

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL BOĞAZI YEREL DENİZ TRAFİĞİ
KAYNAKLI EGZOZ EMİSYONLARI ÜZERİNE
DEĞERLENDİRME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Konur Alp DEMİR

Denizel Çevre Ana Bilim Dalı


**Danışman
Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU**


MART, 2018

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

KONUR ALP DEMİR tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “İSTANBUL BOĞAZI YEREL DENİZ TRAFİĞİ KAYNAKLI EGZOS EMİSYONLARI ÜZERİNE DEĞERLENDİRME” başlıklı tez KIYI BÖLGELERİ YÖNETİMİ Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.


Tez Danışmanı
Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU


Jüri Üyesi
Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR


Jüri Üyesi
Doç. Dr. Alper KILIÇ


Jüri Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Abdullah AKSU


Jüri Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Ömer Suat TAŞKIN

Tez Savunma Tarihi: 14/03/2018

ÖNSÖZ

İstanbul ilinin ulaşım sorununa konforlu bir çözüm sunan yerel deniz taşımacılık firmaları İstanbul halkını hem zamandan hem de seyahat sıkıntılarından kurtarması açısından önemli bir konumda durmaktadır. Ancak bu konforun ve kolaylığın olumsuz getirileri de bulunmaktadır. İstanbul Boğazı yerel deniz sahasında çalışan dört yerel deniz taşımacılık firmasına ait toplamda 151 deniz aracının günlük olarak doğaya salmış olduğu emisyon değerleri İstanbul hava sahasını önemli bir oranda kirletmektedir. Bu kirliliğin oranını hesaplamayabilmek için girişilen çaba sonucunda bu yüksek lisans tezi ortaya çıkmıştır.

Tez çalışmam süresince ve yüksek lisans eğitimimin ders aşamasında benden desteğini esirgemeyen ve bu aşamaya gelmemde önemli bir emeği bulunan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cem Gazioğlu'na sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunmaktan büyük bir onur duyarım.

Ayrıca ders aşamasında bilgilerinden önemli derecede faydalandığım Sayın Prof. Dr. Selmin Burak, Sayın Yrd. Doç. Dr. Volkan Demir ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Abdullah Aksu'ya teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Bununla birlikte tez çalışmam aşamasında gerek kaynak temin edilmesi ve gerekse de değerli yönlendirmeleri ile tarafıma gerçek anlamda destek olan Sayın Doç. Dr. Alper Kılıç'a en derin içtenliğim ile teşekkürlerimi ve saygılarımı sunmaktan büyük bir mutluluk duyarım.

Nihai aşamada ise böyle bir tezin üretilmesinde danışmanlığı ile yön veren Sayın Prof. Dr. Cem Gazioğlu'na teşekkürlerimi sunarım. Bu tezden sonra denizcilik alanında yapacağım çalışmalar için kendisine her zaman minnettar olacağım....

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
SİMGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMA LİSTESİ	x
I. GİRİŞ.....	1
1.1. İstanbul Boğazı'nın Temel Özellikleri.....	2
1.1.1. Türk boğazlarını düzenleyen hukuksal metinler	3
1.1.1.1. Montreux Boğazlar sözleşmesi.....	4
1.1.1.2. Türk boğazları deniz trafik düzeni tüzüğü	5
1.2. İstanbul Boğazı Yerel Deniz Trafiği.....	6
1.2.1. İstanbul Deniz Otobüsleri (İDO).....	7
1.2.2. İstanbul Şehir Hatları	8
1.2.3. Sınırlı Sorumlu Turizm ve Yolcu Deniz Taşıyıcılar Kooperatifi (TURYOL).....	9
1.2.4. Sınırlı Sorumlu Avrasya Deniz ve Turizm Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi ve Avrasya Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri (DENTUR Avrasya Grup).....	9
1.3. İstanbul Boğazı Bölgeleri.....	10
1.4. İstanbul İli Yerel Deniz Trafiği Seyir Bölgeleri	12
II. ÇALIŞMANIN KAPSAMI, MATERYALİ, YÖNTEMİ ve KISITLILIKLARI.....	13
2.1. Çalışmanın Kapsamı	13
2.2. Materyal	13
2.3. Yöntem ve Kısıtlılıklar.....	14
III. YAKITLAR ve YANMA	16
3.1. Deniz Araçlarının Kullandığı Yakıtlar	19
3.2. Fuel Oil.....	21
3.3. Diesel Oil (Motorin).....	22
IV. GEMİ MAKİNELERİ EMİSYONU	23
4.1. Kükürt Dioksit (SO ₂).....	24
4.2. Karbon Monoksit (CO)	25
4.3. Azot Oksitler (NO _x).....	25
4.4. Hidrokarbonlar (HC)	25
4.5. Partiküller (PM)	26
V. İSTANBUL BOĞAZI YEREL DENİZ TAŞIMACILIK FİRMALARININ GÜNLÜK TOPLAM SEFERLERİ	28
5.1. İstanbul Deniz Otobüsleri Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri	28
5.1.1. Bostancı-Beşiktaş hattı	29
5.1.2. Bostancı-Kadıköy-Yenikapı-Bakırköy hattı	29
5.1.3. Dış hatların İstanbul C-2 bölgesindeki seferleri.....	30
5.1.3.1. Kadıköy-Bursa hattı (1 numaralı hat)	30
5.1.3.2. Bostancı-Avşa hattı (2 numaralı hat)	31
5.1.3.3. Bostancı-Esenköy hattı (3 numaralı hat).....	31
5.1.3.4. Kadıköy-Bursa hattı (4 numaralı hat)	31
5.1.3.5. Yenikapı-Yalova hattı (5 numaralı hat)	31

5.1.3.6. Yenikapı-Bursa hattı (6 numaralı hat).....	32
5.1.3.7. Yenikapı-Bandırma hattı (7 numaralı hat)	33
5.1.4. Araba vapuru hatları.....	33
5.2. İstanbul Şehir Hatları Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri	34
5.2.1. İstanbul içi vapur hatları	34
5.2.1.1. Kadıköy-Eminönü hattı.....	34
5.2.1.2. Karaköy-Kadıköy hattı	35
5.2.1.3. Üsküdar-Eminönü hattı	35
5.2.1.4. Kadıköy-Beşiktaş hattı	35
5.2.1.5. Haliç hattı	36
5.2.1.6. Bostancı-Karaköy hattı.....	36
5.2.2. Arabalı vapur hattı.....	36
5.2.3. Boğaz hatları	37
5.2.3.1. Sarıyer-Rumeli Kavağı-Anadolu Kavağı hattı	37
5.2.3.2. Küçüksu-Beşiktaş hattı	37
5.2.3.3. Çengelköy-İstinye hattı	37
5.2.3.4. Kadıköy-Sarıyer hattı	38
5.2.3.5. Anadolu Kavağı-Üsküdar hattı	38
5.2.3.6. Üsküdar-Ortaköy hattı.....	38
5.2.3.7. Rumeli Kavağı-Eminönü hattı	39
5.2.3.8. Küçüksu-İstinye hattı	39
5.3. Sınırlı Sorumlu Turizm ve Yolcu Deniz Taşıyıcılar Kooperatifi (TURYOL) Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri.....	39
5.3.1. Bakırköy-Eminönü hattı	40
5.3.2. Beşiktaş – Kadıköy hattı	40
5.3.3. Eminönü - Kadıköy (metro durağı) hattı.....	40
5.3.4. Eminönü-Kadıköy 2 (Çayırbaşı) hattı	41
5.3.5. Eminönü – Üsküdar hattı.....	41
5.3.6. Kadıköy – Beşiktaş hattı	41
5.3.7. Kadıköy (metro durağı) - Karaköy hattı.....	42
5.3.8. Kadıköy 2 (Çayırbaşı) – Eminönü hattı	42
5.3.9. Karaköy - Kadıköy (metro) hattı	42
5.3.10. Karaköy - Kadıköy 2 (Çayırbaşı) hattı	42
5.3.11. Karaköy – Üsküdar hattı.....	43
5.3.12. Üsküdar-Eminönü hattı	43
5.3.13. Kadıköy-Büyükada hattı.....	43
5.3.14. Eminönü-Heybeliada hattı.....	44
5.3.15. Eminönü-Büyükada hattı.....	44
5.3.16. Eminönü-Kınalıada hattı	44
5.3.17. Kadıköy-Heybeliada hattı.....	45
5.3.18. Kadıköy-Büyükada hattı.....	45
5.3.19. Kadıköy-Kınalıada hattı	46
5.3.20. Karaköy-Heybeliada hattı.....	46
5.3.21. Karaköy-Büyükada hattı.....	46
5.3.22. Karaköy-Kınalıada hattı	47

5.4. Sınırlı Sorumlu Avrasya Deniz ve Turizm Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi ve Avrasya Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri (DENTUR Avrasya Grup) Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri.....	47
5.4.1. Üsküdar-Beşiktaş hattı.....	48
5.4.2. Üsküdar-Kabataş hattı.....	48
5.4.3. Eminönü-Bebek hattı.....	48
5.4.4. Beşiktaş-Kadıköy hattı.....	49
5.4.5. Beşiktaş-Kabataş-Adalar hattı.....	49
VI. YEREL DENİZ TAŞIMACILIĞI YAPAN DENİZ ARAÇLARINDAN KAYNAKLANAN EGZOZ EMİSYON DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI.....	50
6.1. Egzoz Emisyon Değerlerinin Hesaplanması.....	50
6.2. İstanbul Yerel Deniz Sahasında Çalışan Deniz Araçlarının Emisyon Değerleri.....	55
VII. TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	79

ÖZET

İSTANBUL BOĞAZI YEREL DENİZ TRAFİĞİ KAYNAKLI EGZOS EMİSYONLARI ÜZERİNE DEĞERLENDİRME

Konur Alp DEMİR

İstanbul İli sahip olduğu yaklaşık 15 milyon nüfusu ve konumlandığı coğrafya itibarıyla önemli bir kenttir. İstanbul halkının ulaşım sorunu geçmişten günümüze kadar devam eden bir süreci yansıtmaktadır. İlgili ulaşım sorununu aşabilmek için deniz taşımacılığına önemli bir görev düşmektedir. İstanbul İli yerel deniz sahasında çalışan dört yerel deniz taşımacılık firması İstanbul halkını her gün iki yaka arasında taşımaktadır. Bu önemli bir kolaylık olmakla birlikte doğaya salınan emisyon değerleri dikkat çeken bir seviyeye ulaşmış durumdadır. Bu değerlerin tespit edilmesi bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında İstanbul İli yerel deniz sahasında faaliyet gösteren dört adet yerel deniz taşımacılık firmasının sahip oldukları deniz araçlarının ana ve yardımcı makine bilgileri temel değerler olarak kabul edilmiştir. Sonuç itibarıyla ana ve yardımcı makinelerin doğaya salmış oldukları zararlı gazların oranını tespit edebilmek için firmalardan elde edilen bilgiler var olan emisyon faktörleri ile işlenmiş ve nihai aşamada öngörülen emisyon değerleri hesaplanmıştır.

ABSTRACT
EVALUATION ON LOCAL MARINE TRAFFIC EXHAUST EMISSIONS IN THE
STRAIT OF ISTANBUL

Konur Alp DEMİR

Istanbul Province is an important city in terms of its geographical location and its population of about 15 million. The transportation problem of the Istanbul people reflects a process that continues from the past to the present day. Maritime transport takes on a task in order to overcome the related transport problem. Four local maritime transport companies operating on the local seaboard in Istanbul transport the people of Istanbul between two sides of the Bosphorus every day. With this being an important convenience, the emission values emitted to the environment have reached a remarkable level. Identification of relevant values constitutes the main objective of this study. Within the context of this study, the main and auxiliary engine information of marine vessels owned by four local maritime transport companies operating in the local seaside of Istanbul was accepted as basic values. Consequently, in order to determine the proportion of harmful gases emitted by the main and auxiliary engines to the environment, the information obtained from the companies is processed with the existing emission factors and the emission values foreseen at the final stage are calculated.

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.	Yerel trafik bölgeleri mevkileri11
Tablo 2.	Sıvı yakıtların element ve bileşikleri ve yanma ürünleri16
Tablo 3.	Deniz araçlarının ana ve yardımcı makinelerinde kullanılan akaryakıtlar19
Tablo 4.	Makine tiplerine göre özgül yakıt tüketimi52
Tablo 5.	Makine tiplerine göre yakıt bileşenlerinin emisyon faktörleri52
Tablo 6.	Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine ve yardımcı makine emisyon faktörleri (g/kW^h)57
Tablo 7.	Yerel deniz taşımacılık firmalarının yardımcı makine emisyon faktörleri (g/kW^h).....57
Tablo 8.	Seyir dışı serbest çalışma emisyon faktörleri (g/kW^h)58
Tablo 9.	Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine ve yardımcı makine yakıt tüketimi faktörleri (g/kW^h)59
Tablo 10.	Ana makine günlük seyir emisyonları (kg).59
Tablo 11.	Ana makine günlük manevra emisyonları (kg).60
Tablo 12.	Ana makine günlük serbest çalışma emisyonları (kg).....60
Tablo 13.	Yardımcı makine günlük seyir emisyonları (kg).....61
Tablo 14.	Yardımcı makine günlük manevra emisyonları (kg).....61
Tablo 15.	Yardımcı makine günlük serbest çalışma emisyonları (kg).62
Tablo 16.	Toplam günlük seyir emisyonları (kg).62
Tablo 17.	Toplam günlük manevra emisyonları (kg).63
Tablo 18.	Toplam günlük serbest çalışma emisyonları (kg).....63
Tablo 19.	Toplam günlük seyir dışı serbest çalışma emisyonları (kg).64
Tablo 20.	Günlük toplam emisyonları (kg).65
Tablo 21.	2015 verilerine göre belirlenen rota üzerinde tahmini emisyon değerleri.....67
Tablo 22.	Gemi trafik emisyonu değerlendirme modeli tarafından tahmin edilen trafik payı ile ilgili emisyonlar.....67
Tablo 23.	Farklı gemi türlerinin emisyon faktörleri (g/kWh).....68
Tablo 24.	İnci Nehir Deltası bölgesinde gemi emisyonları, 2013 (Ton)69
Tablo 25.	2016 yılı Hollanda deniz sahası emisyon değerleri70

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. İstanbul Boğazı	2
Şekil 2. İstanbul Boğazı trafik ayırım düzenleri	5
Şekil 3. İstanbul Boğazı yerel deniz trafik bölgeleri	10
Şekil 4. İstanbul Deniz Otobüsleri iç hat seferleri haritası	29
Şekil 5. Emisyon değerlerinin hesaplandığı gemi rotası.....	66
Şekil 6. İnci Nehir Deltası bölgesinde yer alan önemli limanlar	68
Şekil 7. Hollanda deniz sahası	69



SİMGE LİSTESİ

C	: Karbon
CO	: Karbon Monoksit
CO ₂	: Karbon Dioksit
°C	: Santigrat Derece
H	: Hidrojen
HC	: Hidrokarbon
H ₂ O	: Su
K	: Kül
kg	: kilogram
N	: Azot
NMVOG	: Metan Dışı Uçucu Organik Bileşikler
NO	: Azot Oksit
PM	: Partikül Madde
S	: Kükürt
SO ₂	: Kükürt Dioksit
TSP	: Toplam Askıda Partikül Madde
W	: Su

KISALTMA LİSTESİ

AŞ	: Anonim Şirketi
DENTUR	: Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri
GTİP	: Gümrük Tarife İstatistik Pozisyon
İDO	: İstanbul Deniz Otobüsleri
MARPOL	: Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi
TURYOL	: Sınırlı Sorumlu Turizm ve Yolcu Deniz Taşıyıcılar Kooperatifi



I. GİRİŞ

İstanbul Boğazı yerel deniz trafiğinden kaynaklanan emisyon değerlerinin ölçülmesi üzerine kurgulanmış olan bu yüksek lisans tezinin temel çalışma alanı İstanbul C-1, C-2 ve C-3 bölgesinde faaliyet gösteren dört yerel deniz taşımacılık firmasıdır. Bir başka ifadeyle bu yüksek lisans tezi dört yerel deniz taşımacılık firması özelinde gerçekleştirilmiştir. Yerel deniz taşımacılık firmalarından elde edilen (sahip oldukları deniz araçlarının ana ve yardımcı makinelerinin kilovat güçleri) bilgilerin tarafımızca işlenmesi sonucunda emisyon değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama işlemi emisyon faktörleri dikkate alınarak kg cinsinden yapılmıştır. Bu bağlanma değerlendirmeye alınan unsurlar şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Seyir Sırasındaki Emisyon Faktörleri (Ana Makine Seyir Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$); Ana Makine Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$); Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$),
- Seyir Dışı Emisyon Faktörleri (Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$),
- Ana Makine Seyir Emisyon Değerleri (kg),
- Ana Makine Manevra Emisyon Değerleri (kg),
- Ana Makine Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Yardımcı Makine Seyir Emisyon Değerleri (kg),
- Yardımcı Makine Manevra Emisyon Değerleri (kg),
- Yardımcı Makine Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Seyir ve Manevra Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Seyir Dışı Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Günlük Toplam Emisyon Değerleri (kg).

Bu çalışmanın nihai hedefinde İstanbul Boğazı yerel deniz trafiğinden kaynaklanan emisyon değerlerinin hesaplanmasıdır. Bir diğer ifadeyle belirlenen yerel deniz sahasında çalışan yerel deniz taşımacılık firmalarından kaynaklanan emisyonların oranının tespit edilmesidir.

1.1. İstanbul Boğazı'nın Temel Özellikleri

İstanbul Boğazı, Kuzey'de Anadolu Feneri ile Türkeli Feneri'nin birleştiği hat ile Güney'de Ahırkapı Feneri ile Kadıköy İnciburnu/Mendirek Feneri'nin birleştiği çizgi arasında kalan su yoludur*.

İstanbul Boğazı, kaba bir biçimde tarif edildiğinde, “S Şekli”ne sahip bir görünüm sergilemektedir. Karadeniz ve Marmara Denizi'nin birbirine bağlayan dar bir kanaldır. İstanbul İli'nin idari liman sınırları içerisinde kalan İstanbul Boğazı yaklaşık 17 deniz mili uzunluğuna sahip ve 41° 01' N ve 41° 13' N enlemlerinde kalmaktadır (Akten, 2002). İstanbul Boğazı, Asya Kıtası ile Avrupa Kıtası'nı birbirinden ayırmaktadır (Akten, 2003). Bu gösterim Şekil 1'de resmedilmiştir.



Şekil 1. İstanbul Boğazı.**

* Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü, 1998.

** Landsat, 2017.

İstanbul Boğazı'nın yaklaşık 17 deniz mili (31 kilometre) uzunluğundaki hat boyunca en dar yeri yaklaşık 700 metredir. Bir diğer ifade ile Asya Kıtası İle Avrupa Kıtası'nın birbirlerine yaklaştığı en dar nokta 700 metredir. Benzer biçimde İstanbul Boğazı'nın iki kıta arasındaki en geniş yeri de yaklaşık 1500 metredir. İstanbul Boğazı'nda gemi trafiğini ilgilendiren 12 adet keskin manevra yapılması gereken nokta bulunmaktadır. Bu noktalar arasında, bir geminin seyir sırasında 45 derecelik dönüş yapmasını gerektiren dört mevki ve 80 derecelik dönüş yapmasını gerektiren bir mevki (Yeniköy) bulunmaktadır. İstanbul Boğazı'nın ortalama derinliği ise 60 metredir (Başaraner v.d., 2011).

