, Kolmogorov-Smirnov testi ile sınanmış olup verilerin normal dağılım gösterdiği bulunmuştur ($p > 0,05$).

Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü ANOVA testi ve ortalamaların karşılaştırılmasında TUKEY^{HSD} testi kullanıldı. Tüm istatistiksel değerlendirmeler 0,05 önem düzeyinde yürütüldü.

Testlerde Boy grupları; (1) 20 m-30 m boy grubundaki gemileri, (2) 30 m-40 m boy grubundaki gemileri, (3) 40 m’den büyük gemileri tanımlamaktadır. Ana makine gücü, seyir, liman ve operasyon süreleri irdelendiğinde ise istatistiksel fark liman ve operasyon sürelerinde bulunmuştur ($p < 0,05$). Boy sınıfı emisyon ilişkisi tek yönlü ANOVA (Tablo

23) ve Tukey testleri (Tablo 24) ile sınanmış ve her iki değerlendirme sonucunda da boy sınıfı ile emisyon arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo 22. Boy sınıflarına göre istatistiki değerlendirmeler

NO _x		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	18	4,629	2,838	,767	8,473	0,303
	2	18	5,386	3,783	,707	12,813	
	3	18	6,624	4,736	1,562	17,783	
SO _x		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	18	,501	,400	,077	1,391	0,587
	2	18	,569	,467	,087	1,833	
	3	18	,670	,584	,160	2,777	
CO ₂		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	18	356,743	282,834	57,662	984,326	0,584
	2	18	401,824	334,035	13,062	1297,800	
	3	18	476,688	415,953	119,563	1984,454	
HC		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	18	,269	,182	,075	,697	0,376
	2	18	,310	,219	,061	,917	
	3	18	,376	,278	,155	1,391	
PM		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	18	,208	,174	,045	,572	0,646
	2	18	,214	,151	,040	,550	
	3	18	,256	,175	,118	,833	
Ana Mak. Gücü		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	6	825,18	192,81	563,00	1137,00	0,465
	2	6	1077,52	375,14	760,00	1744,70	
	3	6	1138,67	661,73	491,00	1823,00	
Seyir Süresi		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	6	854,00	220,04	571,00	1162,00	0,484
	2	6	890,50	356,58	344,00	13600	
	3	6	1034,50	199,75	751,00	1210,00	
Liman Süresi		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	6	2838,83 ^a	467,74	2056,00	3369,00	0,002
	2	6	2097,50 ^{ab}	597,31	1274,00	2839,00	
	3	6	1095,83 ^c	882,08	496,00	2800,00	
Operasyon Süresi		Count	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	p
Boy Sınıfı	1	6	566,83 ^a	107,95	459,00	754,00	0,040
	2	6	531,33 ^a	207,11	260,00	844,00	
	3	6	1081,33 ^b	608,85	511,00	1897,00	

Tablo 23. Boy sınıflarına göre ANOVA test sonuçları

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NO _x	Between Groups	36,506	2	18,253	1,223	,303
	Within Groups	761,454	51	14,930		
	Total	797,960	53			
SO _x	Between Groups	,258	2	,129	,538	,587
	Within Groups	12,236	51	,240		
	Total	12,495	53			
CO ₂	Between Groups	132141,89	2	66070,950	,544	,584
	Within Groups	6198057,4	51	121530,53		
	Total	6330199,3	53			
HC	Between Groups	,105	2	,053	,997	,376
	Within Groups	2,688	51	,053		
	Total	2,793	53			
PM	Between Groups	,025	2	,012	,441	,646
	Within Groups	1,421	51	,028		
	Total	1,445	53			

Tablo 24. Boy sınıflarına göre TUKEY test sonuçları

Multiple Comparisons							
Tukey HSD							
Dependent Variable	(I) Boy	(J) Boy	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
NO _x	1,00	2,00	-,75733	1,28800	,827	-3,8665	2,3519
		3,00	-1,99483	1,28800	,277	-5,1040	1,1144
	2,00	1,00	,75733	1,28800	,827	-2,3519	3,8665
		3,00	-1,23750	1,28800	,605	-4,3467	1,8717
	3,00	1,00	1,99483	1,28800	,277	-1,1144	5,1040
		2,00	1,23750	1,28800	,605	-1,8717	4,3467
SO _x	1,00	2,00	-,06761	,16328	,910	-,4618	,3265
		3,00	-,16833	,16328	,561	-,5625	,2258
	2,00	1,00	,06761	,16328	,910	-,3265	,4618
		3,00	-,10072	,16328	,812	-,4949	,2934
	3,00	1,00	,16833	,16328	,561	-,2258	,5625
		2,00	,10072	,16328	,812	-,2934	,4949
CO ₂	1,00	2,00	-45,08106	116,20410	,921	-325,5954	235,4333
		3,00	-119,94483	116,20410	,560	-400,4592	160,5695
	2,00	1,00	45,08106	116,20410	,921	-235,4333	325,5954
		3,00	-74,86378	116,20410	,796	-355,3781	205,6505
	3,00	1,00	119,94483	116,20410	,560	-160,5695	400,4592
		2,00	74,86378	116,20410	,796	-205,6505	355,3781
HC	1,00	2,00	-,04061	,07653	,857	-,2253	,1441
		3,00	-,10706	,07653	,349	-,2918	,0777
	2,00	1,00	,04061	,07653	,857	-,1441	,2253
		3,00	-,06644	,07653	,663	-,2512	,1183
	3,00	1,00	,10706	,07653	,349	-,0777	,2918
		2,00	,06644	,07653	,663	-,1183	,2512
PM	1,00	2,00	-,00567	,05564	,994	-,1400	,1286
		3,00	-,04783	,05564	,668	-,1821	,0865
	2,00	1,00	,00567	,05564	,994	-,1286	,1400
		3,00	-,04217	,05564	,730	-,1765	,0921
	3,00	1,00	,04783	,05564	,668	-,0865	,1821
		2,00	,04217	,05564	,730	-,0921	,1765

Gemi boy sınıfları (20 m-30 m, 30 m-40 m ve 40 m'den büyük) ve buldukları yer (liman, operasyon ve seyir) açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 25. Yer durumuna göre tanımlayıcı istatistikler

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
NO _x	54	5,54	3,88	,7070	17,780
SO _x	54	,57	,48	,0770	2,7770
CO ₂	54	411,75	345,59	13,06	1984,45
HC	54	,318	,229	,0610	1,3910
PM	54	,225	,1651	,0400	,8330
Ana Mak. Gücü (kW)	54	1013,79	439,358	491	1823
Seyir Süresi (Saat)	54	926,33	259,167	344	1360
Liman Süresi (Saat)	54	2010,72	950,175	496	3369
Operasyon Süresi (Saat)	54	726,50	29,777	260	1897

Tablo 26. Yer durumuna göre normallik testleri

Emisyon Gazı	Yer	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistic	df	Sig.
NO _x	Liman	,193	18	,076
	Opr.	,156	18	,200*
	Seyir	,153	18	,200*
SO _x	Liman	,162	18	,200*
	Opr.	,204	18	,045
	Seyir	,097	18	,200*
CO ₂	Liman	,160	18	,200*
	Opr.	,187	18	,098
	Seyir	,095	18	,200*
HC	Liman	,162	18	,200*
	Opr.	,205	18	,044
	Seyir	,100	18	,200*
PM	Liman	,182	18	,117
	Opr.	,107	18	,200*

Varyansların homojenliğini test etmek amacıyla Levene testi uygulanmıştır (Tablo 27). Tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel ilişki test edilmiştir. Varyansların homojen olduğu boy grupları ile emisyon değerleri arasındaki analizlerde Post Hoc testlerinden Tukey (Tablo 28); varyansların homojen olmadığı Yer ile emisyon değerleri arasındaki ilişki Games Howell testi ile grup içindeki ilişkilerin anlamlılığı incelenmiştir (Tablo 29). Tekne boy grupları ile emisyon değerleri arasında Pearson korelasyon analizi uygulanarak ilişkinin yönü değerlendirilmiştir (Tablo 30).

Tablo 27. Varyansların homojenliği test sonuçları

Gaz	Levene test sonuçları	Serbestlik derecesi (1)	Serbestlik derecesi (2)	Önem düzeyi (p)
NO _x	13,587	2	51	,000
SO _x	8,205	2	51	,001
CO ₂	7,620	2	51	,001
HC	5,510	2	51	,007
PM	5,380	2	51	,008

ANOVA test sonuçları (Tablo 28) değerlendirildiğinde liman seyir ve operasyon esnasında yapılan NO_x, SO_x, CO₂, HC, PM salınımları arasında farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) Esasında bu durum beklenen bir durumdur. Farklılığın hangi gruplar arasında meydana geldiğini test etmek için yukarıda da ifade edildiği üzere Post Hoc testi uygulanmıştır.

Tablo 28. ANOVA test sonuçları

		En küçük kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F	Önem düzeyi
NO _x	Gruplar arası	488,785	2	244,392	40,314	,000
	Grup içi	309,176	51	6,062		
	Toplam	797,960	53			
SO _x	Gruplar arası	5,223	2	2,611	18,315	,000
	Grup içi	7,272	51	,143		
	Toplam	12,495	53			
CO ₂	Gruplar arası	2658407,315	2	1329203,657	18,462	,000
	Grup içi	3671792,060	51	71995,923		
	Toplam	6330199,375	53			
HC	Gruplar arası	,833	2	,416	10,829	,000
	Grup içi	1,961	51	,038		
	Toplam	2,793	53			
PM	Gruplar arası	1,013	2	,506	59,643	,000
	Grup içi	,433	51	,008		
	Toplam	1,445	53			

Tablo 29. Post hoc testleri

Games-Howell							
Bağımlı Değişkenler	(I) Yer	(J) Yer	Mean Difference (I-J)	Std. hata	Önem düzeyi	95 % Güven aralığı	
						Alt limit	Üst limit
NO _x	Liman	Opr.	4,6003889*	,4812205	,000	3,384568	5,816209
		Seyir	-2,6857222*	,9946837	,031	-5,159901	-,211543
	Opr.	Liman	-4,6003889*	,4812205	,000	-5,816209	-3,384568
		Seyir	-7,2861111*	,8943083	,000	-9,569476	-5,002746
	Seyir	Liman	2,6857222*	,9946837	,031	,211543	5,159901
		Opr.	7,2861111*	,8943083	,000	5,002746	9,569476
SO _x	Liman	Opr.	,7553333*	,1431255	,000	,390970	1,119697
		Seyir	,4633889*	,1512590	,015	,084054	,842723
	Opr.	Liman	-,7553333*	,1431255	,000	-1,119697	-,390970
		Seyir	-,2919444*	,0645323	,000	-,452468	-,131421
	Seyir	Liman	-,4633889*	,1512590	,015	-,842723	-,084054
		Opr.	,2919444*	,0645323	,000	,131421	,452468
CO ₂	Liman	Opr.	536,2224444*	101,871279	,000	277,232735	795,212154
		Seyir	344,8123333*	107,085070	,010	76,191384	613,433283
	Opr.	Liman	-5,3622244E2	101,8712793	,000	-795,212154	-277,232735
		Seyir	-1,9141011E2	46,4076611	,001	-306,456462	-76,363761
	Seyir	Liman	-3,4481233E2	107,0850706	,010	-613,433283	-76,191384
		Opr.	191,4101111*	46,4076611	,001	76,363761	306,456462
HC	Liman	Opr.	,2697222*	,0758309	,005	,079581	,459864
		Seyir	,2566111*	,0746719	,007	,068696	,444526
	Opr.	Liman	-,2697222*	,0758309	,005	-,459864	-,079581
		Seyir	-,0131111	,0385784	,038	-,107704	,081482
	Seyir	Liman	-,2566111*	,0746719	,007	-,444526	-,068696
		Opr.	,0131111	,0385784	,938	-,081482	,107704
PM	Liman	Opr.	,3124444*	,0335884	,000	,227608	,397281
		Seyir	,2618889*	,0361982	,000	,171904	,351874
	Opr.	Liman	-,3124444*	,0335884	,000	-,397281	-,227608
		Seyir	-,0505556*	,0197750	,042	-,099492	-,001619
	Seyir	Liman	-,2618889*	,0361982	,000	-,351874	-,171904
		Opr.	,0505556*	,0197750	,042	,001619	,099492

Post Hoc test sonuçlarına göre (Tablo 29) gruplar arası gazların tamamında farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Tablo 30. Korelasyon analizi