İstanbul Boğazı, coğrafi yapısı gereği tehlikeli bir su geçiş yoludur. Bunun en temel sebeplerinden birisi İstanbul Boğazı'nın ince, kıvrımlı ve uzun bir su yolu geçişi olmasından kaynaklanmaktadır. İstanbul Boğazı'nın ortalama genişliği 1600 metredir. İstanbul Boğazı'nda Karadeniz'den Akdeniz'e yönelen yüzey akıntısı ve Akdeniz'den Karadeniz'e ise dip akıntısı gerçekleşmektedir. Bunun başlıca nedeni Karadeniz ile Akdeniz sularının tuzluluk oranının birbirlerinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzey akıntısının (Karadeniz'den Akdeniz'e geçen suyun) normal şartlar altında gemi seyir rotasını takip etmesine rağmen, İstanbul Boğazı'nın coğrafi yapısından kaynaklanan çıkıntılara çarpan su ters istikamete olacak bir biçimde yönünü değiştirmekte ve bazı durumlarda da küçük çaplı girdaplara sebebiyet vermektedir. Bu gibi durumlar seyir halinde olan gemiler için tehlike yaratmaktadır. Bununla birlikte yüzey akıntısı rüzgâr gibi dış etkenlerden de olumsuz yönde etkilenebilmektedir. İstanbul Boğazı'nın seyir güvenliğini etkileyen bir diğer önemli unsuru da, Boğaz'ın dar yapısının su akıntı hızını arttırmasıdır (Özersay, 1999; Özsoy v.d., 2001).

İstanbul Boğazı'nın iki yakasında konumlanmış yoğun yerleşimler "ışık kirliliği" yaratmakta ve uğraksız geçiş yapan gemilerin takip etmesi gereken seyir ışıklarını baskılamaktadır. Böylece gemi geçişleri tehlikeli bir konuma gelmektedir. Bir diğer ifadeyle her an bir gemi kazası tehlikesi gündeme gelmektedir*.

1.1.1. Türk boğazlarını düzenleyen hukuksal metinler

Bu bölümde Türk Boğazları'nı uluslararası ve yerel düzeyde etkileyen hukuksal metinler incelenecektir.

* Ece, 2006.

1.1.1.1. Montreux Boğazlar sözleşmesi

Montreux Boğazlar Sözleşmesi, Türk Boğazları'nın günümüzdeki hukuksal şeklini belirleyen bir sözleşmedir. Sözleşme, Bulgaristan, Fransa, İngiltere, Japonya, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (günümüzde dağılmış durumdadır), Romanya, Türkiye, Yugoslavya ve Yunanistan arasında 20 Temmuz 1936 tarihinde imzalanmış ve 9 Kasım 1936 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Daha sonradan 8 Eylül 1951 tarihinde Japonya Sözleşme'den geri çekilmiştir. Böylece Sözleşmeye taraf olan devlet sıfatından kaynaklanabilecek tüm hak, menfaat ve borçlardan feragat etmiştir (Terzi, 2007).

Montreux Boğazlar Sözleşmesi ile birlikte Türk Su Yolu Boğazları'ndan geçiş için belirlenen temel ilke serbest geçiş üzerine kurgulanmıştır. Belirlenen bu serbestlik kuralının ana hatları ve geçiş kuralları sözleşmenin hükümleri kapsamında şekillenmektedir. Montreux Boğazlar Sözleşmesi'nde Çanakkale Boğazı, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'nden geçmek isteyen ticaret gemileri, savaş gemileri ve hava araçlarınının geçiş şekilleri birbirlerinden bağımsız olacak bir biçimde şekillendirilmiştir (Özersay, 1999).

24 Temmuz 1923 tarihinde Türk Boğazları hakkında "Boğazlar Sözleşmesi" imzalanmıştır. Bu sözleşme kapsamında boğazların silahlardan arındırılması kuraları Türkiye'nin güvenliği konusunda bir takım endişeleri beraberinde getirmiştir (Terzi, 2007).

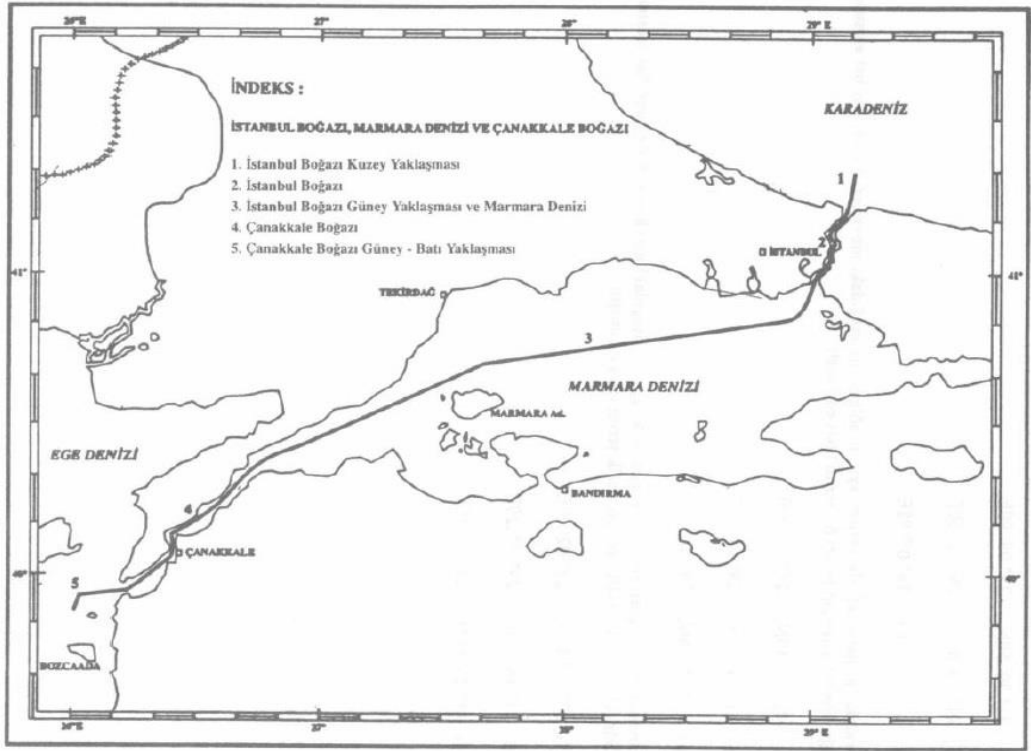
Türkiye kendi sınırları içerisinde bulunan iki boğaz ve bir iç denizden geçiş yapmak isteyen yabancı bayraklı gemilerin durumlarını temel olarak savaş zamanı, barış zamanı ve Türkiye'nin kendi güvenliğini tehlikede hissettiği zamanlar olmak üzere üç konu başlığı altında değerlendirmektedir (Özersay, 1999).

Montreux Boğazlar Sözleşmesi kendisine özgü koşulları bulunan özel bir sözleşmedir. Çünkü İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı arasında konumlanan ve bir iç deniz tanımlamasına sahip olan Marmara Denizi'nin dünya genelinde bir benzerinin olmaması ve aynı zamanda Marmara Denizi'nin de Türk Boğazlar Sistemi'ne dâhil olması bu alanda yapılmış ve yapılacak bir sözleşmeyi özel kılmaktadır (Ece, 2011).

Montreux Boğazlar Sözleşmesi sonucunda Türkiye'nin bölgesel değerinde artış gözlemlenmiştir. Böylece Türkiye'nin Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu Avrupa'daki stratejik önemi belirgin bir hale gelmiştir (Terzi, 2007).

1.1.1.2. Türk boğazları deniz trafik düzeni tüzüğü

20 Nisan 1925 tarih ve 618 sayılı Limanlar Kanunu'na dayanılarak 8 Ekim 1998 tarih ve 98/11860 sayılı Bakanlar Kurulu'nun Kararı ile çıkarılan ve 6 Kasım 1998 tarih ve 23515 (Mükerrer) sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü'nün amacı "...Türk Boğazları'nda seyir, can, mal ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla deniz trafik düzenlemesini gerçekleştirmek..."tir. Bu amaç kapsamında hazırlanan Tüzük, "...Türk Boğazları'nda seyir yapacak tüm gemileri..." kapsamaktadır*. İlgili Tüzük'e göre çalışmanın bölgesel konumunun genel harita resmi Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. İstanbul Boğazı trafik ayırım düzenleri.*

Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü'nün uluslararası hukuk kapsamında değerlendirilmesi durumunda ortaya çıkan sonuç, devletlerin kendi çevre ve ulaşım güvenliği konularında bir takım düzenlemeler yapma yetkilerinin bulunduğuudur. İlgili devlet bu yetkilerini tek taraflı olarak kullanma hakkına sahiptir. Bir diğer sonuca göre ise bir devletin

* Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü, 1998.

kendi çevre ve ulaşım güvenliği sağlayabilmek için giriştiği çabalar hem bir hak ve aynı zamanda da bir ödev olarak yorumlanabilmektedir (Güneş, 2007).

Türkiye, Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü ile birlikte egemen devlet sıfatı ile İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda güvenlik öncelikli ulaşım, insan hayatı, mal ve çevre konularında tedbirler almaya çalışmıştır (Güneş, 2007).

1.2. İstanbul Boğazı Yerel Deniz Trafiği

6 Kasım 1998 tarih ve 23515 (Mükerrer) sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü'nün 34. maddesi'nde *Yerel Deniz Trafiği* şu şekilde açıklanmıştır* :

“**Madde 34** - Kuzeyde Türkeli Feneri'nden, Anadolu Feneri'ne çekilen ve güneyde Ahırkapı Feneri'nden, Kadıköy İnciburnu Mendirek Feneri'ne çekilen çizgiler arasındaki alanda, Boğazın karşılıklı iki kıyısı arasında aykırıolarak geçiş yapan, iskeleler arası seyreden şehir hattı gemileri ile diğerdeniz araçları trafik ayırım şeritlerini en kısa yoldan geçecekler; Karadeniz'den Marmara ve Marmara'dan Karadeniz yönünde seyreden gemilerin yollarından çıkacaklar ve bu gemilere çarpamaz vermeyeceklerdir. Ancak, çatışma olasılığı varsa, gemiler Uluslararası Denizde Çatışmayı Önleme Sözleşmesinin ilgili hükümleri uyarınca gerekli önlemleri alacaklardır.”

Yerel Deniz Trafiği'nin bir diğer açıklamasına da İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi'nin 9. maddesi'nde yer almaktadır** :

“**Yerel Deniz Trafiği:** İstanbul Limanı İdari Sınırları içerisinde seyir yapan feribotlar, şehir hatları gemileri, deniz otobüsleri, düzenli sefer yapan yolcu tekneleri, gemilere yağ, yakıt ve su ikmali yapan tankerler, gezi tekneleri, balıkçı tekneleri, acente motorları, kamuya ait botlar, römorkörler, sivil toplum örgütlerine ait tekneler, su altı ve sörvey çalışması yapan tekneler ve benzerleridir.”

İstanbul Boğazı Yerel Deniz Trafiği'ne dâhil olan unsurlar aşağıda sıralanmıştır*** :

- (Hızlı) Feribotlar,

* Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü, 1998.

** Yerel Deniz Trafiği Rehberi, 2017.

*** Kullanıcı Rehberi, Tarihsiz.

- Şehir Hatları Vapurları,
- Deniz Otobüsleri,
- Tarifeli Yolculuk Yapan Yolcu Tekneleri,
- Tarifesiz Yolculuk Yapan Gezi Tekneleri,
- Balıkçı Tekneleri,
- Acente Motorları,
- Kamu Kurumlarının Sahip Olduğu Botlar (Sahil Güvenlik, Deniz Polisi, Gümrük Muhafaza, Kıyı Emniyeti ve İstanbul Büyükşehir Belediyesine Ait Botlar),
- Gemilere yağ, yakıt ve su taşıyan tankerler,
- Gemilerden sintine suyunu alan tankerler,
- Römorkörler,
- Sivil Toplum Örgütlerinin Sahip Olduğu Tekneler,
- Su Altı ve Sörvey Çalışmalarının Yılması İçin Kullanılan Tekneler.

İstanbul Yerel Deniz Trafığı'ndan kaynaklanan egzoz gazının oranını tespit edebilmeyi amaçlayan bu çalışmanın bu bölümünde, belirlenen saha içerisinde yoğun bir biçimde çalışan üç yerel deniz taşımacılık şirketinin kısa tanıtlarına yer verilmiştir.

1.2.1. İstanbul Deniz Otobüsleri (İDO)

İstanbul Deniz Otobüsleri (İDO) Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi kıyı sularında yolcu ve araç taşımacılığı yapan bir deniz yolu hizmet birimidir. İDO, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı tarafından 1987 yılında İstanbul kıyılarında yolcu ve araç taşımak ve böylece kent içi trafiğini rahatlatmak için kurulmuştur*.

İDO'nun tarihsel kimliği kurumun internet sitesinde "Geçmişten Günümüze İDO" başlığı altında şu şekilde ifade edilmiştir*:

"2005 yılı Şubat ayında; İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Özelleştirme Yüksek Kurulu (ÖYK) ile bir protokol yaparak, Türkiye Şehir Hatları İşletmesini devralma iradesini ortaya koymuştur. Devralma işlemleri İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı adına İDO tarafından yürütülmüştür. Devralma işlemiyle birlikte İstanbul'da

* İDO, 2017.

deniz ulaşımından sorumlu tek otorite İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı olmuş ve bu otorite de büyük ölçüde İDO'ya devredilmiştir.

2011 yılı Haziran ayında İDO AŞ özelleştirilerek; İDO yönetimini TASS (Tepe-Akfen-Souter-Sera) Ortak Girişim Grubu devraldı.”

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak kurulan İDO 1987 yılında ilk defa 449 yolcu kapasiteli iki deniz otobüsü ile seferlerine başlamıştır. 1996 yılına gelindiğinde İDO'nun envanterinde 14 adet gemi bulunmaktaydı. 1998'de 800 yolcu ve 200 araç taşıma kapasiteli 2 adet hızlı feribotu envanterine katarak araç ve yolcu taşımaya başlamıştır. İlk defa 2003 yılında internet ortamında yolcu bileti satmaya başlamıştır. 2004 yılında Pendik-Yalova hattında çalıştırmak üzere 2 adet hızlı feribot satın almıştır. Bu feribotların her biri 588 yolcu ve 112 araç taşıma kapasitesine sahiptir. 2005 yılının Mart ayında Türkiye Denizcilik İşletmeleri'ne bağlı olan Şehir Hatları'nın vapur ve iskeleleri İDO'ya devredilmiştir. 2007 yılında 225 araç ve 1200 yolcu taşıma kapasitesine sahip Osman Gazi 1 feribotu İDO'nun envanterine teslim edilmiştir. 2007 yılında Türk tersanesinde üretilen Suhulet arabalı vapuru İDO'ya teslim edilmiştir. 2010 yılında 34 adet yolcu vapuru ve 49 iskele Şehir Hatları'na devredilmiştir. 2011 yılında İstanbul Büyükşehir Belediye Meclisi'nin kararı ile İDO özelleştirilmiştir. Bu tarihten sonra İDO'nun yönetimi TASS (Tepe-Akfen-Souter-Sera) Ortak Girişim Grubu'na devredilmiştir*.

1.2.2. İstanbul Şehir Hatları

Şehir Hatları 165 yıllık bir geçmişe sahiptir. Şehir Hatları ilk olarak 1844 yılında Bahriye Nezareti'ne bağlı olacak bir biçimde Hazine-i Hassa Vapurları İdaresi'nin faaliyet gösterdiği İstanbul, İzmir, Gemlik ve Tekirdağ illerinde çalışmaya başlamıştır. Şehir Hatları, 2005 yılına kadar Türkiye Denizcilik İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak Marmara Hattı'nda seferlerini sürdürmüştür**.

2005 yılında Türkiye Denizcilik İşletmeleri'nin çatısı altında faaliyet gösteren Şehir Hatları İşletmesi, Özelleştirme Yüksek Kurulu'nun kararı ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne devredilmiştir. 2005 ile 2010 yılları arasında aynı isim ile İstanbul halkına hizmet

* İDO, 2017.

** Şehir Hatları, 2017.

veren kuruluş 2010 yılında bir dönüşüm geçirerek İstanbul Şehir Hatları Turizm Sanayi Ticaret Anonim Şirketi adı altında hizmet vermeye devam etmiştir*.

1.2.3. Sınırlı Sorumlu Turizm ve Yolcu Deniz Taşıyıcılar Kooperatifi (TURYOL)

TURYOL sahip olduğu 60 adet yolcu motoru, 2 adet araç taşıma yeterliliğine sahip gemi, 8 adet turizm amaçlı tekne, 4 adet hizmet teknesi ve işletme hakkına sahip 15 adet iskele ile iç ve uluslararası sularda yolcu ve araç taşımacılığı yapan bir şirkettir**.

TURYOL, İstanbul İl deniz sınırları içerisinde Kadıköy-Haydarpaşa-Eminönü, Karaköy-Üsküdar, Eminönü-Karaköy hatlarında tarifeli ve düzenli seferleri bulunmaktadır. TURYOL, günlük ortalama 470 sefer yapmakta ve toplamda 50.000 kişiyi iki kıta arasında taşımaktadır**.

1.2.4. Sınırlı Sorumlu Avrasya Deniz ve Turizm Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi ve Avrasya Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri (DENTUR Avrasya Grup)

Dentur Avrasya Grup adı altında kurumsallaşan toplamda üç hizmet birimi bulunmaktadır: Sınırlı Sorumlu Avrasya Deniz ve Turizm Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi, Avrasya Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri İnşaat Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi ve Taşdelen Su ve İçecek Sanayi Ticaret Limited Şirketi'dir***.

Dentur Avrasya Grup'a ait deniz araçları Üsküdar-Beşiktaş, Üsküdar-Kabataş ve Eminönü-Bebek hatlarında düzenli seferler düzenlemektedir. Dentur Avrasya Grup'un envanterinde toplamda 41 adet deniz aracı bulunmaktadır. Bu deniz araçları A Plus Sınıfı Tekneler, A Sınıfı Tekneler, B Sınıfı Tekneler ve Gezi Tekneleri olmak üzere toplamda dört ayrı tekne sınıfı bulunmaktadır. Ancak 41 adet deniz aracından yalnızca 36 tanesi İstanbul Liman Sahası'nda çalışmakta ve diğer 5 deniz aracı ise Kocaeli Liman Sahası'nda çalışmaktadır*. Bu sebepten dolayı Kocaeli Liman Sahası'nda çalışan 5 adet deniz aracı tezimiz kapsamında inceleme dışında bırakılmıştır. Şehir Hatları, 2017.

* Şehir Hatları, 2017.