		Boy	NO _x	SO _x	CO ₂	HC	PM	Ana Mak. Gücü (kW)	Seyir Süresi (Saat)	Liman Süresi (Saat)	Operasyon Süresi (Saat)
Boy	Pearson Correlation	1	,212	,143	,143	,192	,119	,294*	,287*	-,756**	,493**
	Önem düzeyi		,124	,303	,302	,164	,390	,031	,035	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
NO _x	Pearson Correlation	,212		,490*	,472**	,329*	,388**	,298*	,192	,017	,050
	Önem düzeyi	,124		,000	,000	,015	,004	,028	,164	,903	,718
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SO _x	Pearson Correlation	,143	,490**		,999**	,961**	,822**	,290*	,091	,090	-,012
	Sig(2-tailed)	,303	,000		,000	,000	,000	,033	,511	,519	,931
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
CO ₂	Pearson Correlation	,143	,472**	,999*	1	,966**	,828**	,291*	,091	,088	-,009
	Sig.(2-tailed)	,302	,000	,000		,000	,000	,033	,514	,525	,947
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
HC	Pearson Correlation	,192	,329*	,961**	,966**		,771**	,376**	,098	,088	-,015
	Sig(2-tailed)	,164	,015	,000	,000		,000	,005	,482	,528	,913
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
PM	Pearson Correlation	,119	,388**	,822**	,828**	,771**		,063	,208	,028	,157
	Sig(2-tailed)	,390	,004	,000	,000	,000		,065	,131	,842	,256
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Ana Mak. Gücü (kW)	Pearson Correlation	,294*	,298*	,290*	,291*	,376**	,063	1	-,329*	-,016	-,471**
	Sig.(2-tailed)	,031	,028	,033	,033	,005	,650		,015	,909	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Seyir Süresi (Saat)	Pearson Correlation	,287*	,192	,091	,091	,098	,208	-,329*	1	-,142	,625**
	Sig.(2-tailed)	,035	,164	,511	,514	,482	,131	,015		,304	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Limn Süresi (Saat)	Pearson Correlation	-,756**	,017	,090	,088	,088	,028	-,016	-,142	1	-,547**

Tekne boy grubuna göre değişkenlerin nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla Pearson korelasyon testi uygulanmıştır. (Tablo 30)

Bu sonuçlara göre, Boy grubu ile NO_x değeri arasında pozitif yönlü ($r=0,212;p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki vardır. Tekne boyu ile sırasıyla SO_x, CO₂, HC, PM değerleri arasında da benzer biçimde pozitif yönlü istatistiksel olarak önemli olmayan bir ilişki vardır ($p>0,05$). Ana makine gücü ile NO_x, SO_x, CO₂,

HC, PM gazlarının salınımı arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. Ana makine gücü ile tekne boyu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.($r= 0,294$; $p<0,05$) Seyir süresi ile operasyon süresi arasında pozitif yönlü ilişki vardır.($r=0,287$ ve $0,493$; $p<0,05$). Liman süresi ile operasyon ve seyir süreleri arasında negatif yönlü bir ilişki vardır. ($r= -0,142$ ve $r=-0,547$) Operasyon süresi ile liman ve seyir süreleri arasında negatif yönlü bir ilişki vardır($r= -0,547$ ve $r=-0,471$). Tekne boyu ile liman süresi arasında zıt yönlü bir ilişki vardır. ($r=-0,756$; $p<0,05$). Tekne boyu ile seyir ve operasyon süresi arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.($r=0,287$, $r=0,493$).Ana makine gücü ile liman, seyir ve operasyon süreleri arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=-0,016$, $r=-0,329$, $r=-471$).



4. İRDELEME VE DEĞERLENDİRME

2017-2018 av sezonunda Karadeniz’de seyir yapan gırgır gemileri kaynaklı emisyonlar uzaktan izleme sistemi ile balıkçı gemisi kaynaklı NO_x, SO_x, HC, CO₂ ve PM emisyonları hesaplanmıştır. Hesaplanan emisyon miktarları istatistiki olarak SPSS 23 programında değerlendirildiğinde 2017/2018 av sezonunda Karadeniz’in Türkiye kıyılarında gemi grupları arasında yaydıkları Emisyon değerleri arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Bunun başlıca sebebinin büyük gemilerin Gürcistan, Ahbazy, Moritanya vb uluslararası sularda avcılık yapmalarından kaynaklı olarak Karadeniz’deki av sürelerinin kısa olmasından kaynaklanmaktadır. Aksi takdirde avcılık olduğunda emisyon değerlerinin farklı olması beklenen bir durumdur.

Seyir, liman ve operasyon esnasında yayılan emisyon değerlerinin (NO_x, SO_x, CO₂, HC, PM.) gruplar arasındaki farklı olduğu istatistiki olarak belirlenmiştir (p<0.05).

Gemi boyu ile seyir ve operasyon süresi arasındaki pozitif yönlü, limanda kalma süresi arasında ortaya çıkan negatif yönlü ilişki (r=0,287, r=-0756) bulunmuştur. Bu durumun daha büyük boy grubundaki gemilerin kötü hava şartlarında bile seyir ve operasyonlarının yapabilmelerinden kaynaklanmaktadır.

Ana makine gücü ile liman, seyir ve operasyon süreleri arasında bulunan negatif yönlü ilişki daha büyük emisyon kaynağı olan gemilerin limanda daha az kaldığı ancak seyir ve operasyonlarda da daha hızlı olduğu anlamına gelmektedir. Benzer şekilde irdelendiğinde tekne boy grubu ile liman süreleri arasında da negatif yönlü bulunan ilişki bu durumu desteklemektedir. Alver vd. (2017) Samsun limanında yaptıkları teorik emisyon ölçüm çalışmalarında yüksek makine gücüne sahip konteyner gemilerinin daha düşük makine gücüne sahip genel kargo gemilerinden seyir sürelerinin daha az olduğunu ancak limanda kalma sürelerinin neredeyse eşit olduğunu bulmuşlardır.

Song ve Shon (2014) 2006, 2008 ve 2009 yıllarında Busan limanında yaptıkları çalışmada limana giriş çıkış yapan gemilerin seyir, manevra ve liman kondisyonundaki emisyon salınımlarını incelemişler ve en fazla emisyon salınımının %50’den daha fazla oranda liman kondisyonundayken yapıldığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde Nunes vd. (2017) çalışmalarında emisyon salınımının %95’inin liman ve seyir kondisyonunda ortaya çıktığını hesaplamışlardır. Bu çalışmada da benzer olarak emisyon gazlarının liman,

operasyon ve seyir durumuna göre dağılımı yaklaşık olarak sırasıyla %56, %13 ve %29 oranında olup en fazla emisyon salınımı limandadır.

Toplam emisyon oranları boy grubuna göre kıyaslandığında 20 m-30 m, 30 m-40 m ve 40 m'den büyük boy grubundaki gemilerin ortaya çıkarttıkları emisyon oranların dağılımı; liman kondisyonunda sırasıyla %32, %33 ve %35, operasyon kondisyonunda %21,%36 ve %42 olarak dağılım göstermiş, seyir kondisyonunda ise aynı oranlar %27, %33 ve %40 olarak bulunmuştur. Limanda kalma süreleri kıyaslandığında 40 m'den büyük grup gemilerin toplam limanda kalma süresi 20 m-30 m grubu gemilerin toplam limanda kalma süresinden yaklaşık olarak %15 daha az iken limanda ortaya çıkarttığı emisyon oranı yaklaşık olarak %2 daha fazladır. Ortalama olarak toplam operasyon süreleri neredeyse eşit olan 20 m-30 m, 30 m-40 m ve 40 m'den büyük gemi gruplarının emisyon oranı dağılımında 40 m'den büyük gruptaki gemilerin 20 m-30 m grubu gemilerin yaklaşık olarak 2 katı daha fazla emisyon salınımı yapmıştır. Seyir süreleri ele alındığında da aynı şekilde 20 m-30 m ve 30 m-40 m grubu küçük ve orta boy grubundaki gemilerin 40 m'den büyük gruptaki gemilerden sırasıyla %5 ve %6 oranında daha fazla seyir yapmasına rağmen, emisyon salınımının 20 m-30 m ve 30 m-40 m grubundaki gemilerin 40 m'den büyük gemi grubundaki gemilerden sırasıyla %13 ve %7 oranında daha azdır. Bu durumun ana sebebinin gemi boy grupları ile emisyon salınımı ilişkisinin ana kaynağının seyir, operasyon ve limanda kalma süresinin değil makine gücünün yüksekliğinin etkisinin göstergesidir. Benzer olarak Demeyer vd. (2008) Belçika limanları ve Kuzey denizi kıyıları için yaptıkları çalışmada da; daha yüksek makine gücüne sahip konteyner gemilerinin limanlara giriş çıkış oranı, daha düşük makine gücüne sahip genel kargo tipi gemilerden yaklaşık olarak 2 kat daha az olmasına rağmen salınım yapmış olduğu emisyon oranı yaklaşık 7 kat daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Aynı şekilde Nunes vd. (2017) Portekiz'in 4 büyük limanının emisyon salınım oranlarını inceledikleri çalışmada yüksek makine gücüne sahip gemilerin toplam emisyonların %50'sinden daha fazlasının salınımına sebep olduklarını hesaplamışlardır.

Balıkçı gemileri kaynaklı emisyonların hava kirliliğindeki yerinin önemini anlayabilmemiz için diğer taşımacılık alanlarının da incelenmesi faydalı olacaktır. Jalkanen vd. (2016) yaptıkları çalışmada da bu duruma dikkat çekilmiş; hava, kara ve deniz taşımacılığı kaynaklı emisyon miktarları kıyaslamış ve önem sırasında göre kara deniz ve hava olarak sıralamıştır. Ancak bu çalışmada harcanan yakıt birim ton oranına göre kara taşımacılığı CO₂ miktarı 0,85 ton iken deniz taşımacılığı 0,79 ton olarak neredeyse kara

taşımacılığıyla aynı oranda bulunmuştur. Kara taşımacılığı kaynaklı emisyonlar deniz taşımacılığı kaynaklı emisyonlara göre 7 kat daha fazladır (IMO, 2009) bu durumun oluşma sebebi kara taşımacılığı ve deniz taşımacılığı emisyon salınım miktarlarının yakın olmasının yanında kara taşımacılığındaki emisyon kaynağı araç sayısının fazlalığı ve doğal olarak tüketmiş olduğu yakıt miktarının deniz taşımacılığının yaklaşık 5 katıdır. Bu durum Deniz ve Durmuşoğlu'nun (2007) çalışmalarında da 7 kat olarak gösterilmiştir. Jalkanen vd. (2016) yaptığı denizcilik sektörü kaynaklı CO₂ emisyonlarını incelemiş ve balıkçılık kaynaklı emisyonların tüm denizcilik kaynaklı emisyonlar içerisinde %1,2 lik payı olduğu hesaplamıştır.

Demirci ve Karagüzel (2018) İskenderun körfezinde yaptıkları çalışmada toplam 34 adet trol, endüstriyel gırgır ve geleneksel gırgır gemisi kaynaklı emisyonlarını yukarıdan aşağıya metoduna göre gemilerin toplam yakıt harcamı ve karaya çıkarttıkları balık miktarına göre yaptığı hesaplamada emisyon miktarlarını en fazla “operasyon” esnasında olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise en fazla emisyon salınımının liman kondisyonunda olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın sebebi olarak İskenderun bölgesinde yapılan emisyon çalışmasında gırgır gemisi Ana makinelerinin ortalama günlük çalışma süresinin %4'lük kısmını limanda çalışmış olarak göz önünde bulundurmıştır. Bunun yanında hesaplamalarda yalnızca ana makine emisyon değerleri dikkate alınmış yardımcı makineler dikkate alınmadığı için emisyon değeri limanda daha düşük çıkmıştır. Türkiye’de endüstriyel gırgır gemilerinin av sezonunda toplam avlanan pelajik balık türlerinin %66’sı oranında avlanan (TÜİK, 2018) hamsi için avlanma saatleri 13.08.2016 tarih ve 29800 tarihli Resmi gazetede 15:00 – 09:00 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada farklı olarak 20 m-30m boy grubundaki gemilerin toplam ortalama çalışma sürelerinin %66’lık kısmı, 30 m-40 m boy grubunda %60’lık kısmı 40 m’den büyük boy grubunda ise %53’lük kısmı “liman” kondisyonundadır.

Jalkanen vd, (2016) 2011 yılında yaptıkları 1829 Balıkçı gemisini kapsayan çalışmasındaki kat edilen yol ile emisyon birim değerleri incelendiğinde kmde salınım yapmış olduğu CO₂ miktarı 0,04 ton NO_x miktarı 0,0008 ton SO_x miktarı 0,0002 ton PM miktarı ise 0,00004 ton bulunmuştur. Bu çalışmada da benzer sonuçlar olarak CO₂ miktarı 0,10 ton NO_x miktarı 0,0015 ton SO_x miktarı 0,0002 ton PM miktarı ise 0,00005 ton bulunmuştur.