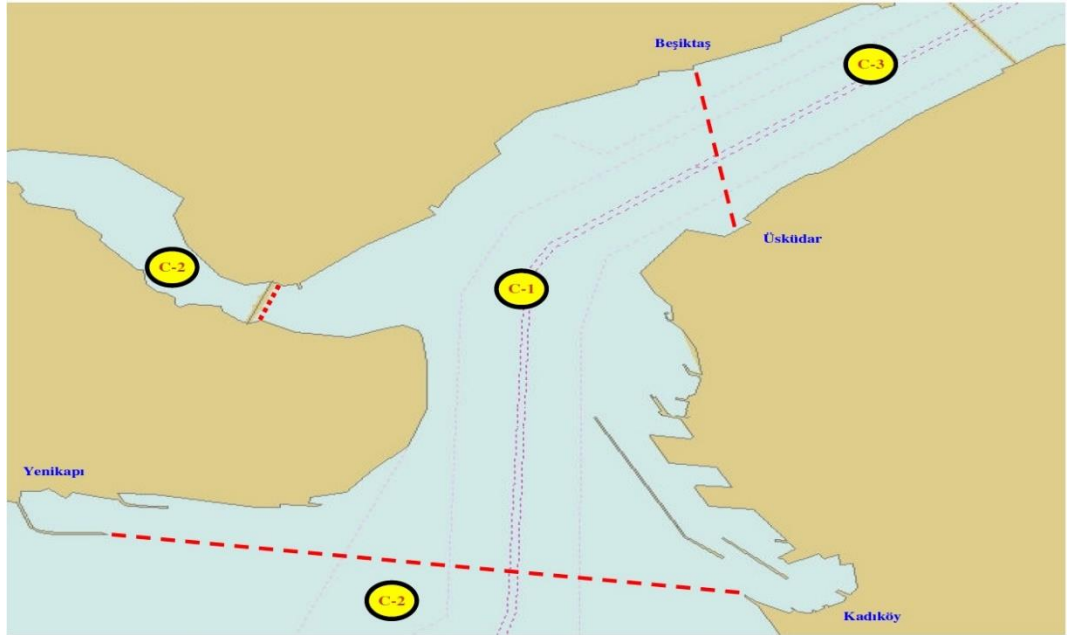
** TURYOL, 2017.

*** DENTUR Avrasya, 2017.

1.3. İstanbul Boğazı Bölgeleri

İstanbul Boğazı'ndaki C-1 Bölgesi diğer iki bölgeye göre en yoğun olan bölgedir. C-1 Bölgesi "...güneyde Kadıköy-Yenikapı, kuzeyde ise Üsküdar-Beşiktaş sınırları arasında kalan (Haliç içi seferler hariç) bölge olup bu bölgeden diğer bölgelere karşılıklı yapılan seferleri içermektedir. Bu bölgede sefer yapılan iskeleler; Kadıköy, Haydarpaşa, Yenikapı, Sirkeci, Eminönü, Karaköy, Kabataş, Beşiktaş ve Üsküdar iskeleleri..."nden meydana gelmektedir.*

C-2 Bölgesi "C-1 Bölgesinin güneyinde kalan (Haliç içi seferler bu bölgeye dahil edilmiştir) Transit trafiği çok fazla etkilemeyen, "Yerel Trafik Rehberi"nde belirtildiği gibi İstanbul Liman Başkanlığı idari sınırları içerisinde kalan ve bu bölge içerisinde Marmara içerisinde olup, Bölge dışarısında kalan iskelelere yapılan seferler bu gruptadır. Bu bölgede sefer yapılan iskeleler; Bostancı, Kartal, Pendik, Yalova, Adalar, Bakırköy, Avcılar, Sarayburnu, Avsa-Marmara Adaları, Yenikapı, Armutlu, Bandırma ve Haliç içerisinde bulunan iskeleler..."den meydana gelmektedir*. C-1, C-2 ve C-3 Bölgeleri Şekil 3'de resmedilmiştir.



Şekil 3. İstanbul Boğazı yerel deniz trafik bölgeleri.*

* Yerel Deniz Trafik Rehberi, 2017.

C-3 Bölgesi “C-1 Bölgesinin kuzeyinde kalan iskeleler arasında yapılan seferler bu bölgededir. Bu bölgede sefer yapılan iskeleler; A.kavağı, R.kavağı, Sarıyer, Büyükdere, Yeniköy, İstinye, Beykoz, Paşabahçe, A.hisarı, Bebek, Ortaköy, Çubuklu, Kanlıca, Kandilli, Arnavutköy, Emirgan, Çengelköy, Beylerbeyi, Kuzguncuk iskeleleri...”nden meydana gelmektedir*. C-1, C-2 ve C-3 Bölgeleri’nin tablolaştırılmış hali Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yerel trafik bölgeleri mevkileri.*

C-1 BÖLGESİ		C-2 BÖLGESİ	
Hatlar	Bölge	Hatlar	Bölge
Eminönü- Karaköy	C-1	Bostancı-Adalar	C-2
Eminönü-Kabataş	C-1	Kartal-Adalar	C-2
Eminönü-Kadıköy	C-1	Kartal-Bostancı	C-2
Eminönü-Beşiktaş	C-1	Bakırköy-Avcılar	C-2
Eminönü-Haydarpaşa	C-1	Sarayburnu-Avşa-Mar	C-2
Eminönü-Üsküdar	C-1	Bostancı-Bakırköy	C-2
Eminönü-Rumelihisarı	C-1	Avcılar-Bostancı	C-2
Eminönü-Bostancı	C-1	Pendik-Kartal	C-2
Eminönü-Adalar	C-1	Yenikapı-Avcılar	C-2
Karaköy-Kabataş	C-1	Yenikapı-Yalova	C-2
Karaköy-Kadıköy	C-1	Yenikapı-Armutlu	C-2
Karaköy-Beşiktaş	C-1	Yenikapı-Bandırma	C-2
Karaköy-Haydarpaşa	C-1	Haliç	C-2
Karaköy-Üsküdar	C-1	C-3 BÖLGESİ	
Karaköy-Harem	C-1	Hatlar	Bölge
Karaköy-Bostancı	C-1	Anadolukavağı-Rumelikavağı	C-3
Karaköy-Bakırköy	C-1	Rumelikavağı-Sarıyer Sarıyer-Büyükdere Büyükdere-Yeniköy	C-3 C-3 C-3
Kabataş-Üsküdar	C-1	Yeniköy-İstinye	C-3
Kabataş-Harem	C-1		
Kabataş-Bostancı	C-1		
Kabataş-Adalar	C-1	Beykoz-Paşabahçe Paşabahçe- Çubuklu	C-3 C-3
Kabataş-Beşiktaş	C-1	Çubuklu-İstinye İstinye-Emirgan Kanlıca-Anadoluhisarı	C-3 C-3 C-3
Kadıköy-Beşiktaş	C-1		
Kadıköy-Haydarpaşa	C-1		
Kadıköy-Yenikapı	C-1	Anadoluhisarı-Kandilli	C-3
Kadıköy-Esenköy	C-1		
Kadıköy-Bakırköy	C-1		
Kadıköy-Bostancı	C-1	Kandilli-Bebek Bebek-Arnavutköy Arnavutköy-Ortaköy	C-3 C-3 C-3
Beşiktaş-Üsküdar	C-1		
Beşiktaş-İstinye	C-1		
Beşiktaş-Kanlıca	C-1	Beylerbeyi-Kuzguncuk Çubuklu-Kanlıca	C-3 C-3
Beşiktaş-Kuzguncuk	C-1	İstinye-Kanlıca	C-3
Beşiktaş-Ortaköy	C-1		
Beşiktaş-Emirgan	C-1		
		Ortaköy-Beykoz	C-3

* Yerel Deniz Trafiği Rehberi, 2017.

Beşiktaş-Anadoluhisarı	C-1	Anadoluhisarı-Emirgan	C-3
Beşiktaş-Bebek	C-1	Beykoz-İstinye	C-3
Yenikapı-Bostancı	C-1	Beykoz-Yeniköy Kanlıca-Yeniköy	C-3 C-3
Harem-Sirkeci	C-1	Yeniköy-Sarıyer	C-3
		Sarıyer-Rumelikavağı	C-3
		Sarıyer-Beykoz	C-3
		Sarıyer-İstinye	C-3
		Paşabahçe-İstinye	C-3

1.4. İstanbul İli Yerel Deniz Trafîği Seyir Bölgeleri

İstanbul Boğazı, İstanbul İli'nin nüfusunun fazla olmasından kaynaklanan sebeplerden dolayı “yoğun bir yerel deniz trafiği”ne sahiptir. Bu yoğunluğun önemli bir sebebi de fazla nüfusunu kent içerisinde taşınmasında kara taşımacılığının yeterli olmamasından kaynaklanmaktadır*.

İstanbul Boğazı'nın yerel deniz trafiğinde “...tarifeli ve tarifesiz seferler yapan, deniz otobüsleri, yük ve yolcu taşıyan feribotlar, şehir hatları vapurları, yolcu motorları, gezi tekneleri, balıkçı tekneleri, acente motorları, kamuya ait botlar, römorkörler, sivil toplum örgütlerine ait tekneler, su altı ve sörvey çalışması yapan tekneler...” yer almaktadır*.

İstanbul İli yerel deniz sınırları içerisinde gerçekleştirilen bu çalışma temel olarak üç bölge üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bölgeler İstanbul Liman Başkanlığı *Yerel Deniz Trafîği Rehberi* temel alınarak belirlenmiştir. Bu yerel bölgeler aşağıdaki gibidir*:

- C-1 Bölgesi
- C-2 Bölgesi
- C-3 Bölgesi

* Yerel Deniz Trafîği Rehberi, 2017.

II. ÇALIŞMANIN KAPSAMI, MATERYALİ, YÖNTEMİ ve KISITLILIKLARI

Bu bölümde gerçekleştirilmeye çalışılan araştırmanın bilimsel değerlendirme biçimine yer verilecektir.

2.1. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmanın amacı İstanbul İl sınırı içerisinde yer alan yerel deniz taşımacılık bölgelerinde tarifeli sefer yapan deniz araçlarının baca egzoz gaz emisyon değerlerini tespit edebilmektir. Bu kapsamda gerçekleştirilmeye çalışılan hedef sadece İstanbul İli yerel deniz sahasında tarifeli sefer yapan deniz araçlarının hava kirliliğine katkılarının belirlenmesidir.

2.2. Materyal

İstanbul İli yerel deniz sınırları içerisinde gerçekleştirilen bu çalışma temel olarak üç bölge üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bölgeler İstanbul Liman Başkanlığı *Yerel Deniz Trafik Rehberi* temel alınarak belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın inceleme alanı C-1 Bölgesi, C-2 Bölgesi ve C-3 Bölgesi'dir*.

Çalışmada, İstanbul İl sınırı içerisinde tarifeli bir biçimde günlük sefer yapan deniz araçlarının oluşturmuş olduğu yerel deniz trafiğinden kaynaklanan egzoz gazının hangi ölçüde hava kirliliğine sebep olduğu incelenmiştir. Çalışma, örneklem olarak seçilen yerel deniz taşımacılık şirketlerine ait deniz araçlarının günlük seferlerinin incelenmesi üzerinden gerçekleştirilmiş, elde edilen veriler aylık ve yıllık zaman dilimlerine orantılanmış ve nihai aşamada yerel deniz trafiğinin İstanbul İl hava sahasına hangi ölçüde olumsuz bir biçimde yansıdığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

* Yerel Deniz Trafik Rehberi, 2017.

Sonuç itibarıyla materyal olarak kullanılan unsurlar C-1 Bölgesi, C-2 Bölgesi ve C-3 Bölgesi'nde tarifeli sefer yapan deniz araçları ve bu deniz araçlarından doğaya salınan egzoz gaz emisyon değerleridir.

2.3. Yöntem ve Kısıtlılıklar

Araştırmanın birinci aşamadaki yöntemini literatür taraması oluşturmaktadır. Literatür taraması sonucunda ulaşılan veriler çalışmanın temel kavramsal girişini oluşturmaktadır. İkinci aşamada İstanbul İli yerel deniz sınırları içerisinde faaliyet gösteren ve liman içi tarifeli sefer yapan deniz araçlarının doğaya salmış olduğu gazların emisyon değerlerinin hangi aşamada olduğu tespit edilmeye çalışılacaktır.

Bu amaçla İstanbul İl sınırı içerisinde tarifeli sefer yapan yerel deniz taşımacılık şirketlerinin deniz filosu bilgileri ve her deniz aracının ayrı ayrı olmak üzere gemi makine güçlerine ait bilgiler tedarik edilmiştir. Her yerel deniz taşımacılık şirketinin günlük sefer tarifelerinden gerçekleştirmiş oldukları sefer sayısı tespit edilmiş, her hat üzerinde tamamlanan bir seferin ortalama sefer süresi belirlenmiş ve böylece bir deniz aracı için günlük makine çalışma süresi tespit edilmiştir. Yerel deniz taşımacılık şirketlerinden tedarik ettiğimiz deniz araçlarının makine güçleri ile günlük çalışma saatleri orantılanarak bir gün içerisinde doğaya hangi ölçüde gaz salınımı yapıldığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın seçilmesinin sebebi fosil yakıt kullanan (fuel oil ve diesel oil) deniz araçlarının doğaya salmış olduğu gazların hava kirliliğine sebep olduğu bilgisinden hareketle bu kirliliğin hangi ölçüde gerçekleştiğini tespit edebilmektir.

Çalışmanın bir takım kısıtlılıkları bulunmaktadır. Birincisi, çalışma İstanbul İl yerel deniz sınırı ile sınırlandırılmıştır. İkincisi ise İstanbul Liman Başkanlığı tarafından üç bölgeye (C-1 Bölgesi, C-2 Bölgesi ve C-3 Bölgesi) ayrılan yerel deniz alanının tamamında tarifeli sefer yapan yerel deniz araçlarının baca egzoz gaz emisyon değerleri incelemeye alınmıştır. Bir diğer ifadeyle ilgili bölgelerde sefer yapan tarifersiz deniz araçları ile İstanbul Boğazı'na giriş yapmak ve Marmara Denizi'ne açılmak için zorunlu olarak bu bölgelerden uğraksız geçiş yapan veya zorunlu hallerin meydana gelmesi durumunda belirli bir süre ilgili bölgelerde demirleyen deniz araçları çalışmaya dâhil edilmemişlerdir. Çünkü tarifersiz sefer yapan deniz araçları ile İstanbul Boğazı'nı yalnızca geçiş yolu amacıyla kullanan deniz araçlarının takibinin zor olmasıdır. İlgili

deniz araçlarının takip edilmesinin başarılması durumunda ise hangi geminin ne kadar makine gücüne sahip olduğu, hangi yakıtı kullandığı ve seyirini ne kadar süre içerisinde tamamladığını ve makinelerinin seyir süresince kaç saat çalıştığını tespit etmek önemli bir engel teşkil etmektedir.

Çalışmanın kısıtlılığını oluşturan bir diğer husus ise çalışmada İstanbul Boğazı'nın tamamının değil, yalnızca İstanbul Liman Başkanlığı tarafından belirlenen üç bölgenin incelemeye alınmasıdır. Çünkü çalışmanın ana karakteri yerel deniz sınırı ile çevrelenmiş durumdadır.

Çalışmanın önemli bir kısıtlılığı da deniz araçlarının gemi makine bakımlarının yapıp yapılmadığı konusunda ortaya çıkan belirsizliktir. Bu çalışma kapsamında her deniz aracının gemi makinesinin kusursuz ve olması gerektiği biçimde çalıştığı, bakımlarının düzenli bir biçimde yapıldığı ve yanma odasına gelen yakıtın tamamen yakıldığı kabul edilmiştir.

Sonuç itibarıyla İstanbul Boğazı'nda seçilen bölgede tarifeli sefer(ler) düzenleyen yerel deniz taşımacılık firmalarına ait deniz araçlarının egzoz emisyon değerlerinin incelenebilmesi için gerekli olan teknik bilgilere yer verilmiştir. Bu bağlamda ilk önce deniz araçlarında kullanılan yakıt türleri, yakıtların içerikleri ve yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan gazların çevreye verdiği zararlar incelenecektir. Bununla birlikte incelemeye alınan yerel deniz taşımacılık firmalarının İstanbul C-1, İstanbul C-2 ve İstanbul C-3 bölgelerindeki sefer tarifelerinin ve ilgili bölgelerdeki geçirmiş oldukları seyir sürelerinin hesaplamalarına yer verilmiştir.

III. YAKITLAR ve YANMA

Atmosferin ağırlığının % 23.15'inin ve hacminin ise % 20.96'sının oksijenden meydana geldiği kabul edilmektedir. Standart atmosferik basınç altında 1 kg hava 20 °C sıcaklıkta 0.83 m³ ve 0 °C sıcaklıkta 0.77 m³ hacme sahiptir. Ortalama bir dizel yakıtı yüzdesel açıdan aşağıdaki değerleri içermektedir (Wilbur ve Wight, 1995):

- Karbon: % 86-87
- Hidrojen: % 11.0-13.5
- Sülfür: % 0.5-2
- Oksijen ve Nitrojen: % 0.5-1.0

Sıvı yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan unsurları ve içeriğinde yer alan bileşikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Sıvı yakıtların element ve bileşikleri ve yanma ürünleri (Wilbur ve Wight, 1995).

İsim	Tür	Atom Sembolü	Atom Ağırlığı	Moleküler	Moleküler
Karbon	Element	C	12.00	C	12.00
Hidrojen	Element	H	1.008	H ₂	2.016
Oksijen	Element	O	16.00	O ₂	32.00
Nitrojen	Element	N	14.01	N ₂	28.02
Sülfür	Element	S	32.07	S ₂	64.14
Karbon Monoksit	Bileşik	-	-	CO	28
Karbon Dioksit	Bileşik	-	-	CO ₂	44
Sülfür Dioksit	Bileşik	-	-	SO ₂	64.07
Sülfür Trioksit	Bileşik	-	-	SO ₃	80.07
Sülfüröz Asit	Bileşik	-	-	H ₂ SO ₃	82.086
Sülfürik Asit	Bileşik	-	-	H ₂ SO ₄	98.086
Su	Bileşik	-	-	H ₂ O	18.016

Dizel gemi makinelerinde kullanılan diesel oil'in (motorin) yüzdesel ağırlık oranı ve yaklaşık yapısal analizi şu şekilde sıralanabilmektedir: Motorin'in içerisinde Karbon (C) (% 87), Hidrojen (H) (% 11), Oksijen (O) (% 1) ve Yanıcı Madde (% 1) bulunmaktadır (Küçükşahin, 1999).

Yanma niteliksel açıdan değerlendirildiği takdirde kimyasal bir olay şeklinde tanımlanabilmektedir. Yanma sırasında hidrokarbon türündeki yakıtların içerisindeki Karbon (C) ve Hidrojen'in (H) Oksijen (O) ile birleşmesi sonucunda ısı açığa çıkmaktadır. Dolayısıyla bu ifadeden anlaşılması gereken en kısa sonuç akaryakıtların içerisindeki Karbon (C) ve Hidrojen (H) elementleri yanma olayının baş aktörlerini oluşturmaktadırlar. Bir diğer ifadeyle Karbon (C) ve Hidrojen (H) elementleri yanma olayına katılmaktadırlar. Aynı zamanda Oksijen (O) ve az miktarda zararlı Kükürt (S) de aynı işleme dâhil olmaktadır. Yanma için gerekli olan Oksijen (O) atmosferden temin edilmektedir. Yanma sonucunda açığa çıkan Azot (N), Karbon Dioksit (CO₂), Argon (AR), su buharı ve diğer inert gazlar Oksijen'in (O) yanma eylemine ortak olmasından kaynaklanmaktadır. Bir diğer ifadeyle bu son ürünler Oksijen'in (O) gaz karışımına aittir (Küçükşahin, 1999).