Balıkçılık sektörü avlanmamış türler, yeni avlanma sahaları bulmak ve yeni türler avlamak amacıyla olan bir sektördür (FAO, 2013). Bu sayede daha kaliteli ve ucuz ürün

sağlanması ve sektör için de daha fazla kar sağlanması amaçlanmaktadır. Ancak yeni av sahası arayışları içinde olan ve gerektiğinde gemide işleme, saklama için doğru şartları sağlamak için balıkçı gemisi filosu bu amaçla daha güçlü ve büyük gemilerin artışına sebep olmuştur (Tydemer, 2004). Türkiye’de de bu durum dünya ile paralel olarak gelişmiştir. Türkiye’de çeşitli nedenlerle son 10 yıldır ortalama olarak 1-1,5 ay gibi kısa sürede tamamlanan Hamsi avcılığı (Gücü vd, 2017) nedeniyle gırgır gemileri alternatif av alanlarına yönelmiştir ve 2017-2018 av sezonunda 44 metre boy ortalamasında 18 adet balıkçı gemisi Gürcistan sularında avlanmak için izin almıştır (TAGEM, 2018). Bu çalışmada da 20 m-30 m boy grubu gemiler ile 30 m-40 m ve 40 m’den büyük boy grubu gemilerin veri alınan günleri arasında ortalama olarak %25 fark bulunmuştur. İncelenen BAGİS verilerinde 40 metreden büyük gemilerin veri alınmadığı günler süresince Gürcistan sularında avlandığı kabul edilirse ortalama olarak gemi başına %25 daha fazla hesaplanamayan emisyon salınımının toplam emisyon salınımına ekleneceği anlamına gelmektedir.

Genel iletişim veri kaynağı olarak AIS, uydu ve GSM sistemlerini kullanan BAGİS sisteminde verilerin dağılımı sırasıyla %27,%2 ve %71 olarak bulunmuştur. Gemilerin yer ve bilgilerini tanımlayıcı sistem olan AIS sisteminin GSM aracılığıyla elde edilen GSM sisteminin 1/3’i oranında olması ana bilgi kaynağı olan AIS sisteminin balıkçı gemilerinde daha az seviyede kullanıldığının göstergesidir. Bu durum gemilerin açık bilgilerine büyük oranda Tarım ve Orman Bakanlığı ve Sahil güvenlik komutanlığı yetkilileri tarafından ulaşılabileceği manasına gelmektedir. Olası bir seyir emniyeti ihlalinde ticari gemilerin de seyir rotası olan bölgelerde yoğun avcılık zamanlarında anlık ulaşılabilen her bilginin önemli olduğu gözönüne bulundurulursa AIS bilgilerinin tüm gemilere açık olmasının önemi ortaya çıkacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gemi kaynaklı emisyonların azaltılması IMO'nun sera gazı 2000, 2009 ve 2014 yıllarında toplanan "Sera gazı emisyon çalışmaları" başlıklı toplantılarında öncelikli olarak ele alınmıştır. Bu toplantıların hedefleri sera gazı azaltımı 2050 yılı itibarıyla %50 ile %250 oranları arasındadır (IMO GHG Study, 2014). Dünyadaki toplam CO₂ emisyonunun %2,5'nin 940 milyon ton salınımın gemi kaynaklı olduğu (IMO GHG Study, 2014) tahmin edilirse bu azaltım için gerekli olan önlemlerin alınması ve takibi için çalışmalar yapılması gerekliliği doğmuştur. Gemi kaynaklı emisyonlar içinde en fazla hacme sahip olan CO₂ emisyonlarının kontrolü için 2015 yılında yürürlüğe giren EU 2015/727 sayılı sirküler paralelinde IMO'nun planına göre gemilerin ve şirketlerin yakıt harcamalarını raporlaması zorunluluğu şimdilik 5000 grt üzeri Avrupa Birliği ülkeleri ziyaret eden ve HFO yakıtı raporlaması için zorunlu hale getirilmiş ve bu raporlamaların bayrak devletine de yapılması planlanmıştır. 31 Mayıs 2020 itibarıyla da gemilerin bayrak devleti kontrolörünün raporlaması zorunlu gemiler için uygunluk belgesi verme zorunluluğu gelecektir. Bu zorunluluğun 2020 yılında gelecek olması emisyon salınımı yapan diğer tonaj ve/veya makine gücündeki tüm gemi tiplerinde de orta/uzun vadede zorunlu hale getirileceğinin göstergesi olarak kabul edilebilir.

Çalışmada av sezonunda en yoğun avcılığın yapıldığı Karadeniz bölgesinde (TÜİK, 2017) avcılık yapan 3 ayrı boy grubunda 20 metre üstü 18 adet gırgır balıkçılığıyla uğraşan geminin 2017-2018 av sezonu boyunca yaptığı hareketler incelenmiş ve yaydığı emisyonlar hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda toplam NO_x, SO_x, CO₂, HC ve PM gazlarının liman, operasyon ve seyir esnasındaki değerleri her koşul için ayrı olarak ortaya çıkartılmıştır. Toplamda 2613 günlük veri incelenmiştir.

Bu çalışmada literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak av yoğunluğu nedeniyle emisyon etkilerinin fazla olduğu Karadeniz'de en yüksek av gücüne sahip gemi boy gruplarının avcılık sezonu boyunca yaydığı emisyonun hesaplanması ve bu değerlerin gemi boyu, makine gücü, boy grubu ve çalışma gün sayıları arasındaki ilişki ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

ÖTV'siz yakıt ile normal yakıt arasındaki farkın azalması istatistikler incelendiğinde özellikle çalışmada da incelenen 20 metreden büyük balıkçı gemilerinin ticari kaygılar nedeniyle yakıt alım miktarlarında önemli bir değişiklik göstermediğini ortaya koymuştur.

Yani sezon boyunca balıkçı gemilerinin ticari hedefi olan balığın olduğu yerde balıkçı filosunun da olması dolayısıyla emisyon salınımı da kaçınılmaz olacaktır. Emisyon hacminin azaltılması ve balık stoklarının korunması için mevcut şartlarda gemi makinelerinin güçlerinde yapılacak hassas hesaplamalar paralelinde çalışma sonucunda ana emisyon kaynağı sağlanması olarak bulunan makine güçlerinin düzenlenmesi adına faydalı olacaktır. Gemilerde kullanılan yakıt tipinin değiştirilmesi emisyon oranlarının azaltılmasında etkili olacaktır. Aynı şekilde balıkçı gemilerin seyir hızlarında sağlanacak azaltımın da düşük yakıt tüketimine dolayısıyla düşük emisyon değerleri elde edilmesinde önemli rol oynayacaktır. Bu çalışmada uzaktan izleme yöntemiyle izlenen gırgır balıkçılığı filosunun yaklaşık %6'lık kısmı için hesaplanan emisyon değerleri genel hatlarıyla filo ortalamasını yansıtmaktadır ancak çalışmanın tüm balıkçılık filusunda uygulanabilirliğinin sağlanması emisyon değerlerinin ölçülmesindeki hassasiyeti arttıracaktır.

Ülkemizde ve Dünya'da harcanan birim yakıt karşılığında avlanan balık miktarına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Karadeniz'de avlanan ana türleri hedef alan gırgır tipi balıkçı gemilerinin emisyon değerlerini inceleyen bu çalışma diğer çalışmalar ile bütünleştirilerek avlanan birim balık başına ortaya çıkan emisyonların hesaplanmasında faydalı olacaktır.

Liman kondisyonlarındaki emisyon salınımları diğer kondisyonlardaki emisyon salınımlarından daha fazla olduğu ortaya çıkartılmıştır. TAGEM (2018) verilerine göre mevcut 141 adet balıkçı barınağında 72 adetinde balıkçı gemileri için boşaltma imkanı olması balıkçı gemisi kaynaklı emisyonların yalnızca bu imkana sahip limanlarda emisyon salınımına sebebiyet vererek dezavantaj sağlamaktadır. Aynı şekilde mevcut balıkçı limanlarının 40 adetinde Balıkçı gemileri için elektrik imkanı olmaması balıkçı gemilerinin limanlama ya da limandaki operasyon esnasında emisyon kaynağı olan jeneratörlerinin aktif olarak çalışmasına ve dolayısıyla emisyon salınımı yapmasına sebep olacaktır. Balıkçı barınaklarında yapılacak bu yöndeki iyileştirmeler emisyon azaltımı için bir önlem olacaktır.

Bu çalışma ve dünyadaki diğer uzaktan filo izleme çalışmaları paralelinde gemilerde kurulu olan uzaktan izleme sistemleri ile bütünleşmiş olarak çalışacak bir veri tabanı sistemi gemi kaynaklı emisyonların sürekli izlenmesine dair bir yazılımın yapılmasına destek olacaktır. Uzaktan izleme sistemi ile anlık olarak belirlenmesi planlanan emisyon verileri ile gemilerin anlık pozisyonları irdelenerek insan hayatına zarar verebilecek limitlerin ya da bölgelerin olduğu uzaklıklarda emisyon kontrol alanların kurulması ilerde

fayda sağlayacaktır. Ticari kaygılar nedeniyle Türkiye dışında özellikle Gürcistan sularında avlanan balıkçı gemilerinin (TAGEM, 2018) emisyonlarının da takibi için gerekli çalışmaların yapılması ve kullanılan BAGİS sisteminin kapsamının diğer ülkelerle konsensus sağlanarak kapsamının artırılması tüm Karadenizdeki anlık emisyon değerlerinin ölçümü ve ileride yapılacak olan emisyon kontrol alanı çalışmaları için veritabanı oluşturulmasında önem arz edecektir.

Dünya'daki 20 m üzeri motorlu balıkçı gemilerinin %0,16'lık kısmı Türkiye'de bulunmaktadır. (FAO, 2018) Türkiye'deki 20 m üzeri motorlu balıkçı filosunun yaklaşık %60'ı gırgır gemisi olup bu çalışmada Karadeniz Bölgesinde avcılık izni alan gırgır gemilerin %13'ünün 2017-2018 av sezonunda salınım yaptığı emisyon miktarları bulunmuştur (BSGM, 2018). Emisyon kaynağı olan diğer gırgır ve diğer tipteki balıkçı gemilerinin de emisyon miktarlarının tüm Türkiye'yi temsil edecek şekilde hesaplanması yönelik çalışmalar faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Andreoni, V., Miola, A., Perujo, A., 2008. Costeffectiveness Analysis of the Emission Abatement in the Shipping Sector Emissions. European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, Lüksemburg.
- Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S . ve Mjelde, A., 2009. Second IMO GHG Study 2009. International Maritime Organization (IMO) London, UK.
- BSGM, 2018. Su Ürünleri İstatistikleri, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- BSGM, 2019. 7. Hamsi Çalıştayı, Trabzon.
- Campbell, M. S., Stehfest, K. M., Votier, S. C. ve Hall-Spencer, J. M., 2014. Mapping Fisheries for Marine Spatial Planning: Gear-specific Vessel Monitoring System (VMS), Marine Conservation and Offshore Renewable Energy. Marine Policy, 45, 293-300.
- Chan, Y.C., Hawas, O., Hawker, D., Vowles, P., Cohen, D.D., Stelcer, E. ve Christensen, E., 2011. Using Multiple Type Composition Data and Wind Data in PMF Analysis to Apportion and Locate Sources of Air Pollutants, Atmospheric Environment, 45, 2, 439-449.
- Chang, S.K., 2010. Application of a Vessel Monitoring System to Advance sustainable Fisheries Management-Benefits Received in Taiwan, Marine Policy, 35, 116-121.
- Coello, J., Williams, I., Hudson, D. A., Kemp, S., 2015. An AIS-Based Approach to Calculate Atmospheric Emissions from the UK Fishing Fleet, Atmospheric Environment, 114, 1-7.
- Commission Regulation (EC) No 2244/2003 of 18 December 2003. Laying Down Detailed Provisions Regarding Satellite-Based Vessel Monitoring Systems.
- Corbett, J.J., Fischbeck, P.S., Pandis, S.N., 1999. Global Nitrogen and Sulphur Inventories for Ocean-Going Ships, Journal of Geophysical Research, 104, 3457–3470.
- Corbett, J.J., Wang, H., ve Winebrake, J.J., 2009. The Effectiveness and Costs of Speed Reductions on Emissions from International Shipping, Transportation Research Part D, 14, 593-598.
- Corbett, J.J., Winebrake, J.J., Green, E.H., Kasibhatla, P., Eyring, V. ve Lauer, A., 2007. Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment, Environ. Sci. Technol., 41, 8512-8518.