Küçükşahin (1999) yanma eyleminin kimyasal açıklamasını şu şekilde yapmaktadır:

“Yanma sırasında yakıt partikülleri, kendilerini oluşturan hidrojen molekülü ile karbon atomlarına ayrılır ve her element havanın oksijeni ile ayrı ayrı birleşir. Hidrojenle birleşen oksijen su buharını ve karbonla birleşen oksijen ise karbon dioksiti oluşturur. Eğer yanma için yeterli oksijen yoksa, bu durumda karbon monoksit meydana gelir. Böylece, yanmadan beklenen ısı miktarı azalır. Dizel makineleri daima kuramsal miktardan daha fazla hava ile çalıştırıldıklarından, yanma sırasında özel koşullarda ve ancak çok küçük miktarlarda karbon monoksit meydana gelebilir.”

Kuramsal açıdan değerlendirildiği takdirde dizel makinelerinde 1 kg sıvı yakıtın yanabilmesi için 14.5 kg havaya ihtiyaç duyulmaktadır. Oysaki dizel makinesinin çalışması sırasında yanma odasına verilen veya emilen hava saf bir birliktelik oluşturamamaktadır. Çünkü bir önceki çevrimden kalan gazlar ile temiz hava kirletilmekte ve temiz bir birleşim sağlanamamaktadır. Bu sebepten dolayı egzoz gazında Karbon Monoksit (CO) meydana gelmektedir. Aynı zamanda gerekli olan Oksijen'in (O) gerçek anlamda sağlanamaması sonucunda bir miktar yakılmamış yakıt da atmosfere salınmaktadır (Küçükşahin, 1999).

Sonuç itibarıyla 1 kg yakıtın içerisinde Karbon (C), Hidrojen (H), S (Kükürt), Oksijen (O), Azot (N), Su (W) ve Kül (K) yer almaktadır. 1 kg yakıtın yanabilmesi için gerekli olan oksijen miktarına “minimum oksijen miktarı” adı verilmektedir. Bu oksijen miktarı “O_{min}” sembolü ile gösterilmektedir*.

İçten yanmalı motorların yanma odalarında gerçekleşen yanma olayı 0.002-0.004 saniye gibi kısa bir sürede gerçekleşmektedir. Bu kısa süre içerisinde yanma odasına alınan yakıtın tam yanabilmesi için yakıt ile oksijenin gerçek anlamda karışması gerekmektedir*.

Gemilerden doğaya salınan zararlı gazlar ile mücadele konusunda MARPOL 73/78 Sözleşmesi'nin Ek VI kısmı kabul edilmiştir. Çünkü her gemi makinesi zararlı gaz üretmek adına önemli bir etken unsurdur. Bu sebepten dolayı bu unsurların belirli bir düzen içerisinde ve kurallar bütünü kapsamında hareket etmesi gerekmektedir.

MARPOL 73/78 Sözleşmesi'nin Ek VI kısmını oluşturan “Gemilerden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Önlenmesi için Kurallar” bütünü 19 Mayıs 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Deniz filosuna sahip olan devletler arasında yer alan devletlerin % 88.90'ı ilgili protokole taraf olmuştur**.

MARPOL 1997 Protokolü kapsamında gemilerin egzoz salınımları konusunda bir takım tedbirlerin alınması için yeni düzenlemeler getiren protokol özellikle azot oksit (NO_x) ve kükürt oksit (SO_x) içeren emisyonların belirli bir sınır içerisinde tutulması gerekliliği üzerinde yoğunlaşmıştır**.

15 Mart 2013 tarih ve 28588 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 6438 sayılı “1978 Protokolü İle Değişik 1973 Tarihli Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşmeyi Değiştiren 1997 Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulduğuna Dair Kanun” Türkiye'nin MARPOL 73/78 Sözleşmesinin 1997 Protokolüne taraf olduğunu göstermektedir***.

* Deniz, 2008.

** Mevzuat Bilgi Sistemi, 2017.

*** Resmi Gazete, 2013; Mevzuat Bilgi Sistemi, 2017.

3.1. Deniz Araçlarının Kullandığı Yakıtlar

Temel olarak yanma ve yanma sonucunda belirli ölçüde enerji açığa çıkarma yeteneğine sahip bütün maddeler yakıt amacıyla kullanılabilirler. Bu yakıt türlerini şu şekilde kısaca belirtmekte fayda vardır: Petrolden elde edilen yakıtlar, kömür, ağaç türevleri ve doğal gaz. Üretim kapasitesine sahip olan devletler özellikle savaş gemilerini nükleer yakıt ile işletmektedirler. Buna rağmen günümüzde kullanılan deniz yakıtları çoğunlukla petrol türevlerinden üretilmektedirler (Temel, 2017).

Gemilerde petrol türevleri yakıt olarak ana makine ve yardımcı makinelerde kullanılmaktadırlar. Yardımcı makine olarak adlandırılan makineler geminin elektriğini üreten jeneratörlerdir. Bir başka anlatım ile jeneratörleri çeviren dizel motorlarıdır. Deniz yakıtları, 6 Haziran 2002 tarih ve 4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanunu'nun 1 Sayılı Liste'sinin A Cetveli'nde Gümrük Tarife İstatistik Pozisyon (GTİP) numaraları ile belirtilmiştir. İlgili değerlere Tablo 3'de yer verilmiştir*:

Tablo 3. Deniz araçlarının ana ve yardımcı makinelerinde kullanılan akaryakıtlar.*

Gümrük Tarife İstatistik Pozisyon (GTİP) Numarası	Ürün
2710.19.41.00.11	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,05'i geçmeyenler) Motorin
2710.19.45.00.12	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,05'i geçen fakat % 0,2'yi geçmeyenler) Kırsal Motorin
2710.19.45.00.13	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,05'i geçen fakat % 0,2'yi geçmeyenler) Deniz Motorini (DMX)
2710.19.45.00.14	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,05'i geçen fakat % 0,2'yi geçmeyenler) Deniz Motorini (DMA)
2710.19.45.00.15	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,05'i geçen fakat % 0,2'yi geçmeyenler) Deniz Motorini (DMB)
2710.19.45.00.16	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,05'i geçen fakat % 0,2'yi geçmeyenler) Deniz Motorini (DMC)
2710.19.49.00.18	(Ağırlık itibarıyla kükürt oranı % 0,2'yi geçenler) Diğerleri
2710.19.61.00.11	(Fuel oiller) (Ağırlık itibarıyla kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Fuel oil 3
2710.19.61.00.12	(Fuel oiller) (Ağırlık itibarıyla kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMA-30)
2710.19.61.00.13	(Fuel oiller) (Ağırlık itibarıyla kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMB-30)
2710.19.61.00.14	(Fuel oiller) (Ağırlık itibarıyla kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMD-30)

* Özel Tüketim Vergisi Kanunu, 2002; Deniz Araçlarına Akaryakıt Teslimleri, 2017.

2710.19.61.00.15	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RME-180)
2710.19.61.00.16	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMF-180)
2710.19.61.00.17	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) 2710.19.61.00.17 Denizcilik Yakıtı (RMG-380)
2710.19.61.00.18	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMH-380)
2710.19.61.00.21	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMK-380)
2710.19.61.00.22	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMH-700)
2710.19.61.00.23	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMK-700)
2710.19.61.00.29	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 1'i geçmeyenler) Diğerleri
2710.19.65.00.11	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Fuel oil 5
2710.19.65.00.12	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMA-30)
2710.19.65.00.13	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMB-30)
2710.19.65.00.14	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMD-80)
2710.19.65.00.15	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RME-180)
2710.19.65.00.16	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMF-180)
2710.19.65.00.17	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMG-380)
2710.19.65.00.18	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMH-380)
2710.19.65.00.21	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMK-380)
2710.19.65.00.22	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMH-700)
2710.19.65.00.23	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Denizcilik Yakıtı (RMK-700)
2710.19.65.00.29	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2'yi geçen fakat % 2,8'i geçmeyenler) Diğerleri
2710.19.69.00.11	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Fuel oil 6

2710.19.69.00.12	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMA-30)
2710.19.69.00.13	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMB-30)
2710.19.69.00.14	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMD-80)
2710.19.69.00.15	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RME-180)
2710.19.69.00.16	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMF-180)
2710.19.69.00.17	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMG-380)
2710.19.69.00.18	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMH-380)
2710.19.69.00.21	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMK-380)
2710.19.69.00.22	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMH-700)
2710.19.69.00.23	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Denizcilik yakıtı (RMK-700)
2710.19.69.00.99	(Fuel oiller) (Ağırlık itibariyle kükürt miktarı % 2,8'i geçenler) Diğerleri

3.2. Fuel Oil

Fuel oil değişken iklim koşullarında ısı üretmek ve içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılmak üzere faydalanılan ve petrolden üretilen siyah ve tortul bir maddedir. Fuel oil'in başlıca kullanım alanı olarak kuvvet ve buhar üretimi ve kalorifer sistemlerinin ve sanayi tipi fırınların ısıtılması örnek olarak gösterilebilmektedir. Kimyasal yapısında karbon ve hidrojen ile az miktarda kükürt bulunmaktadır. Fuel oil kullanımının bir takım üstünlükleri bulunmaktadır. Bu üstünlükler şu şekilde sıralanabilmektedir*:

- Isıl değeri sabittir.
- Yanma yeteneği yüksektir.
- Isı ihtiyacının seviyesi kolay bir biçimde ayarlanabilmektedir.

* Karaosmanoğlu, 1994.

- Kontrol edilme kolaylığı bulunmaktadır.
- İşletme masrafları diğer yakıtlara göre azdır.
- Kolay bir biçimde depolanabilmekte ve gerekli olan depolama hacim aralığı fazla değildir.
- Toz, duman, kurum ve is yapma özelliği diğer akaryakıtlara göre azdır.
- Taşınma ve depolama masrafları azdır.

3.3. Diesel Oil (Motorin)

Dizel yakıtı temel olarak bir fuel oil'dir. Bir diğer ifadeyle dizel yakıtı fuel oil sınıflandırması içerisinde yer almaktadır. Dizel yakıtı atmosfer basıncı altında ham petrolün 200 °C ile 300 °C arasında damıtılması sonucunda üretilmektedir. Dizel yakıtın özgül ağırlığı 0.76 ile 0.94 kg/dm³ değerleri arasındadır*.

Dizel yakıtının hava ile karışarak yanması sonucunda karbondioksit (CO₂), su (H₂O) ve azot (N) ortaya çıkmaktadır. Eğer yanma odasına giren yakıt tam olarak yanmaz ise yukarıda sayılan ürünlerin yanı sıra karbonmonoksit (CO), hidrokarbon (HC), azot oksit (NO_x) ve partikül madde (PM) açığa çıkmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2012; Bacha v.d., 2007; Sharma v.d., 2015).

Dizel yakıtının hava ile karışması sonucunda ortaya çıkan ürünler şunlardır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2012): “C₁₇H₃₄ + 25.5(O₂ + 3.76 N₂) → NO_x, CO₂, CO, CH₄, H₂O, N₂, PM”

Dizel yakıtının akışkanlık özelliği yüksektir. Dizel yakıtı genel olarak içerisinde bulundurduğu küçük partiküllerden kaynaklanan sebeplerden dolayı yoğunlaşma özelliğine sahiptir. Bu yoğunlaşma özelliği “sakızlaşma...” olumsuzluğu olarak da ifade edilebilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2012).

* ALS Global, 2017.

IV. GEMİ MAKİNELERİ EMİSYONU

Gemiler, kendilerini iten devinimi üretmek için bir veya birkaç ana makine ile, elektrik enerjilerini karşılayan jeneratör setlerinden oluşan yüksek güçlü motorlarına sahiptirler. Gemi makinelerinde yakılan fosil yakıtlar sonucu çevre ve insan sağlığına zararlı egzoz emisyonları oluşmaktadır. Bu emisyonlardan önemli bazıları NO_x, SO_x, CO, CO₂, PM, HC, VOC dir. Gemilerden kaynaklanan egzoz emisyonları denizden karaya, hatta çok uzun mesafeler kat edebilecekleri değerlendirilmektedir (Li v.d., 2002). Bu da gemi kaynaklı emisyonların yerel ölçekten küresel ölçeğe kadar etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Gemilerden kaynaklanan emisyonlar hakkında yakın zamana kadar etkili düzenlemelerin bulunmaması sebebiyle, gemiler her zaman yakılan yakıt başına en fazla emisyon üreten taşıma araçları olagelmıştır. Kılıç'a (2009) göre Akdeniz ve Karadeniz' de gemilerden kaynaklanan yıllık emisyonlar 1.725 Mt NO_x, 1.246 Mt SO₂, 0.147 Mt CO ve 0.035 Mt HC olarak hesaplanmıştır.

Günümüzde gemilerde çoğunlukla dizel motorları kullanılmaktadır. Dizel motorlarının çalıştırılması sonucunda partikül madde (PM) ve azot oksit (NO_x) olmak üzere iki önemli emisyon ortaya çıkmaktadır. Dizel motorunun yanma odasında yakıtın hava ile karışarak yanması sonucunda yakıt-hava karışımının içinde oluşan azot oksit'in (NO_x) ana kaynağı yüksek sıcaklıktır. Yanma odasının sıcaklığı 1800 °C olduğu zaman azot (N₂) ve oksijen (O₂) birleşerek azot oksit (NO_x) meydana gelmektedir. Eğer yanma odasının sıcaklığı 1800 °C'ye erişmez ise azot (N₂) ve oksijen (O₂) azot oksit (NO_x) gazını meydana getiremeden egzoz manifoldundan dışarı atılmaktadır (İlkılıç v.d., 2013).

Gemi makinelerinde azot oksit (NO_x) emisyonlarını azaltmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yakıt püskürtme zamanının gerçek zamanlı olarak ayarlanması, zengin karışım sağlanarak yakıtın tam olarak yanması, sıkıştırma oranında değişiklik yapılması ve dizel motorlarında ön yanma odasının kullanılmasıdır.

Bununla birlikte fuel oil veya motorin yerine alternatif yakıt kullanılması ve yanma odasına su püskürtülmesi de alınacak önlemler arasında yer almaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Deniz yakıtlarının yanması sonucunda ortaya çıkan ürünler ise bu başlık altında değerlendirilmesi gereken önemli bir konuyu gündeme getirmektedir.

Hava kirliliği havanın dış etkiler sonucunda doğal yapısının bozulmasını ifade eden bir kavramdır. Bir diğer ifadeyle havanın kimyasal yapısının hayvan, bitki ve insan sağlığına zarar verecek derecede değişmesi hava kirliliği olarak adlandırılmaktadır. Hava kirlenmesi troposfer tabakasında gerçekleşmektedir. Çeşitli meteorolojik olaylar sonucunda troposferde biriken kirlenici maddeler atmosferde dikey ve yatay olarak yayılma eğilimi göstermektedirler. Zararlı maddelerin dikey yayılması atmosferin 25-30 km arasında değişken bir mesafe içerisinde gerçekleşmektedir. Atmosferde gerçekleşen yatay yayılma ise on binlerce kilometrelik mesafelere ulaşabilmektedir (Ün, 2014).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın belirlediği ölçütlere göre hava kirliliği atmosferde dolaşan "ozon (O₃), karbon monoksit (CO), sülfür dioksit (SO₂), nitrojen oksit (NO), likit ve partiküller gibi..." maddelerin oranına göre tespit edilmektedir. Türkiye'de ise hava kirliliği genel olarak havada yer alan kükürt dioksit (SO₂) ve partikül yoğunluğu ile ölçülmektedir (Cavkaytar v.d., 2013).

Ün'e (2014) göre havanın doğal yapısını bozarak hava kirliliğine sebep olan başlıca kirleniciler beşe ayrılmaktadır (Ün, 2014):

- Kükürt Dioksit (SO₂)
- Karbon Monoksit (CO)
- Azot Oksitler (NO_x)
- Hidrokarbonlar (HC)
- Partiküller (PM)

4.1. Kükürt Dioksit (SO₂)

Kükürt Dioksit (SO₂) renksiz bir gazdır. Basınç altında tutulduğu zaman -10 °C'de sıvı hale geçebilme yeteneği bulunmaktadır. Bu özelliğinden dolayı suda oldukça az miktarda

çözünmektedir (Güneş, 2014). Kükürt Dioksit (SO₂) fosil yakıtların ve kömürün içerisinde bulunmakta ve yanma sonucunda kendiliğinden açığa çıkmaktadır (Akyürek v.d., 2013).

Kükürt Dioksit'in (SO₂) solunması solunum yolu hastalıklarına sebep olmaktadır. Kükürt Dioksit (SO₂) doğal yaşama ve özellikle solunum yapan bitkilere zarar vermektedir. Bununla birlikte metaller üzerinde de aşındırıcı etkisi bulunmaktadır. Mermer, sıva ve kireç gibi yüzeylerde de aşındırıcı etki yapmaktadır (Ün, 2014).

4.2. Karbon Monoksit (CO)

Karbon monoksit (CO) renksiz, kokusuz ve zehirli bir gazdır. Karbon monoksit (CO) yanma odasına giren yakıtın içerisinde bulunan karbonun gerçek anlamda yanmadığı zaman ortaya çıkmaktadır. Karbon monoksit (CO) oksijenin hemoglobin ile etkileşim içerisine girmesinin önünde önemli bir engeldir. Bu sebepten dolayı oksijen canlı hücrelere ulaşamamakta ve nefes alamayan hücrelerin ölümüne sebep olmaktadır arasındadır. Bu derece ölümcül bir gaz olan karbon monoksitin (CO) ana kaynağı fosil yakıt kullanan içten yanmalı motorların egzozlarıdır (Atımtay v.d., 2010).

Karbon monoksit (CO) atmosfere yayıldıktan sonra havada 2-4 ay arasında tutunabilmektedir. Hava ile özgül ağırlığı neredeyse aynı olmasından dolayı havada tutunma özelliği yüksektir. Bir diğer ifadeyle havada yayılma yeteneği oldukça azdır. Bu sebepten dolayı havada 2-4 ay arasında tutunma özelliği bulunmaktadır (Ün, 2014).

4.3. Azot Oksitler (NO_x)

Azot Oksitler (NO_x) 1200 °C civarında açığa çıkan bir gaz türüdür (Atımtay v.d., 2010). Atmosferde azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) farklı oranlarda yer almaktadır. Azot oksitler (NO_x) hava kirleten kirletici sınıfı içerisinde yer almaktadır. Taşıtların egzoz gazından havaya yayılan azot monoksit (NO) gazı renksizdir ve zehirli gaz sınıfı içerisinde değerlendirilmektedir. Azot monoksit (NO) gazının oksijen ile birleşmesi sonucu zehirli, renkli ve kötü kokan bir gaz olan azot dioksit (NO₂) açığa çıkmaktadır (Ün, 2014).

4.4. Hidrokarbonlar (HC)

Hidrokarbonlar bileşik türündendir. Bu bileşik türü hidrojen ve karbon içermektedir. Hidrokarbonlar doğada farklı şekillerde yer almaktadırlar. Hidrokarbonlar kansere sebep olmaktadır. Bir diğer ifadeyle kanser türlerinin tetikleyici unsurları arasında yer almaktadır.