- Çiloğlu, E. ve Yandı, İ., 2017. Araştırma Makalesi Research Article Deniz Balıkçılığında Sarf Edilen Özel Tüketim Vergisiz Yakıt (Ötv'siz) ve Avlanan Ürün Miktarlarının Karşılaştırılması, Yunus Araştırma Bülteni, 4, 451-472.
- Deniz, C., ve Durmuşoğlu, Y. 2008. Estimating Shipping Emissions in the Region of the Sea of Marmara, Turkey, Science of the Total Environment, 390, 1, 255-261.
- De Meyer, P., Maes, F. ve Volckaert, A., 2008. Emissions from International Shipping in the Belgian part of the North Sea and the Belgian Seaports. Atmospheric Environment, 42,1, 196-206.
- Dincer, F., ve Elbir, T., 2007. Estimating National Exhaust Emissions from Railway Vehicles in Turkey, Science of the Total Environment, 374, 1, 127-134.
- Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A. ve Kleypas, J. A., 2009. Ocean Acidification: The Other CO₂ Problem, Annual Review of Marine Science, 1,1, 169–192.
- Endresen, Ø., Sørgård, E., Sundet, J. K., Dalsøren, S. B., Isaksen, I. S., Berglen, T. F. ve Gravir, G., 2003. Emission from International Sea Transportation and Environmental Impact, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 108, 1-17.
- Eyring, V., Isaksen, I.S., Berntsen, T., Collins, W. J., Corbett, J.J., Endresen, O. ve Stevenson, D.S., 2008. Transport Impacts on Atmosphere and Climate, Shipping Atmospheric Environment, 44, 37, 4735-4771.
- Fabry, V., Seibel, B. A., Feely, R. A., ve Orr, J. C., 2008. Impacts of Ocean Acidification on Marine Fauna and Ecosystem, Biodiversity and Climate Change, 185–195.
- FAO, 2013. The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO, 2018. FAO Yearbook, Fishery and Aquaculture Statistics, Rome.
- Goldsworthy, L. ve Goldsworthy, B., 2015. Modelling of Ship Engine Exhaust Emissions in Ports and Extensive Coastal Waters Based on Terrestrial AIS data—An Australian Case Study, Environmental Modelling & Software, 63, 45-60.
- Gücü, A. C., Genç, Y., Dağtekin, M., Sakınan, S., Ak, O., Ok, M., ve Aydın, İ. 2017. On Black Sea Anchovy and Its Fishery, Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 25, 3, 230-244.
- Guldborg, O. H., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Hatzilios, M. E., 2008. Change and Ocean Acidification, Science, 318, 1737–1742.
- IMO, 2009. Second IMO GHG Study 2009 Executive Summary and Final Report, London.
- IMO, 2015. Third IMO GHG Study 2014 Executive Summary and Final Report, London.

- Jakobson, M.Z., 2002. Atmospheric Pollution, History, Science and Regulation, Cambridge University Press.
- Kılıç, A., 2009. Marmara Denizi'nde Gemilerden Kaynaklanan Egzoz Emisyonları, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11, 2, 124-134.
- Lauer, A., Eyring, V., Hendricks, J., Jöckel, P., ve Lohmann, U., 2007. Global Model Simulations of the Impact of Ocean-Going Ships on Aerosols, Clouds, and the Radiation Budget, Atmospheric Chemistry and Physics, 7, 19, 5061-5079.
- Laso, J., Vázquez-Rowe, I., Margallo, M., Crujeiras, R. M., Irabien, Á., ve Aldaco, R., 2018, Life Cycle Assessment of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Landed by Purse Seine Vessels in Northern Spain., International Journal of Life Cycle Assessment, 23, 5, 1107–1125.
- Li, C., Yuan, Z., Ou, J., Fan, X., Ye, S., Xiao, T., ve Zheng, J., 2016. An AIS-Based High-Resolution Ship Emission Inventory and Its Uncertainty in Pearl River Delta Region, China, Science of the Total Environment, 573, 1-10.
- Lin, S. L., Lee, W. J., Chang, S. S., Lee, C. F., Lee, L. F., Lin, C. S ve Loong, H., 2011. Energy Savings and Emission Reduction of Traditional Pollutants, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Using Solvent-Containing Water Emulsified Heavy Fuel Oil in Boilers, Energy and Fuels, 25, 4, 1537–1546.
- Liu, Y., Ge, Y., Tan, J., Fu, M., Shah, A. N., Li, L. ve Ding, Y., 2018. Emission Characteristics of Offshore Fishing Ships in the Yellow Bo Sea, China, Journal of Environmental Sciences, 65, 83-91.
- Lyyränen, J., Jodiniemi, J., Kauppinen, E., ve Joutsensaari, J., 1999. Aerosol Characterization in Medium-Speed Diesel Engines Operating with Heavy Fuel Oils, Journal of Aerosol Science, 30, 6, 777-784.
- Millero, F.J., 1995. Thermodynamics of the Carbondioxide System in the Oceans, Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 4, 661-677.
- Natural Resources Defence Council (NRDC) Harboring Pollution Strategies to Cleanup US Ports, New York.
- Nunes, R. A. O., Alvim-Ferraz, M. C. M., Martins, F. G. ve Sousa, S.I.V., 2017. Assessment of Shipping Emissions on Four Ports of Portugal, Environmental Pollution, 231, 1370-1379.
- Orr, J. C., Fabry, V. J., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S. C., Feely, R. A. ve Yool, A., 2005. Anthropogenic Ocean Acidification Over the Twenty-First Century and Its Impact on Calcifying Organisms, Nature, 437, 7059, 681–686.
- Park, J. A., Gardner, C., Chang, M. I., Kim, D. H., ve Jang, Y. S., 2015. Fuel Use and Greenhouse Gas Emissions from Offshore Fisheries of the Republic of Korea, PLoS One, 10, 8, 1–12.