Hidrokarbonlar sigara dumanından ve özelliklede motorlu araçların egzozlarından doğaya yayılmaktadır. Hidrokarbonlar zehirli bileşiklerdir. Solunum yolu hastalıklara yol açmaktadır. Bununla birlikte sinir sistemini etkileme özellikleri de bulunmaktadır (Ün, 2014).

4.5. Partiküller (PM)

Atmosfer ortamında asılı duran katı ve sıvı cisimlerin tamamı partikül madde olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer bakış açısı ile katı ve sıvı cisimlerin karışımının tamamı partikül madde olarak ifade edilmektedir. Gözle görülebilecek türde olan toz, duman, is gibi partiküller en fazla bilinen partikül kirleticiler arasındadır (Atımtay v.d., 2010).

Dizel motor kullanan deniz ve kara araçlarından ve dizel motorlardan enerji alan sabit kara tesislerinden atmosfere salınan partiküller atmosferdeki partikül yoğunluğunun sebepleri arasında birinci sıradadır (Atımtay v.d., 2010).

Emisyon kaynaklı hava kirliliği insan sağlığına olumsuz etki etmektedir. Örneğin, kronik bronşit, nefes darlığı, amfizem ve akciğer kanseri gibi özellikle solunum yolunu etkileyen hastalıklar havanın kirletici maddeler ile yoğunlaşması ve insanların bu maddeleri solmaları sonucunda meydana gelmektedir. Bununla birlikte havanın kirlenmesi çocukların gelişimlerine olumsuz biçimde yansımaktadır. İnsanların soludukları havanın temiz olmaması insan psikolojisini etkilemekte, vücudun enfeksiyonlara karşı direncini azaltmakta ve hastalıkların geç iyileşmesine sebep olmaktadır (Koparal, 2014).

İstanbul yaklaşık 15 milyon nüfuslu büyük bir kent olarak Türkiye'nin sanayi, ekonomi ve finans merkezi konumundadır. Türkiye'nin ticari işlem hacminin % 55'i İstanbul'da gerçekleşmektedir. İstanbul'un hava kirliliği özellikle 1980'li yıllardan itibaren önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu artışın en önemli sebebi emisyon değerlerinde yaşanan çoğalmadır. PM, NO_x ve SO₂ unsurlarının havayı yoğun bir biçimde kirlettiği bilinmektedir. 1980'li yıllarda kırdan kente göç hareketleri ile İstanbul'un nüfusu yoğun bir biçimde artmıştır. Kalabalıklaşan insan topluluğunun bir noktadan başka bir noktaya taşınması için kara ve deniz trafik seferleri çoğalmıştır. Bu durum da doğal olarak emisyon değerlerinde artışa sebep olmuştur (İncecik ve İm, 2013).

Yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda İstanbul Boğazı'nda gemi kaynaklı NO_x emisyon değerlerinin, İstanbul il sınırları içerisinde gerçekleştirilen kara trafiğı kaynaklı emisyon değerlerinden % 10 daha fazla olduğı belirlenmiştir (Tuna ve Elbir, 2013).



V. İSTANBUL BOĞAZI YEREL DENİZ TAŞIMACILIK FİRMALARININ GÜNLÜK TOPLAM SEFERLERİ

Bu bölümde İstanbul yerel deniz sahasında faaliyet gösteren dört yerel deniz taşımacılık firmasının günlük sefer rotaları ile sefer saatlerinin hesaplanması konusu yer alacaktır. İstanbul içinde faaliyet gösteren 4 adet kurumsal firma, toplamda 52 adet rota üzerinde 151 adet gemi ile günlük olarak toplamda 1201 adet sefer düzenlemektedir.

5.1. İstanbul Deniz Otobüsleri Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri

İstanbul Deniz Otobüsleri'nin iç ve dış hatlar olmak üzere iki yönlü sefer hattı bulunmaktadır. Bu bölümde temel olarak iç hat seferleri incelenecek olmakla birlikte dış hat seferlerinin İstanbul C-2 bölgesine giriş ve çıkışlarında kısa süreler ile faaliyet göstermesi sebebi ile bu kısa süreler de hesaplamalara dâhil edilecektir.

İstanbul Deniz Otobüsleri'nin iç hat seferleri şu şekilde sıralanabilmektedir*:

- Bostancı-Beşiktaş Hattı
- Bostancı-Kadıköy-Yenikapı-Bakırköy Hattı
- Adalar Hattı
- Araba Vapuru Hattı

Yukarıda sıralanan iç hat seferleri Şekil 4'de işaretlenmiş bir biçimde gösterilmiştir.

* İDO, 2017.



Şekil 4. İstanbul Deniz Otobüsleri iç hat seferleri haritası.*

5.1.1. Bostancı-Beşiktaş hattı

Bostancı-Beşiktaş hattında çalışan deniz otobüslerinin sefer süresi 30 dakikadır. Bostancı kalkışlı deniz otobüsleri bir gün içerisinde 4 adet kalkış seferi yapmakta ve Beşiktaş iskelesine ulaşmaktadırlar. Benzer biçimde Beşiktaş iskelesinden bir gün içerisinde 4 adet kalkış seferi yapan deniz otobüsleri de Bostancı iskelesine ulaşmaktadırlar. Bir diğer ifadeyle Bostancı-Beşiktaş hattında bir gün içerisinde toplamda 8 sefer yapılmaktadır. Bir seferin 30 dakikada tamamlandığı dikkate alındığı durumda Bostancı-Beşiktaş hattında bir gün içerisinde toplamda 240 dakika sefer süresi olan seyir yapılmaktadır*.

5.1.2. Bostancı-Kadıköy-Yenikapı-Bakırköy hattı

Bostancı-Kadıköy-Yenikapı-Bakırköy Hattı'nda çalışan deniz otobüslerinin sefer süreleri ayrı ayrı olarak hesaplanmıştır. Buna göre Bostancı iskelesinden toplam 12 adet kalkış bulunmaktadır. Bostancı'dan kalkan deniz otobüsleri ilk önce Kadıköy iskelesine uğramaktadırlar. Elde edilen veriler aşağıdaki gibi sistematik hale getirilebilmektedir**:

* İDO, 2017.

** İstanbul Deniz Otobüsleri Sefer Tarifesi, 2017.

- Bostancı-Kadıköy: Toplamda 12 Sefer (1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
12×20=240 dakika toplam sefer süresi
- Bostancı-Yenikapı: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 30 dakikadır.)
1 × 30 =30 dakika toplam sefer süresi
- Yenikapı-Bakırköy: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 25 dakikadır.)
1×25=25 dakika toplam sefer süresi
- Bostancı-Bakırköy: Toplamda 12 Sefer (1 Sefer Süresi 55 dakikadır.)
12×55=660 dakika toplam sefer süresi
- Bakırköy-Yenikapı: Toplamda 2 Sefer (1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
2×20=40 dakika toplam sefer süresi
- Bakırköy-Kadıköy: Toplamda 11 Sefer (1 Sefer Süresi 30 dakikadır.)
11 ×30=330 dakika toplam sefer süresi
- Yenikapı-Kadıköy: Toplamda 2 Sefer (1 Sefer Süresi 10 dakikadır.)
2× 10=20 dakika toplam sefer süresi
- Bakırköy-Bostancı: Toplamda 12 Sefer (1 Sefer Süresi 40 dakikadır.)
12× 40=480 dakika toplam sefer süresi

5.1.3. Dış hatların İstanbul C-2 bölgesindeki seferleri

Bu bölümde İstanbul Deniz Otobüsleri'nin dış hat seferlerini gerçekleştirirken İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş oldukları sefer süreleri hesaplanacaktır.

5.1.3.1. Kadıköy-Bursa hattı (1 numaralı hat)

Kadıköy-Bursa 1 Numaralı Hattı Kadıköy-Yenikapı-Armutlu Tatil Köyü-Armutlu-Bursa rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir*:

- Kadıköy-Yenikapı: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
1 × 20 =20 dakika toplam sefer süresi
- Yenikapı-Kadıköy: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 15 dakikadır.)
1 × 15 =15 dakika toplam sefer süresi

* İDO, 2017.

5.1.3.2. Bostancı-Avşa hattı (2 numaralı hat)

Bostancı-Avşa 2 Numaralı Hattı Bostancı-Yenikapı-Marmara-Avşa rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir*:

- Bostancı-Yenikapı: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 35 dakikadır.)
 $1 \times 35 = 35$ dakika toplam sefer süresi
- Yenikapı-Bostancı: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 30 dakikadır.)
 $1 \times 30 = 30$ dakika toplam sefer süresi

5.1.3.3. Bostancı-Esenköy hattı (3 numaralı hat)

Bostancı-Esenköy 3 Numaralı Hattı Bostancı-Yenikapı-Çınarcık-Esenköy rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir*:

- Bostancı-Yenikapı: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 30 dakikadır.)
 $1 \times 30 = 30$ dakika toplam sefer süresi
- Yenikapı-Bostancı: Toplamda 1 Sefer (1 Sefer Süresi 30 dakikadır.)
 $1 \times 30 = 30$ dakika toplam sefer süresi

5.1.3.4. Kadıköy-Bursa hattı (4 numaralı hat)

Kadıköy-Bursa 4 Numaralı Hattı Kadıköy-Yenikapı-Bursa rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir*:

- Kadıköy-Yenikapı: Toplamda 7 Sefer (1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
 $7 \times 20 = 140$ dakika toplam sefer süresi
- Yenikapı-Kadıköy: Toplamda 8 Sefer (1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
 $8 \times 20 = 240$ dakika toplam sefer süresi

5.1.3.5. Yenikapı-Yalova hattı (5 numaralı hat)

Yenikapı-Yalova 5 Numaralı Hattı Yenikapı-Yalova rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir. Bu

* İDO, 2017.

noktada kısa bir açıklama yapmak gerekirse Yenikapı iskelesinden Yalova iskelesine gitmek için yola çıkan deniz otobüsü İstanbul C-2 bölgesinden 20 dakikada çıkmaktadır. Benzer biçimde Yalova iskelesinden yola çıkan deniz otobüsü Yenikapı iskelesine ulaşmak için geçirmiş olduğu toplam sefer süresinin son 20 dakikasını İstanbul C-2 bölgesinde geçirmektedir. Bu verilere göre aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır*:

- Yenikapı-Yalova (İstanbul C-2 Bölgesi): Toplamda 8 Sefer (İstanbul C-2 Bölgesinden Geçen 1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
 $8 \times 20 = 160$ dakika toplam sefer süresi
- Yalova-Yenikapı (İstanbul C-2 Bölgesi): Toplamda 8 Sefer (İstanbul C-2 Bölgesinden Geçen 1 Sefer Süresi 20 dakikadır.)
 $8 \times 20 = 160$ dakika toplam sefer süresi

5.1.3.6. Yenikapı-Bursa hattı (6 numaralı hat)

Yenikapı-Bursa 6 Numaralı Hattı Yenikapı-Bursa rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir. Bu noktada kısa bir açıklama yapmak gerekirse Yenikapı iskelesinden Bursa iskelesine gitmek için yola çıkan deniz otobüsü İstanbul C-2 bölgesinden 10 dakikada çıkmaktadır. Benzer biçimde Bursa iskelesinden yola çıkan deniz otobüsü Yenikapı iskelesine ulaşmak için geçirmiş olduğu toplam sefer süresinin son 10 dakikasını İstanbul C-2 bölgesinde geçirmektedir. Bu verilere göre aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır*:

- Yenikapı-Bursa (İstanbul C-2 Bölgesi): Toplamda 2 Sefer (İstanbul C-2 Bölgesinden Geçen 1 Sefer Süresi 10 dakikadır.)
 $2 \times 10 = 20$ dakika toplam sefer süresi
- Bursa-Yenikapı (İstanbul C-2 Bölgesi): Toplamda 2 Sefer (İstanbul C-2 Bölgesinden Geçen 1 Sefer Süresi 10 dakikadır.)
 $2 \times 10 = 20$ dakika toplam sefer süresi

* İDO, 2017.

5.1.3.7. Yenikapı-Bandırma hattı (7 numaralı hat)

Yenikapı-Bandırma 7 Numaralı Hattı Yenikapı-Bandırma rotasını takip etmektedir. Bu hattın İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu sefer sürelerinin hesapları aşağıda verilmiştir. Bu noktada kısa bir açıklama yapmak gerekirse Yenikapı iskelesinden Bandırma iskelesine gitmek için yola çıkan deniz otobüsü İstanbul C-2 bölgesinden 10 dakikada çıkmaktadır. Benzer biçimde Bandırma iskelesinden yola çıkan deniz otobüsü Yenikapı iskelesine ulaşmak için geçirmiş olduğu toplam sefer süresinin son 10 dakikasını İstanbul C-2 bölgesinde geçirmektedir. Bu verilere göre aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır*:

- Yenikapı-Bandırma (İstanbul C-2 Bölgesi): Toplamda 5 Sefer (İstanbul C-2 Bölgesinden Geçen 1 Sefer Süresi 10 dakikadır.)
 $5 \times 10 = 50$ dakika toplam sefer süresi
- Bandırma-Yenikapı (İstanbul C-2 Bölgesi): Toplamda 5 Sefer (İstanbul C-2 Bölgesinden Geçen 1 Sefer Süresi 10 dakikadır.)
 $5 \times 10 = 50$ dakika toplam sefer süresi

5.1.4. Araba vapuru hatları

İstanbul Deniz Otobüsleri'ne bağlı araba vapurları İstanbul C-2 bölgesinde Harem-Sirkeci hattında faaliyet göstermektedirler. 06:00-23:00 saatleri arasında her 20 dakikada bir karşılıklı olarak seferler düzenlenmektedir. 1 sefer süresi 10 dakika sürmektedir. Harem iskelesinden kalkan araba vapuruna karşılık Sirkeci iskelesinden de karşı sefer olarak 1 araba vapuru kalkmaktadır. Yapılan hesaplamalara ve İstanbul Deniz Otobüsleri'nden alınan bilgilere göre 06:00-23:00 saatleri arasında toplamda bir gün içerisinde 1 araba vapuru 51 sefer düzenlemektedir. Dolayısıyla karşılıklı çalışan diğer araba vapurunu da hesaba katınca toplamda 102 sefer yapılmış olmaktadır. Yalnızca 1 araba vapurunun gün içerisinde çalışma zamanını ifade etmek gerekirse $10 \times 51 = 510$ dakika sefer süresi eşitliği elde edilmektedir. 1 araba vapuru limanda 10 dakika kalmakta ve limanda geçirmiş olduğu süre boyunca da ağır devirde makinaları çalışır vaziyette olmaktadır. Bu ifadelerle göre 2 araba vapuru toplamda 1020 dakika çalışmış olmaktadır. Bir diğer ifadeyle 1020 dakikalık sefer süresine ulaşılmış olmaktadır. Çünkü seferler karşılıklı yapılmaktadır. 1 araba vapurunun limanda kalma

* İDO, 2017.

süresinin toplamı ise 480 dakikadır. Karşılıklı kalış süreleri hesaplandığı durumda ise 2 araba vapurunun toplamda 960 dakikalık iskelede kalma süresi bilgisine erişilmiş olmaktadır. Dakikaları saat cinsinden ifade etmek gerekirse 2 araba vapuru 24 saat içerisinde toplamda 16 saat sefer düzenlemiş olmaktadır. Sonuç itibarıyla Harem-Sirkeci arasında 2 araba vapuru karşılıklı olarak 24 saat içerisinde toplamda 16 saat iskelelerde doldur-boşalt yapmış olmaktadır*.

5.2. İstanbul Şehir Hatları Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri

İstanbul Şehir Hatları'nın İstanbul C-1, C-2 ve C-3 bölgelerinde çalışan toplamda üç hattı bulunmaktadır. Bu hatlar İstanbul İçi Vapur Hatları, Arabalı Vapur ve Boğaz Hatlarıdır. Her hatta çalışan deniz taşıtları iki yönlü olmak üzere seferler düzenlemektedirler.

İstanbul Şehir Hatları'nın belirtilen bölgelerdeki seferleri şu şekilde sıralanabilmektedir**:

- İstanbul İçi Vapur Hatları
- Arabalı Vapur Hattı
- Boğaz Hatları

5.2.1. İstanbul içi vapur hatları

İstanbul İçi Vapur Hatları başlığı altında toplamda 6 tarifeli sefer hattı bulunmaktadır**. Bu bölümde bu hatlar incelenecektir.

5.2.1.1. Kadıköy-Eminönü hattı

Kadıköy-Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 84 sefer düzenlenmektedir. Bu seferlerden 42'si Kadıköy kalkışlı ve diğer 42'si de Eminönü kalkışlı deniz araçlarına aittir. Bir sefer toplamda 20 dakikada tamamlanmaktadır**. Karşılıklı seferler dikkate alınarak zaman hesabı yapıldığında aşağıdaki eşitlik elde edilmektedir:

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise 42 sefer 840 dakikada tamamlanmaktadır. Bu seferler karşılıklı biçimde gerçekleştirildiği dikkate alındığı takdirde toplamda bir gün

* İDO, 2017.

** Şehir Hatları, 2017.

içerisinde 1680 dakikalık sefer gerçekleştirilmiş olmaktadır. Bir diğer ifadeyle bu hatta çalışan bütün deniz araçlarının makineleri 1680 dakika çalışmış olmaktadır.

5.2.1.2. Karaköy-Kadıköy hattı

Karaköy-Kadıköy hattında bir gün içerisinde toplamda 104 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 104 seferin 52'si Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 52'si de Kadıköy kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 104 sefer 2080 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 1040 dakikadır.

5.2.1.3. Üsküdar-Eminönü hattı

Üsküdar-Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 92 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 15 dakikada tamamlanmaktadır. 92 seferin 46'sı Üsküdar kalkışlı ve geriye kalan 46'sı da Eminönü kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 92 sefer 1380 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 690 dakikadır.

5.2.1.4. Kadıköy-Beşiktaş hattı

Üsküdar-Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 62 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 25 dakikada tamamlanmaktadır. 62 seferin 31'i Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 31'i de Beşiktaş kalkışlıdır*.

1 sefer 25 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 62 sefer 1550 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 775 dakikadır.

* Şehir Hatları, 2017.

5.2.1.5. Haliç hattı

Haliç Hattı'nda çalışan deniz araçları Üsküdar-Kasımpaşa-Fener-Balat-Hasköy-Ayvansaray-Sütlüce-Eyüp hattını takip etmektedirler. Üsküdar-Eyüp hattında bir gün içerisinde toplamda 34 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 55 dakikada tamamlanmaktadır. 34 seferin 17'si Üsküdar kalkışlı ve geriye kalan 17'si de Eyüp kalkışlıdır*.

1 sefer 55 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 34 sefer 1870 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 935 dakikadır.

5.2.1.6. Bostancı-Karaköy hattı

Bostancı-Karaköy hattında bir gün içerisinde toplamda 10 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 40 dakikada tamamlanmaktadır. 10 seferin 5'i Bostancı kalkışlı ve geriye kalan 5'i de Karaköy kalkışlıdır*. Bostancı iskelesinden kalkan deniz aracının İstanbul C-2 bölgesinde geçirmiş olduğu toplam süre 15 dakikadır. Benzer biçimde Karaköy iskelesinden kalkarak Bostancı iskelesine ulaşmaya çalışan deniz aracında İstanbul C-2 bölgesinde toplamda 15 dakika seyir yapmaktadır. Dolayısıyla düzenlenen toplam 10 sefer için toplamda 30 dakikalık seyir süreleri hesaba katılacaktır. Elde edilen bu bilgi ışığında deniz araçları toplamda 300 dakika İstanbul C-2 bölgesinde seyir yapmaktadırlar.

5.2.2. Arabalı vapur hattı

Arabalı Vapur Hattı başlığı altında toplamda 1 tarifeli sefer hattı bulunmaktadır*. Bu bölümde bu hat incelenecektir.

İstinye-Çubuklu Hattı: İstinye-Çubuklu hattında bir gün içerisinde toplamda 86 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 10 dakikada tamamlanmaktadır. 86 seferin 43'ü İstinye kalkışlı ve geriye kalan 43'ü de Çubuklu kalkışlıdır*.

1 sefer 10 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 86 sefer 860 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 430 dakikadır.

* Şehir Hatları, 2017.

5.2.3. Boğaz hatları

Boğaz Hatları başlığı altında toplamda 8 tarifeli sefer hattı bulunmaktadır*. Bu bölümde bu hatlar incelenecektir.

5.2.3.1. Sarıyer-Rumeli Kavağı-Anadolu Kavağı hattı

Sarıyer-Rumeli Kavağı-Anadolu Kavağı hattında bir gün içerisinde toplamda 27 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 10 dakikada tamamlanmaktadır. 27 seferin 13'ü Sarıyer kalkışlı ve geriye kalan 14'ü de Anadolu Kavağı kalkışlıdır*.

1 sefer 10 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 27 sefer 270 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 130 dakika ve 140 dakikadır.

5.2.3.2. Küçüksu-Beşiktaş hattı

Küçüksu-Beşiktaş hattında bir gün içerisinde toplamda 6 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 6 seferin 3'ü Küçüksu kalkışlı ve geriye kalan 3'ü de Beşiktaş kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 6 sefer 120 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 60 dakikadır.

5.2.3.3. Çengelköy-İstinye hattı

Çengelköy-İstinye hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 55 dakikada tamamlanmaktadır. 12 seferin 6'sı Çengelköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da İstinye kalkışlıdır*.

1 sefer 55 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 660 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 330 dakikadır.

* Şehir Hatları, 2017.

5.2.3.4. Kadıköy-Sarıyer hattı

Kadıköy-Sarıyer hattında bir gün içerisinde toplamda 2 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 85 dakikada tamamlanmaktadır. 2 seferin 1'i Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 1'i de Sarıyer kalkışlıdır*.

1 sefer 85 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 2 sefer 170 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 85 dakikadır.

5.2.3.5. Anadolu Kavağı-Üsküdar hattı

Anadolu Kavağı-Üsküdar hattında bir gün içerisinde toplamda 32 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 95 dakikada tamamlanmaktadır. 32 seferin 16'sı Anadolu Kavağı kalkışlı ve geriye kalan 16'sı da Üsküdar kalkışlıdır*.

1 sefer 95 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 32 sefer 3040 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 1520 dakikadır.

5.2.3.6. Üsküdar-Ortaköy hattı

Üsküdar-Ortaköy hattında bir gün içerisinde toplamda 6 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 10 dakikada tamamlanmaktadır. 6 seferin 3'ü Üsküdar kalkışlı ve geriye kalan 3'ü de Ortaköy kalkışlıdır*.

1 sefer 10 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 6 sefer 60 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 30 dakikadır. Gerçekleştirilen tüm hesaplarda 30 dakikalık süre dikkate alınmıştır. Aynı zamanda hesaplamalarda seferlerin tek yönlü oldukları da değerlendirme içerisinde tutulmuştur. Sonuç itibarıyla her sefer 10 dakikalık zaman dilimleri içerisinde ve toplam sefer süreleri ise 60 dakikada tamamlanmaktadır.

* Şehir Hatları, 2017.

5.2.3.7. Rumeli Kavağı-Eminönü hattı

Rumeli Kavağı-Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 30 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 85 dakikada tamamlanmaktadır. 30 seferin 15'i Rumeli Kavağı kalkışlı ve geriye kalan 15'i de Eminönü kalkışlıdır*.

1 sefer 85 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 30 sefer 2550 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 1275 dakikadır.

5.2.3.8. Küçüksu-İstinye hattı

Küçüksu-İstinye hattında bir gün içerisinde toplamda 14 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 14 seferin 7'si Küçüksu kalkışlı ve geriye kalan 7'si de İstinye kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 14 sefer 280 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 140 dakikadır.

5.3. Sınırlı Sorumlu Turizm ve Yolcu Deniz Taşıyıcılar Kooperatifi (TURYOL) Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri

TURYOL aşağıdaki hatlarda tarifeli olarak seferler düzenlemektedir. Her hatta çalışan deniz taşıtları iki yönlü olmak üzere seferler düzenlemektedirler.

TURYOL'un seferleri şu şekilde sıralanabilmektedir**:

- Bakırköy – Eminönü
- Beşiktaş – Kadıköy
- Eminönü - Kadıköy (Metro Durağı)
- Eminönü - Kadıköy 2 (Çayırbaşı)
- Eminönü – Üsküdar
- Kadıköy – Beşiktaş

* Şehir Hatları, 2017.

** TURYOL, 2017.

- Kadıköy (Metro Durağı) - Karaköy
- Kadıköy 2 (Çayırbaşı) - Eminönü
- Karaköy - Kadıköy (Metro)
- Karaköy - Kadıköy 2 (Çayırbaşı)
- Karaköy – Üsküdar
- Üsküdar-Eminönü

5.3.1. Bakırköy-Eminönü hattı

Bakırköy-Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 4 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 30 dakikada tamamlanmaktadır. 4 seferin 2'si Bakırköy kalkışlı ve geriye kalan 2'si de Eminönü kalkışlıdır*.

1 sefer 30 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 4 sefer 120 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 60 dakikadır.

5.3.2. Beşiktaş – Kadıköy hattı

Beşiktaş – Kadıköy hattında bir gün içerisinde toplamda 60 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 60 seferin 30'ü Beşiktaş kalkışlı ve geriye kalan 30'u da Kadıköy kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 60 sefer 1200 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 600 dakikadır.

5.3.3. Eminönü - Kadıköy (metro durağı) hattı

Eminönü - Kadıköy (Metro Durağı) hattında bir gün içerisinde toplamda 96 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 96 seferin 48'i Eminönü kalkışlı ve geriye kalan 48'i de Kadıköy kalkışlıdır*.

* TURYOL, 2017.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 96 sefer 1920 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 960 dakikadır.

5.3.4. Eminönü-Kadıköy 2 (Çayırbaşı) hattı

Eminönü-Kadıköy 2 (Çayırbaşı) hattında bir gün içerisinde toplamda 100 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 100 seferin 50'si Eminönü kalkışlı ve geriye kalan 50'si de Kadıköy 2 (Çayırbaşı) kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 100 sefer 2000 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 1000 dakikadır.

5.3.5. Eminönü – Üsküdar hattı

Eminönü-Üsküdar hattında bir gün içerisinde toplamda 102 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 102 seferin 51'i Eminönü kalkışlı ve geriye kalan 51'i de Üsküdar kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 102 sefer 2040 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 1020 dakikadır.

5.3.6. Kadıköy – Beşiktaş hattı

Kadıköy – Beşiktaş hattında bir gün içerisinde toplamda 60 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 25 dakikada tamamlanmaktadır. 60 seferin 30'u Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 30'u da Beşiktaş kalkışlıdır*.

1 sefer 25 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 60 sefer 1500 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 750 dakikadır.

* TURYOL, 2017.

5.3.7. Kadıköy (metro durağı) - Karaköy hattı

Kadıköy (Metro Durağı) – Karaköy hattında bir gün içerisinde toplamda 84 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 84 seferin 42’si Kadıköy (Metro Durağı) kalkışlı ve geriye kalan 42’si de Karaköy kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 84 sefer 1680 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 840 dakikadır.

5.3.8. Kadıköy 2 (Çayırbaşı) – Eminönü hattı

Kadıköy 2 (Çayırbaşı) – Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 98 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 98 seferin 49’u Kadıköy (Çayırbaşı) kalkışlı ve geriye kalan 49’u da Eminönü kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 98 sefer 1960 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 980 dakikadır.

5.3.9. Karaköy - Kadıköy (metro) hattı

Karaköy - Kadıköy (Metro) hattında bir gün içerisinde toplamda 92 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 92 seferin 46’sı Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 46’sı da Kadıköy (Metro) kalkışlıdır*.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 92 sefer 1840 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 920 dakikadır.

5.3.10. Karaköy - Kadıköy 2 (Çayırbaşı) hattı

Karaköy - Kadıköy 2 (Çayırbaşı) hattında bir gün içerisinde toplamda 96 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 20 dakikada tamamlanmaktadır. 96 seferin 48’i Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 48’i de Kadıköy 2 (Çayırbaşı) kalkışlıdır*.

*TURYOL, 2017.

1 sefer 20 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 96 sefer 1920 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 960 dakikadır.

5.3.11. Karaköy – Üsküdar hattı

Karaköy - Üsküdar hattında bir gün içerisinde toplamda 102 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 15 dakikada tamamlanmaktadır. 102 seferin 51'i Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 51'i de Üsküdar kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 102 sefer 1530 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 765 dakikadır.

5.3.12. Üsküdar-Eminönü hattı

Üsküdar-Eminönü hattında bir gün içerisinde toplamda 102 sefer düzenlenmektedir. 1 sefer 15 dakikada tamamlanmaktadır. 102 seferin 51'i Üsküdar kalkışlı ve geriye kalan 51'i de Eminönü kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 102 sefer 1530 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 765 dakikadır.

5.3.13. Kadıköy-Büyükkada hattı

Kadıköy-Büyükkada hattında bir gün içerisinde toplamda 14 sefer düzenlenmektedir. Kadıköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Büyükkada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 14 seferin 7'si Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 7'si de Büyükkada kalkışlıdır. Bu hat sefer tarifesinde Adalar Hattı olarak geçmektedir*.

*TURYOL, 2017.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 14 sefer 210 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 105 dakikadır.

5.3.14. Eminönü-Heybeliada hattı

Eminönü-Heybeliada hattında bir gün içerisinde toplamda 14 sefer düzenlenmektedir. Eminönü iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Heybeliada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 14 seferin 7'si Eminönü kalkışlı ve geriye kalan 7'si de Heybeliada kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 14 sefer 210 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 105 dakikadır.

5.3.15. Eminönü-Büyükada hattı

Eminönü-Büyükada hattında bir gün içerisinde toplamda 14 sefer düzenlenmektedir. Eminönü iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Büyükada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 14 seferin 7'si Eminönü kalkışlı ve geriye kalan 7'si de Büyükada kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 14 sefer 210 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 105 dakikadır.

5.3.16. Eminönü-Kınalıada hattı

Eminönü-Kınalıada hattında bir gün içerisinde toplamda 14 sefer düzenlenmektedir. Eminönü iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Kınalıada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak

* TURYOL, 2017.

bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 14 seferin 7'si Eminönü kalkışlı ve geriye kalan 7'si de Kınalıada kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 14 sefer 210 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 105 dakikadır.

5.3.17. Kadıköy-Heybeliada hattı

Kadıköy-Heybeliada hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. Kadıköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Heybeliada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 10 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 10 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 12 seferin 6'sı Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da Heybeliada kalkışlıdır*.

1 sefer 10 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 120 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 60 dakikadır.

5.3.18. Kadıköy-Büyükada hattı

Kadıköy-Büyükada hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. Kadıköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Büyükada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 10 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 10 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 12 seferin 6'sı Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da Büyükada kalkışlıdır*.

1 sefer 10 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 120 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 60 dakikadır.

* TURYOL, 2017.

5.3.19. Kadıköy-Kınalıada hattı

Kadıköy-Kınalıada hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. Kadıköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Kınalıada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 10 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 10 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 12 seferin 6'sı Kadıköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da Kınalıada kalkışlıdır*.

1 sefer 10 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 120 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 60 dakikadır.

5.3.20. Karaköy-Heybeliada hattı

Karaköy-Heybeliada hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. Karaköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Heybeliada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 12 seferin 6'sı Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da Heybeliada kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 180 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 90 dakikadır.

5.3.21. Karaköy-Büyükada hattı

Karaköy-Büyükada hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. Karaköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Heybeliada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul

* TURYOL, 2017.

C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 12 seferin 6'sı Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da Büyükkada kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 180 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 90 dakikadır.

5.3.22. Karaköy-Kınalıada hattı

Karaköy-Kınalıada hattında bir gün içerisinde toplamda 12 sefer düzenlenmektedir. Karaköy iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve benzer biçimde Kınalıada iskelesinden kalkan deniz araçlarının İstanbul C-2 bölgesine giriş yaparak bu bölgede seyir yapması toplamda 15 dakikadır. Bir diğer ifadeyle bir deniz aracının İstanbul C-2 bölgesini terk etmesi ve giriş yapması 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen 12 seferin 6'sı Karaköy kalkışlı ve geriye kalan 6'sı da Kınalıada kalkışlıdır*.

1 sefer 15 dakikada tamamlanıyor ise toplamda gerçekleştirilen 12 sefer 180 dakikada tamamlanmaktadır. Tek yönlü seferin gün içerisinde gerçekleştirmiş olduğu toplam sefer süresi ise 90 dakikadır.

5.4. Sınırlı Sorumlu Avrasya Deniz ve Turizm Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi ve Avrasya Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri (DENTUR Avrasya Grup) Sefer Rotaları ile Sefer Saatleri

Dentur Avrasya aşağıdaki hatlarda tarifeli olarak seferler düzenlemektedir. Her hatta çalışan deniz taşıtları iki yönlü olmak üzere seferler düzenlemektedirler.

Dentur Avrasya'nın seferleri şu şekilde sıralanabilmektedir**:

- Üsküdar-Beşiktaş
- Üsküdar-Kabataş
- Eminönü-Bebek

* TURYOL, 2017.

** DENTUR Avrasya, 2017.

- Beşiktaş-Kadıköy
- Beşiktaş-Kabataş-Adalar

5.4.1. Üsküdar-Beşiktaş hattı

Dentur Avrasya'ya ait deniz araçları Üsküdar-Beşiktaş arasında karşılıklı olarak bir gün içerisinde toplamda 144 sefer düzenlemektedirler. Bu seferlerden 72'si Üsküdar iskelesinden kalkışları, diğer 72'si de Beşiktaş iskelesinden kalkışları ifade etmektedir. Deniz araçları Üsküdar-Beşiktaş arasını 10 dakikada geçmektedirler*. Elde edilen bu verilere göre bu hatta çalışan deniz araçları (3 deniz aracı) bir gün içerisinde toplamda 720 dakika çalışmaktadır. Üç deniz aracının karşılıklı çalıştığı dikkate alınırsa Üsküdar-Beşiktaş arasında toplamda 1440 dakika tarifeli sefer uygulanmaktadır. Dolayısıyla bir deniz aracı bir gün içerisinde toplamda 480 dakika çalışmaktadır.

5.4.2. Üsküdar-Kabataş hattı

Dentur Avrasya'ya ait deniz araçları Üsküdar-Kabataş arasında karşılıklı olarak bir gün içerisinde toplamda 144 sefer düzenlemektedirler. Bu seferlerden 72'si Üsküdar iskelesinden kalkışları, diğer 72'si de Kabataş iskelesinden kalkışları ifade etmektedir. Deniz araçları Üsküdar-Kabataş arasını 10 dakikada geçmektedirler*. Elde edilen bu verilere göre bu hatta çalışan deniz araçları (6 deniz aracı) bir gün içerisinde toplamda 720 dakika çalışmaktadır. Altı deniz aracının karşılıklı çalıştığı dikkate alınırsa Üsküdar-Beşiktaş arasında toplamda 1440 dakika tarifeli sefer uygulanmaktadır. Dolayısıyla bir deniz aracı bir gün içerisinde toplamda 240 dakika çalışmaktadır.

5.4.3. Eminönü-Bebek hattı

Dentur Avrasya'ya ait deniz araçları Eminönü-Bebek hattında Eminönü-Beşiktaş-Ortaköy-Arnautköy-Bebek rotasını takip etmektedirler. Sabah saat 08:30'da Bebek iskelesinden kalkan deniz aracı sırası ile saat 08:35'de Arnautköy iskelesine, saat 08:50'de Ortaköy iskelesine, saat 09:00'da Beşiktaş iskelesine ve 09:15'de Eminönü iskelesine uğrayarak seferini tamamlamaktadır. Benzer biçimde akşam saat 18:30'da Eminönü iskelesinden kalkan deniz aracı sırası ile saat 18:45'de Beşiktaş iskelesine, 18:55'de Ortaköy

* DENTUR Avrasya, 2017.

iskelesine, 19:05’de Arnavutköy iskelesine ve 19:15’de Bebek iskelesine uğrayarak seferini tamamlamaktadır*.

5.4.4. Beşiktaş-Kadıköy hattı

Dentur Avrasya’ya ait deniz araçları Beşiktaş-Kadıköy hattı arasında gün içerisinde toplamda 30 tarifeli sefer düzenlemektedirler. Bu 30 seferin 15’i Beşiktaş iskelesinden kalkışları ve geriye kalan 15’i de Kadıköy iskelesinden kalkışları ifade etmektedir. Bir deniz aracı Beşiktaş-Kadıköy arasındaki mesafeyi toplamda 20 dakikada tamamlamaktadır*. Elde edilen bu bilgiye göre Beşiktaş-Kadıköy hattı arasında bir gün içerisinde toplamda 600 dakika sefer düzenlemektedir. Bu seferlerin karşılıklı yapıldığı dikkate alındığı durumda tek hatta bir deniz aracı bir gün içerisinde toplamda 300 dakika sefer gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla hatta bir deniz aracı bir günde 5 saat çalışmaktadır. Bu hatta her gün karşılıklı olarak 2 deniz aracı çalışmaktadır.

5.4.5. Beşiktaş-Kabataş-Adalar hattı

Beşiktaş-Kabataş-Adalar hattında çalışan deniz araçları Beşiktaş iskelesinden ayrıldıktan sonra Kabataş iskelesine uğramaktadırlar. Bu süre kalkış-seyir-yanaşma-kalkış süreci olarak toplamda 15 dakikalık bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. En son olarak Kabataş iskelesinden kalkan deniz aracının İstanbul C-1 ve C-2 bölgelerini terk etmesi toplamda 15 dakikada gerçekleşmektedir. Sefer tarifesine göre Beşiktaş-Adalar arasında toplamda 28 sefer düzenlenmektedir. Bu seferlerden 14’ü Beşiktaş/Kabataş iskelelerinden kalkışı ve geriye kalan diğer 14’ü de Büyükaada/Heybeliada’dan kalkışları ifade etmektedir*. Elde edilen bu verilere göre deniz araçları Beşiktaş ve Kabataş iskelelerinde ve İstanbul C-1 ve C-2 bölgelerinde tek yönlü seferde toplamda 420 dakika sefer süresi geçirmektedirler. Bu seferlerin Adalar istikametinden Beşiktaş istikametine doğru olanlarını da hesaba katarsak toplamda 840 dakikalık bir sefer süresi elde edilmiş olmaktadır. Bu hatta toplamda 4 deniz aracı çalışmaktadır. Dolayısıyla bir deniz aracı bir günde toplamda 210 dakika çalışmaktadır.