- Parker, R.W. ve Tyedmers, P.H., 2015. Fuel Consumption of Global Fishing Fleets: Current Understanding and Knowledge Gaps, Fish and Fisheries, 16,4, 684-696.
- Parker, R. W., Blanchard, J. L., Gardner, C., Green, B. S., Hartmann, K., Tyedmers, P. H. ve Watson, R.A., 2018. Fuel Use and Greenhouse Gas Emissions of World Fisheries, Nature Climate Change, 8, 4, 333.
- Pelejero, C., Calvo, E., ve Hoegh-Guldberg, O., 2010. Paleo-Perspectives on Ocean Acidification, Trends in Ecology and Evolution, 25, 6, 332–344.
- Perez, H. M., Chang, R., Billings, R., ve Kosub, T. L., 2009. Automatic Identification Systems (AIS) Data Use in Marine Vessel Emission Estimation, In 18th Annual International Emission Inventory Conference, 14, 1-17.
- Polivka, B. J., 2018. The Great London Smog of 1952. AJN. The American Journal of Nursing, 118, 4, 57-61.
- Port, D., Perez, J. A. A. ve Menezes, J. T., 2016. Energy Direct Inputs and Greenhouse Gas Emissions of the Main Industrial Trawl Fishery of Brazil. Marine Pollution Bulletin, 107, 1, 251–260.
- Resmi Gazete, 2016. 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ, Tebliğ No: 2016/35 Madde 18/b, 29800.
- Rijnsdorp, A. D., Dol, W., Hoyer, M. ve Pastoors, M. A., 2000. Effects of Fishing Power and Competitive Interactions Among Vessels on the Effort Allocation on the Trip Level of the Dutch Beam Trawl Fleet. ICES Journal of Marine Science, 57, 4, 927-937.
- Sahin, C., 2008. A Preliminary Study on Investigation of Purse Seine Bycatch Composition in the South Eastern Black Sea. Journal of Fisheries Sciences, 2, 5, 677–683.
- Shah, S. D., Cocker, D. R., Miller, J. W., ve Norbeck, J. M., 2004. Emission Rates of Particulate Matter and Elemental and Organic Carbon from In-Use Diesel Engines, Environmental Science and Technology, 38, 2544–2550.
- Sinha, P., Hobbs, P. V., Yokelson, R. J., Christian, T. J., Kirchstetter, T. W. ve Bruintjes, R., 2003. Emissions of Trace Gases and Particles from Two Ships in the Southern Atlantic Ocean, Atmospheric Environment, 37, 15, 2139-2148.
- Song, S. K. ve Shon, Z. H., 2014. Current and Future Emission Estimates of Exhaust Gases and Particles From Shipping at the Largest Port in Korea. Environmental Science and Pollution Research, 21, 6612-6622.
- TAGEM, 2018. Ulusal Hamsi Çalıştayı Bildiri Kitabı, Trabzon.
- TAGEM, 2019. Ulusal Hamsi Çalıştayı Bildiri Kitabı, Trabzon.

- TAGEM, 2018 HAYSUD/2015/A11/P-02-9 Nolu "Karadeniz Balıkçılığında Uzatma Ağları ve Etkilerinin Araştırılması" projesi sayfa 50-51.
- Trozzi,C., 2010. Emission Estimate Methodology for Maritime Navigation,EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guide Book Technical Report No 9.
- TÜİK. Su Ürünleri İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 16 Nisan 2019.
- Tyedmers, P., 2004. Fisheries and Energy Use. In: Encyclopedia of Energy. (ed. C. Cleveland). Elsevier, New York.
- Tyedmers, P., Parker, R., 2012. Fuel Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Global Tuna Fisheries : A Preliminary Assessment. ISSF Technical Report.
- Tyrrell, T., 2008. Calcium Carbonate Cycling in Future Oceans and Its Influence on Future Climates., Journal of Plankton Research, 30, 141-156.
- Ulukan, U., 2016. Balıklar, Gemiler ve Tayfalar: Türkiye’de Balıkçılık Sektöründe Çalışma ve Yaşam Koşulları, Çalışma ve Toplum, 1, 115–142.
- URL-1, <https://www.oecd.org/g20/topics/energy-environment/growth/oecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.html>. 17 Nisan 2019
- URL-2, <https://www.lenntech.com/faq-air-pollution.htm#ixzz5rBg5TISA>. 20 Nisan 2019.
- URL-3, <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics>. 18 Nisan 2019.
- URL-4, <https://www.statista.com/statistics/>. 17 Nisan 2019
- URL-5, http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_VI/index.htm. 17 Nisan 2019
- URL-6, <http://www.dasp.dk/sites/dasp.dk/files/pictures/marpol5.pdf>. 19 Nisan 2019.
- URL-7, http://www.bergermaritime.nl/nox_tier_iii_neca. 18 Nisan 2019.
- URL-8, <http://www.epa.gov/oar/airpollutants.html>. 19 Nisan 2019.
- URL-9, <http://www.mfa.gov.tr>. 15 Nisan 2019.
- URL-10, <http://bagis.tarim.gov.tr>. 10 Nisan 2019.
- WHO, 2003. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide, Report on a WHO (World Health Organization) Working Group, Bonn, Germany.

- Winnes, H., Styhre, L. ve Fridell, E., 2015. Reducing GHG Emissions from Ships in Port areas, Research in Transportation Business and Management, 17, 73-82.
- Winther, M., Christensen, J. H., Plejdrup, M.S., Ravn, E. S., Eriksson, Ó. F. ve Kristensen, H. O., 2014. Emission Inventories for Ships in the Arctic Based on Satellite Sampled AIS Data, Atmospheric Environment, 91, 1-14.
- Wu, T. S., Hsieh, L. Te, Lin, S. L., Chang, Y. C., Chen, C. B. ve Hung, C.H., 2010. Emissions from Using Viscous Agent-Treated Fishing Boat Fuel Oil: Tests with a Heavy-Duty Diesel Engine (HDDE) Dynamometer, Aerosol and Air Quality Research, 10, 1, 76–85.
- Yang, Y., Lee, D., Hwang, B., Lee, K. ve Lee, J., 2015. A Quantitative Analysis of Greenhouse Gases Emissions from Bottom Pair Trawl Using a LCA Method, Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, 51, 1, 111–119.
- Zhang, F., Chen, Y., Chen, Q., Feng, Y., Shang, Y., Yang, X. ve Xie, Z., 2018. Real-World Emission Factors of Gaseous and Particulate Pollutants from Marine Fishing Boats and Their Total Emissions in China, Environmental Science and Technology, 52, 8, 4910–4919.

ÖZGEÇMİŞ

Eralp ÖZKAYA, 21.06.1980 tarihinde Giresun'da dünyaya gelmiştir. İlköğrenimini Cumhuriyet İlkokulu'nda ve Giresun Mehmet Akif Ersoy Ortaokulu'nda tamamlamış olup orta öğrenimini Giresun Yabancı Dil Ağırlıklı lisesinde tamamlamıştır. 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Güverte Bölümü'nden mezun olup 2013 yılında Uzakyol Kaptanı ehliyetini almıştır. 2014 yılında ise T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde Deniz Trafik Kılavuzu olarak göreve başlamıştır. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamış olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.