* DENTUR Avrasya, 2017.

VI. YEREL DENİZ TAŞIMACILIĞI YAPAN DENİZ ARAÇLARINDAN KAYNAKLANAN EGZOZ EMİSYON DEĞELERİNİN HESAPLANMASI

MARPOL 73/78 Sözleşmesinin EK VI “Gemilerden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Önlenmesi Kuralları”na göre gemi dizel makinelerinden salınan azot oksit (NO_x) miktarı için aşağıdaki hükümler kabul edilmiştir*:

“(i) n değeri 130 rpm’nin altında iken	17.0 g/kWh
(ii) n değeri 130 ile 2000 rpm arasında iken	45.0*n ^(-0.2) g/kWh
(iii) n değeri 2000 rpm veya üzerinde iken	9.8 g/kWh”

Yukarıdaki hükümleri yorumlamak gerekirse motor devir sayısı (n) 130 rpm’in altında olan dizel motorlarının azot oksit (NO_x) salınımı 17.0 g/kWh değerinin üzerinde olmamalıdır. Benzer bir yorumlama ile motor devir sayısı (n) 130 ile 2000 rpm arasında olan dizel motorlarının azot oksit (NO_x) salınımı 45.0*n^(-0.2) g/kWh değerini aşmamalı ve motor devir sayısı (n) 2000 rpm veya üzerinde olan dizel motorlarının azot oksit (NO_x) salınımı ise 9.8 g/kWh değerini aşmamalıdır.

Bu bölümde İstanbul Boğazı’nda seçilen bölgelerde tarifeli sefer(ler) düzenleyen yerel deniz taşımacılık firmalarına ait deniz araçlarının egzoz emisyon değerlerinin hesap değerlerine yer verilmiştir.

6.1. Egzoz Emisyon Değerlerinin Hesaplanması

Deniz araçları hareket kabiliyetine sahip olabilmek için çoğunlukla fosil yakıtlara ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebepten dolayı deniz araçları ömürleri boyunca emisyon kaynağı olarak varlık göstermektedirler.

* Resmi Gazete (Mükerrer), 2013.

Temel olarak işleyen bir deniz aracı üç farklı operasyon yöntemine sahiptir: Manevra (Maneuvering), Rölanti/Liman (Hotelling), Seyir (Cruising). Her üç yöntemde gemi makinalarının egzoz emisyon değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Kılıç ve Deniz, 2010):

$$\sum E_{ikms} = t_{km} \cdot P_{kms} \cdot EF_{ims} \quad (6.1)$$

E: Toplam Emisyon Değeri

k: Makine Kodu

t: Makine Çalışma Zamanı

P: Makine Gücü

EF: Özgül Emisyon

Ana makinenin manevra sırasındaki yükü yaklaşık % 40 ve tam yolla seyir sırasındaki yükü ise % 80 oranındadır. Elektrik sağlayan dizel makineleri kıyı bağlantısı olmadığı sürece sürekli bir biçimde tam yükte çalışmaktadır(lar). Deniz araçlarının iskeleye yanaşma ve ayrılma süreleri toplam seyir süresinin % 20'sini oluşturmaktadır (Kılıç ve Deniz, 2010). Örneğin Kadıköy-Karaköy seferini yapan bir deniz aracının toplam süresi yaklaşık 20 dakikadır. Bu süre içerisinde teknenin iskeleden ayrılma 2 dakika ve hedef iskeleye ulaşma sırasında yaptığı yanaşma manevrası da 2 dakikadır. Bir başka örnek üzerinden gitmek gerekirse, toplam seyir süresinin 15 dakika olduğu bir hattın kalkış ve yanaşma manevrasının toplam seyir süresinin % 20'sini oluşturmasından hareketle kalkış manevrasının 1.5 dakika ve hedef iskeledeki varış manevrasının da 1.5 dakika olduğu belirlenmiştir.

Bir dizel makinesinin seyir sırasındaki toplam emisyon değeri % 50-60, rölantideki/limandaki değeri %25-30 ve manevra sırasındaki değeri ise %10-20'dir. Daha açık bir ifadeyle bir dizel makinasının doğaya salmış olduğu emisyon değerlerini %50-60'ını seyir sırasında, %25-30'unu rölantide çalışırken (limanda bağlıyken) ve %10-20'sini de manevra sırasında gerçekleştirmektedir (Kılıç ve Deniz, 2010).

Bununla birlikte deniz araçlarının seyir halinde ana makinenin toplam gücünün yalnızca % 80'ini, manevra sırasında % 40'ını ve hem seyir hem de manevra sırasında dizel jeneratörlerinin toplam gücünün yalnızca % 75'ini kullandığı kabul edilmektedir. Deniz

aracının iskeleyle bağı olduğu sürede ise yalnızca jeneratörlerin kullanıldığı öngörülmüştür (Kılıç, 2009).

Makine tipine göre özgül yakıt tüketimi belirli değerler arasındadır. Bu değerler Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Makine tiplerine göre özgül yakıt tüketimi (Endresen v.d., 2003).

Makine Tipi	Özgül Yakıt Tüketimi kg / kWh
Düşük Devir	0.195
Orta Devir	0.215
Yüksek Devir	0.230
Türbin Makinesi	0.290

Makine tiplerine göre özgül yakıt tüketiminin belirtilmesinin ardından yakıt bileşenlerinin belirtilen 4 makine tipine göre ortaya çıkartmış olduğu değerlerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Yakıt bileşenlerinin emisyon faktörleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Makine tiplerine göre yakıt bileşenlerinin emisyon faktörleri (Endresen v.d., 2003).

Yakıt Bileşenleri	Makine Tipleri İçin Emisyon Faktörleri (Ton Yakıt Başına Yayılan kg Değeri)			
	Düşük Devir	Orta Devir	Yüksek Devir	Türbin Makinesi
Karbon Monoksit (CO)	7.4	7.4	7.4	0.4
Metan Olmayan Uçucu Organik Bileşikler	2.4	2.4	2.4	0.1
Methan (CH ₄)	0.3	0.3	0.3	0.08
Azot Oksit (N ₂ O)	0.08	0.08	0.08	0.08
Karbon Dioksit (CO ₂)	3170	3170	3170	3170
Sülfür Dioksit (SO ₂)				
Artık Yakıt : % 2.7 Sülfür İçerikli	54	54		54
Damıtılmış Yakıt : % 0.5 Sülfür İçerikli	10	10	10	
Azot Oksitler (NO _x)	87	57	57	7
Partikül Madde (PM)	7.6	1.2	1.2	2.5

Emisyon değerlerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerden birisi gemilerin hareketlerinin esas alındığı “bottom-up” yöntemidir. Bottom-up yönteminde “...yakılan yakıt miktarlarının literatürde kabul görmüş emisyon faktörleri kullanılarak emisyon tahminleri yapılmaktadır.” (Kılıç, 2009).

Kılıç (2009) bottom-up yöntemini kısaca şu şekilde açıklamaktadır:

“Özellikle NO_x, VOC, CO, HC ve PM emisyonları miktarlarının gemilerin çalışma türlerine göre farklılık göstermeleri, oluşan emisyonların sadece miktarının değil, meydana geldikleri zaman ve yerin de hava kirliliği tahminlerinde gerekli olması gibi sebeplerle, yeterli veri bulunduğu durumlarda bottom-up yönteminin kullanılması daha uygun görülmektedir. Bu yöntemde, gemilerin çalışma türleri manevra, seyir ve liman olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Her çalışma türünde gemilerin ana ve yardımcı makinelerinin çalışma şartları değişmekte, bu da emisyon faktörlerinin değişmesine neden olmaktadır.”

Hesaplama aşamasında kullanılan emisyon faktörlerinin kaynağı gemi hareketlerinden (seyir, manevra ve liman süresi) yola çıkılarak, emisyon tahminlerinde kullanılan ve çok sayıda gemiden alınan ölçümler sonucunda elde edilen verilerdir. Bu bağlamda emisyon faktörleri olarak Entec (2005 ve 2010) verileri temel alınmıştır.

Gemilerden kaynaklı emisyon değerlerinin hesaplanabilmesi için ilk önce emisyon faktörlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Emisyon faktörleri gemilerde kullanılan makinelerin türü, kullanılan yakıt, makine gücü gibi değişkenlere bağlıdır. Gemi makinelerinde yapılan emisyon ölçümlerine bağlı olarak emisyon faktörleri hesaplanmaktadır. Hesaplanan emisyon faktörleri “gemilerin yakıt tüketimlerine ve makinelerin kullandıkları enerji miktarına (kWh) bağlı olarak kullanılabilir” (Kılıç, 2014).

Dört yerel deniz firmasına ait deniz araçlarından kaynaklanan emisyon değerlerinin belirlenebilmesi için aşağıdaki matematiksel formülden faydalanılmıştır. Bu formül her firmada çalışan deniz araçları için hesaplanan toplam çalışma saati ve farklı emisyon değerleri için kullanılmıştır (Kılıç, 2009):

$$“E=t.P.EF.makine yükü” \quad (6.2)$$

- E: “Çalışma türü için emisyon” toplam değeri.

- t: “Çalışma türünde geminin bulunduğu” zaman değeri.
- P: “Deniz aracının çalışma türünde kullandığı makinelerin güçleri”.
- EF: “Gemi türü ve emisyon türüne göre emisyon çarpanı.”

İlgili formülü aşağıdaki örnek üzerinden uygulamaya dönüştürmek önem taşımaktadır.

Soru: İstanbul Deniz Otobüsleri firmasına ait Turgut Özal feribotunun yalnızca bir seferlik seyir süresi dikkate alındığı takdirde atmosfere saldıgı emisyon değeri (NO_x) gram (gr) cinsinden sonucu nedir?

$$E=t.P.EF.makine\ yükü$$

$$E: ? \text{ (Aranılan Değer)}$$

$$t: 0,7$$

$$P: (8710 \times 4) 34840$$

$$EF: 13$$

$$\text{makine yükü: } 0,8$$

$$E= (0,7) \cdot (34840) \cdot (13) \cdot (0,8)$$

$$E= 253.635,2 \text{ gr}$$

Verilen örneğin sonuçlarının karşılaştırılabilmesi ve hem teorik hem de pratik açıdan bir kıyaslama yapılabilmesi için aşağıda yeni bir örnek daha verilmiştir.

Soru (Küçükşahin, 2000): “Ağırlıksal analizi $c= 0,85$, $h= 0,15$ olan bir yakıtla çalışan bir makinede saatte 500 kg yakıt yakılmaktadır. Böyle bir makinede 1 saatte kullanılan hava ve oluşturulan egzoz gazı miktarları m^3/kg türünden hesaplanacaktır. Fazla hava katsayısı 1,75’tir. Egzoz gazlarının % 8’i karbon dioksit olduğuna göre, 1 saatte üretilen CO₂ miktarını hesaplayınız.”

$$L'_o = (1/0,21) [(c / 12) + (h / 4) - (o / 32)]$$

$$L'_o = (1/0,21) [(0,85 / 12) + (0,15 / 4)]$$

$$L'_o = 1 / 0,21 (0,0716 + 0,0375)$$

$$L'_o = 0,5195 \cdot 1,75$$

$$L'_o = 0,9091 \text{ [mol (hava) / kg (yakıt)]}$$

$$L'' = 24,4 \cdot L' = 24,4 \cdot 0,9091$$

$$L'' = 22,182 \text{ [m}^3 \text{ (hava) / kg (yakıt)]}$$

$$L''_h = 22,182.500$$

$$L''_h = 11091 \text{ [m}^3 \text{ (hava) / saat]}$$

$$M_g = \alpha \cdot L''_o + h / 2 + o / 32$$

$$M_g = 1,75 \cdot 0,5191 + 0,0375$$

$$M_g = 0,9466 \text{ [mol (gaz) / kg (yakıt)]}$$

$$V_g = 24,4 \cdot M_g$$

$$V_g = 24,4 \cdot 0,9466$$

$$V_g = 23,097 \text{ [m}^3 \text{ (gaz) / kg (yakıt)]}$$

$$V_g = 23,095.500$$

$$V_g = 11548,5 \text{ [m}^3 \text{ (gaz) / saat]}$$

bulunur.

$$V_{CO_2} = V_{gh} \cdot 0,08$$

$$V_{CO_2} = 11548,5 \cdot 0,08$$

$$V_{CO_2} = 923,88 \text{ [m}^3 \text{ (CO}_2\text{) / saat]} \quad \text{bulunur.}''$$

6.2. İstanbul Yerel Deniz Sahasında Çalışan Deniz Araçlarının Emisyon Değerleri

Bu bölümde İstanbul Deniz Otobüsleri'ne (İDO), İstanbul Şehir Hatları'na, Sınırlı Sorumlu Turizm ve Yolcu Deniz Taşıyıcılar Kooperatifi'ne (TURYOL) ve Sınırlı Sorumlu Avrasya Deniz ve Turizm Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi ve Avrasya Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri'ne (DENTUR Avrasya Grup) ait deniz araçlarından atmosfere salınan gazların nitelikleri ve değerleri incelenmiştir. Çalışmamız kapsamında İstanbul yerel deniz sahasında çalışan ve dört yerel deniz taşımacılık firmasına ait olan toplamda 153 deniz aracının emisyon değerleri incelenmiştir. Çalışma esnasında kullanılan ve bir deniz aracının seyir karakteristik özelliği üç temel faktör grubu biçiminde belirtilmiştir: Seyir (Cruise), Manevra (Manoeuvring) ve Serbest Çalışma (Hotelling). Bununla birlikte deniz araçlarının emisyon değerleri incelenirken konu edilen temel başlıklar şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Seyir Sırasındaki Emisyon Faktörleri (Ana Makine Seyir Emisyon Faktörü (g/kW^{-h}); Ana Makine Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü (g/kW^{-h}); Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü (g/kW^{-h}),
- Seyir Dışı Emisyon Faktörleri (Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü (g/kW^{-h}),
- Ana Makine Seyir Emisyon Değerleri (kg),
- Ana Makine Manevra Emisyon Değerleri (kg),
- Ana Makine Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Yardımcı Makine Seyir Emisyon Değerleri (kg),
- Yardımcı Makine Manevra Emisyon Değerleri (kg),
- Yardımcı Makine Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Seyir Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Manevra Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg),
- Toplam Seyir Dışı Serbest Çalışma Emisyon Değerleri (kg)
- Günlük Toplam Emisyon Değerleri (kg).

Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine ve yardımcı makine emisyon faktörleri ana makine seyir emisyon faktörü, ana makine manevra ve serbest çalışma emisyon faktörü ve yardımcı makine seyir, manevra ve serbest çalışma emisyon faktörü olmak üzere üç ana başlık üzerinden değerlendirilmiştir. Bu noktada tespit edilmeye çalışılan husus ilgili makinelerin seyir, manevra ve serbest çalışmaları sırasında doğaya saldıkları NO_x , NMVOC ve TSP değerlerini tespit edebilmektir. Bu bağlamda değerlendirildiği takdirde dört yerel deniz firmasının ana makine seyir emisyon faktörleri (g/kW^{-h}) cinsinden ve NO_x , NMVOC ve TSP açısından sırası ile 13 (g/kW^{-h}), 0,5 (g/kW^{-h}) ve 0,8 (g/kW^{-h}) olarak tespit edilmiştir. İkinci olarak ana makine manevra ve serbest emisyon faktörleri (g/kW^{-h}) cinsinden ve NO_x , NMVOC ve TSP açısından sırası ile 10,4 (g/kW^{-h}), 1,5 (g/kW^{-h}) ve 2,4 (g/kW^{-h}) olarak tespit edilmiştir. Bu başlık altında değerlendirebileceğimiz son unsur ise yardımcı makine manevra ve serbest

çalışma emisyon faktörleridir. Yardımcı makine manevra ve serbest çalışma emisyon faktörleri ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$) cinsinden ve NO_x , NMVOC ve TSP açısından sırası ile 13 ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$), 0,4 ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$) ve 0,3 ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$) olarak tespit edilmiştir (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010). İlgili değerler Tablo 6 ve Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 6. Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine ve yardımcı makine emisyon faktörleri ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$) (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	Ana Makine Seyir Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$)			Ana Makine Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$)			Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$)		
	NO_x	NMVOC	TSP	NO_x	NMVOC	TSP	NO_x	NMVOC	TSP
İstanbul Deniz Otobüsleri	13	0,5	0,8	10,4	1,5	2,4	13	0,4	0,3
İstanbul Şehir Hatları	13	0,5	0,8	10,4	1,5	2,4	13	0,4	0,3
TURYOL	13	0,5	0,8	10,4	1,5	2,4	13	0,4	0,3
DENTUR	13	0,5	0,8	10,4	1,5	2,4	13	0,4	0,3

Tablo 7. Yerel deniz taşımacılık firmalarının yardımcı makine emisyon faktörleri ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$) (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Emisyon Faktörü ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$)		
	NO_x	NMVOC	TSP
İstanbul Deniz Otobüsleri	13	0,4	0,3
İstanbul Şehir Hatları	13	0,4	0,3
TURYOL	13	0,4	0,3
DENTUR	13	0,4	0,3

Yerel deniz taşımacılık firmalarının yardımcı makine emisyon faktörleri NO_x , NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Yerel deniz taşımacılık firmalarına ait yardımcı makinelerin seyir, manevra ve serbest çalışma emisyon faktörleri NO_x açısından 13 ($\text{g/kW}^{-\text{h}}$),

NMVOC açısından 0,4 (g/kW^{-h}) ve TSP açısından ise 0,3 (g/kW^{-h}) olarak belirlenmiştir (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010).

Yerel deniz taşımacılık firmalarının seyir dışı serbest çalışma emisyon faktörleri Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Seyir dışı serbest çalışma emisyon faktörleri (g/kW^{-h}) (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP
İstanbul Deniz Otobüsleri	13	0,4	0,3
İstanbul Şehir Hatları	13	0,4	0,3
TURYOL	13	0,4	0,3
DENTUR	13	0,4	0,3

Yerel deniz taşımacılık firmalarının seyir dışı serbest çalışma emisyon faktörleri NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Yerel deniz taşımacılık firmalarına ait yardımcı makinelerin seyir, manevra ve serbest çalışma emisyon faktörleri NO_x açısından 13 (g/kW^{-h}), NMVOC açısından 0,4 (g/kW^{-h}) ve TSP açısından ise 0,3 (g/kW^{-h}) olarak belirlenmiştir (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010).

Yukarıda belirlenen tüm değerler sabit sayıdır. Bir diğer ifadeyle yukarıdaki değerlere faktör adı da verilmektedir. Hesaplamalarda kullanılan faktör değerleri hesaplamalar sırasında herhangi bir değişikliğe maruz kalmamakta ve çarpan değer olarak yer almaktadır. Bu sebepten dolayı her hesaplamada faktör değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İhtiyaç duyulan bu değerler ise kaynağı verilen yerlerden alınarak hesaplamalara dâhil edilmişlerdir. İlgili faktörler tablolar halinde gösterilmiş ve çarpan değer olarak hesaplamalara eklenmişlerdir.

Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine ve yardımcı makine yakıt tüketimi faktörleri (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010) Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine ve yardımcı makine yakıt tüketimi faktörleri (g/kW^{-h}) (Kılıç, 2014; Entec, 2005; Entec, 2010).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	Ana Makine Yakıt Tüketimi Faktörü (g/kW ^{-h})	Ana Makine Manevra ve Serbest Çalışma Yakıt Tüketimi Faktörü (g/kW ^{-h})	Yardımcı Makine Seyir, Manevra ve Serbest Çalışma Yakıt Tüketimi Faktörü (g/kW ^{-h})
İstanbul Deniz Otobüsleri	213	234	217
İstanbul Şehir Hatları	213	234	217
TURYOL	213	234	217
DENTUR	213	234	217

Bu aşamadan sonra çalışmamız kapsamında hesaplama yöntemi ile elde edilen veriler tablolaştırılarak verilecektir. Ana makine günlük seyir emisyon değerleri (kg) Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10. Ana makine günlük seyir emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOG	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	1326,77	50,72	81,69	21882,77
İstanbul Şehir Hatları	127,51	4,92	7,85	2089,18
TURYOL	280,03	10,75	17,23	4587,54
DENTUR	58,21	2,24	3,58	953,79
Günlük Toplam Değerler	1792,52	68,63	110,35	29513,28

Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine günlük seyir emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOG ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre ana makine seyir emisyonlarının günlük toplamları NO_x açısından 1792,52 (kg), NMVOG açısından 68,63 (kg) ve TSP açısından ise 110,35 (kg) olarak belirlenmiştir.

Ana makine günlük manevra emisyon değerleri (kg) Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11. Ana makine günlük manevra emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	90,98	13,24	21,13	2046,89
İstanbul Şehir Hatları	6,45	0,85	1,51	145,05
TURYOL	11,15	1,61	2,57	250,97
DENTUR	7,19	1,04	1,66	161,86
Günlük Toplam Değerler	115,77	16,74	26,87	2604,77

Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine günlük manevra emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre ana makine manevra emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 115,77 (kg), NMVOC açısından 16,74 (kg) ve TSP açısından ise 26,87 (kg) olarak belirlenmiştir.

Ana makine günlük serbest çalışma emisyon değerleri (kg) Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12. Ana makine günlük serbest çalışma emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	9,51	1,43	2,20	215,16
İstanbul Şehir Hatları	0,69	0,07	0,16	15,45
TURYOL	0,82	0,01	0,08	18,43
DENTUR	0,76	0	0,10	16,99
Günlük Toplam Değerler	11,78	1,51	2,54	266,03

Yerel deniz taşımacılık firmalarının ana makine günlük serbest çalışma emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre ana makine serbest çalışma emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 11,78 (kg), NMVOC açısından 1,51 (kg) ve TSP açısından ise 2,54 (kg) olarak belirlenmiştir.

Yardımcı makine günlük seyir emisyon değerleri (kg) Tablo 13’de yer almaktadır.

Tablo 13. Yardımcı makine günlük seyir emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	54,59	1,75	1,26	910,58
İstanbul Şehir Hatları	8,44	0,30	0,21	140,69
TURYOL	4,93	0,02	0,01	82,30
DENTUR	2,45	0,03	0,02	40,85
Günlük Toplam Değerler	70,41	2,10	1,50	1174,42

Yerel deniz taşımacılık firmalarının yardımcı makine günlük seyir emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre yardımcı makine seyir emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 70,41 (kg), NMVOC açısından 2,10 (kg) ve TSP açısından ise 1,50 (kg) olarak belirlenmiştir.

Yardımcı makine günlük manevra emisyon değerleri (kg) Tablo 14’de yer almaktadır.

Tablo 14. Yardımcı makine günlük manevra emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	31,04	0,92	0,68	519,05
İstanbul Şehir Hatları	3,40	0,02	0	56,61
TURYOL	3,24	0,03	0,01	54,07
DENTUR	2,44	0,03	0,02	40,72
Günlük Toplam Değerler	40,12	1,00	0,71	670,45

Yerel deniz taşımacılık firmalarının yardımcı makine günlük manevra emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre yardımcı makine manevra emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 40,12 (kg), NMVOC açısından 1,00 (kg) ve TSP açısından ise 0,71 (kg) olarak belirlenmiştir.

Yardımcı makine günlük serbest çalışma emisyon değerleri (kg) Tablo 15’de yer almaktadır.

Tablo 15. Yardımcı makine günlük serbest çalışma emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	52,02	1,58	1,16	868,21
İstanbul Şehir Hatları	5,77	0,21	0,19	96,14
TURYOL	3,76	0,01	0	62,68
DENTUR	3,96	0,12	0,03	66,04
Günlük Toplam Değerler	65,51	1,92	1,38	1093,07

Yerel deniz taşımacılık firmalarının yardımcı makine günlük serbest çalışma emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre yardımcı makine serbest çalışma emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 65,51 (kg), NMVOC açısından 1,92 (kg) ve TSP açısından ise 1,38 (kg) olarak belirlenmiştir.

Toplam günlük seyir emisyon değerleri (kg) Tablo 16’da yer almaktadır.

Tablo 16. Toplam günlük seyir emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	1381,36	52,47	82,95	22793,35
İstanbul Şehir Hatları	135,95	5,22	8,06	2229,87
TURYOL	284,96	10,77	17,24	4669,84
DENTUR	60,66	2,27	3,60	994,64
Günlük Toplam Değerler	1862,93	70,73	111,85	30687,7

Yerel deniz taşımacılık firmalarının toplam seyir emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre toplam seyir emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 1862,93 (kg), NMVOC açısından 70,73 (kg) ve TSP açısından ise 111,85 (kg) olarak belirlenmiştir.

Toplam günlük manevra emisyon değerleri (kg) Tablo 17’de yer almaktadır.

Tablo 17. Toplam günlük manevra emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	122,02	14,16	21,81	2565,05
İstanbul Şehir Hatları	9,85	0,87	1,51	201,66
TURYOL	15,9	3,25	2,58	305,04
DENTUR	9,63	1,07	1,68	202,58
Günlük Toplam Değerler	157,4	19,35	27,58	3274,33

Yerel deniz taşımacılık firmalarının toplam manevra emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre toplam manevra emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 157,4 (kg), NMVOC açısından 19,35 (kg) ve TSP açısından ise 27,58 (kg) olarak belirlenmiştir.

Toplam günlük serbest çalışma emisyon değerleri (kg) Tablo 18’de yer almaktadır.

Tablo 18. Toplam günlük serbest çalışma emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	61,53	3,01	3,36	1083,37
İstanbul Şehir Hatları	6,46	0,28	0,35	111,59
TURYOL	4,58	0,02	0,08	81,11
DENTUR	4,72	0,12	0,23	83,04
Günlük Toplam Değerler	77,29	3,43	4,02	1359,11

Yerel deniz taşımacılık firmalarının toplam serbest çalışma emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre toplam serbest çalışma emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 77,29 (kg), NMVOC açısından 3,43 (kg) ve TSP açısından ise 4,02 (kg) olarak belirlenmiştir.

Toplam günlük seyir dışı serbest çalışma emisyon değerleri (kg) Tablo 19’da yer almaktadır.

Tablo 19. Toplam günlük seyir dışı serbest çalışma emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NM VOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	312,05	9,60	7,20	5208,87
İstanbul Şehir Hatları	71,90	2,21	1,66	1200,18
TURYOL	201,25	6,19	4,64	3359,32
DENTUR	164,52	5,06	3,80	2746,21
Günlük Toplam Değerler	749,72	23,06	17,30	12514,58

Yerel deniz taşımacılık firmalarının toplam günlük seyir dışı serbest çalışma emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre toplam serbest çalışma emisyonlarının günlük toplamı NO_x açısından 749,72 (kg), NMVOC açısından 23,06 (kg) ve TSP açısından ise 17,30 (kg) olarak belirlenmiştir. Seyir dışı serbest çalışma emisyonları deniz araçlarının tarifeli sefer dâhilinde çalışmalarının ardından iskelede bekleme süresi içerisinde yardımcı makinalarının çalışması sonucunda elde edilen değerlerdir. Örneğin, bir deniz aracı sefer tarifesine göre 24 saat içerisinde 8 saat çalışmış olsun. Geriye kalan 16 saatte iskelede bekleme konumundadır. Ancak deniz aracı bu bekleme konumunda da yardımcı makinalarını çalıştırmakta, dolayısıyla atmosfere emisyon salmaktadır. Bu noktada da seyir dışı serbest çalışma emisyon değerleri bu zaman aralığında atmosfere salınan emisyon değerlerini içermektedir.

Hesaplamalarda mutlak bir biçimde dikkat edilmesi gereken husus deniz araçlarının sadece hareket halinde değil, aynı zamanda limanda bekleme konumunda bağlı kaldığı durumlarda da atmosfere emisyon değeri saldığı gerçeğidir. Çünkü deniz araçları limanda bekleme konumunda kaldıklarında da elektrik enerjisine ihtiyaç duymakta ve kıyı bağlantısı yapılmadığı sürece, elektrik enerjilerini dizel tahrikli elektrik jeneratörlerinden sağlamaktadırlar. Bu durumda da yakıt tükettikleri için atmosfere emisyon değeri salınmaktadır. Dolayısıyla atmosferde biriken emisyon değerlerinde artış(lar) gözlemlenmektedir.

Günlük toplam emisyon değerleri (kg) Tablo 20’de yer almaktadır.

Tablo 20. Günlük toplam emisyonları (kg).

Yerel Deniz Taşımacılık Firmaları	NO _x	NMVOC	TSP	Yakıt Harcamı
İstanbul Deniz Otobüsleri	1569,91	69,64	106,96	26442,66
İstanbul Şehir Hatları	152,26	6,37	83,76	22336,71
TURYOL	303,93	12,43	19,90	5055,99
DENTUR	75,01	3,46	5,41	1280,258
Günlük Toplam Değerler	2101,11	91,90	216,03	55115,618

Yerel deniz taşımacılık firmalarının günlük toplam emisyonları (kg) cinsinden ve NO_x, NMVOC ve TSP değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre toplam emisyonlarının günlük toplamsal değerleri NO_x açısından 2101,11 (kg), NMVOC açısından 91,90 (kg) ve TSP açısından ise 216,03 (kg) olarak belirlenmiştir.

Yukarıdaki günlük toplam emisyonlarını yıllık değer üzerinden değerlendirmek gerekirse günlük olarak elde edilen verileri çalışma gün sayısı ile çarpmak yeterlidir. Sonuç itibarıyla elde edilen emisyonlar şu şekilde sıralanabilmektedir:

NO_x : 766905 kg = 767 Ton

NMVOC : 33544 kg = 34 Ton

TSP : 78851 kg = 79 Ton

Yakıt Harcamı : 20117201 kg = 20117 Ton

Hesaplamalar sonucunda elde edilen bulguların büyük tonajlı yük gemilerinin değerleri ile karşılaştırılabilmesi önem taşımaktadır. Bu sayede İstanbul İli Yerel Deniz Sahası'nda yolcu taşımacılığı yapan küçük tonajlı tekne, vapur, hızlı deniz otobüsü, arabalı vapur ve hızlı feribotların değerleri ile karşılaştırma yapılabilecektir.

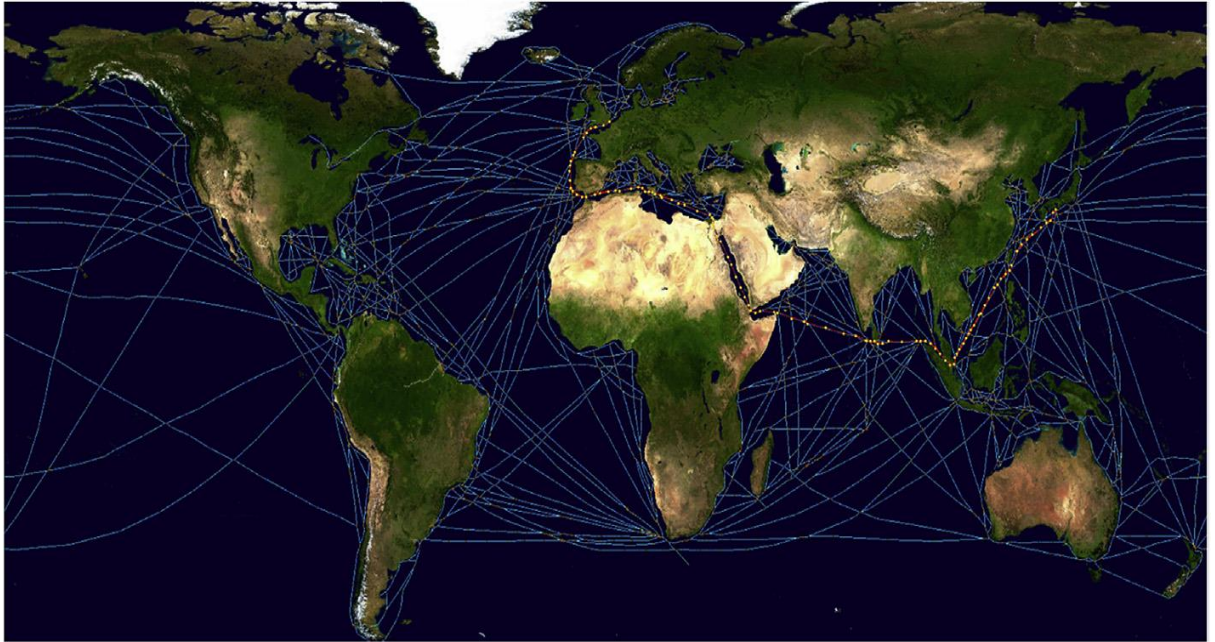
İlgili değerler şu şekilde sıralanabilmektedir (Tuna ve Elbir, 2013):

İlk önce gemi tiplerine göre günlük ton üzerinden yakıt tüketim faktörlerini sıralamak önem taşımaktadır. Buna göre; Konteyner Gemisi (65,9); Sıvı Dökme Gemisi (41,1); Katı Dökme Gemisi (33,8); Genel Kargo Gemisi (21,3). Benzer biçimde ton üzerinden emisyon

faktörlerinin de şu şekilde sıralanabilmektedir: NO_x (57,0); CO (7,4); NMVOC (2,4); PM (1,1); SO₂ (20) (Tuna ve Elbir, 2013).

Verileri genişletmek gerekirse 2011 yılı değerleri temel olarak alınabilmektedir. Buna göre; 2011 yılında İstanbul Boğazı'ndan geçen büyük tonajlı gemi trafiğinden kaynaklanan yıllık toplam emisyonlar NO_x için 3553 t y⁻¹, SO₂ için 623 t y⁻¹, CO için 461 t y⁻¹, PM₁₀ için 69 t y⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Buna göre, örnek gemi tiplerinin emisyon değerleri üzerinden hareket etmek gerekirse, kargo gemilerinden kaynaklanan NO_x emisyonlarının toplam emisyon oranına göre değeri %46 ve tankerlerin ise %17 olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer ifadeyle toplam emisyon değerinin % 46'sı kargo gemilerine ve % 17'si ise tankerlere aittir (Tuna ve Elbir, 2013).

İstanbul Boğazı Yerel Deniz Sahası'ndan elde edilen verilerin yurt dışında gerçekleştirilen araştırmaların verileri ile karşılaştırılması önem taşımaktadır. Bu amaçla ilgili verilere aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 5. Emisyon değerlerinin hesaplandığı gemi rotası (Johansson v.d., 2017).

Şekil 5'teki harita üzerinde belirlenen rotalar çerçevesinde yapılan emisyon hesaplarına göre aşağıda yer alan Tablo 21 ortaya çıkarılmıştır (Johansson v.d., 2017).

Tablo 21. 2015 verilerine göre belirlenen rota üzerinde tahmini emisyon değerleri (Johansson v.d., 2017).

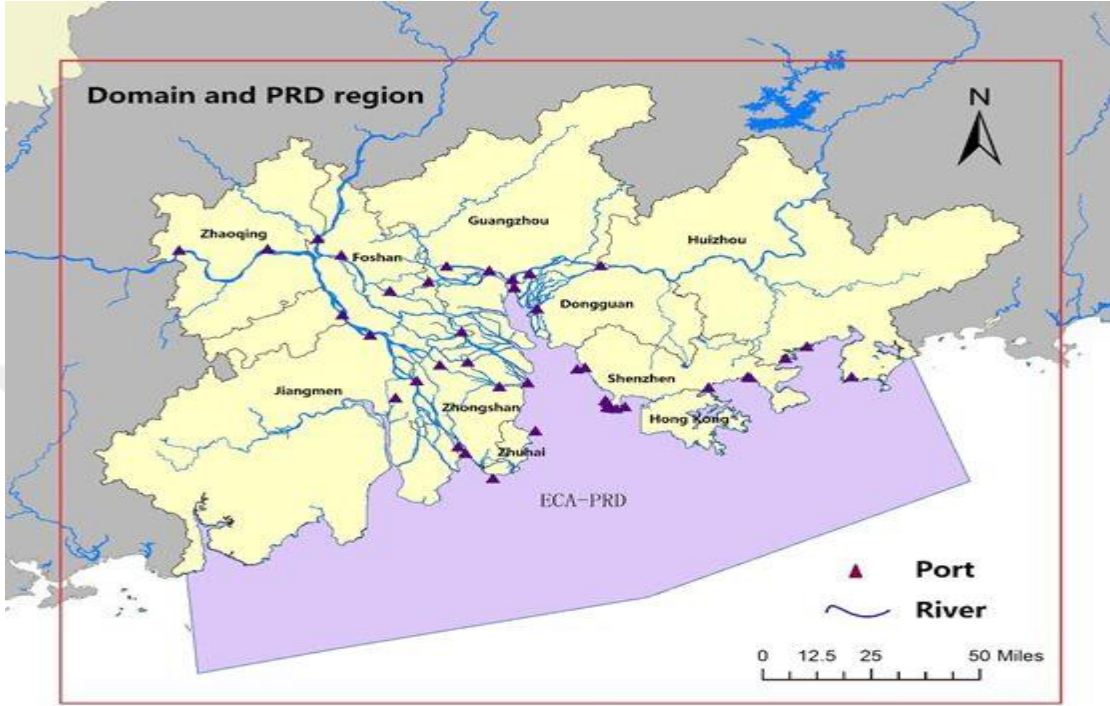
	NO _x [10 ⁶ kg]	SO _x [10 ⁶ kg]	PM [10 ⁶ kg]	CO [10 ⁶ kg]	CO ₂ [10 ⁶ kg]	Gemi Sayısı
Tüm Gemiler	20,880	9690	1490	1350	831,300	376,219
IMO'ya Kayıtlı	19,200	9180	1390	1220	756,000	65,804
IMO'ya Kayıtlı Olmayan Ancak Tanımlanan	1560	487	88	115	69,000	234,438
Tanımlanamayan	124	24	6	13	6800	75,977

Tichavska ve Tovar'ın (2015) 2011 yılında İspanya'nın Kanarya Adaları'ndaki Las Palmas Kent Limanı özelinde gerçekleştirmiş olduğu çalışma kapsamında bu limana uğrayan gemilerden atmosfere salınan emisyon değerleri hesaplanmış ve aşağıda yer alan Tablo 22'de belirtilmiştir.

Tablo 22. Gemi trafik emisyonu değerlendirme modeli tarafından tahmin edilen trafik payı ile ilgili emisyonlar (Tichavska ve Tovar, 2015).

Las Palmas Limanına Uğrayan Gemi Tipleri	NO _x [Kg]	SO _x [Kg]	PM2.5	CO [Kg]	CO ₂ [Kg]
Yolcu	1,072,171	538,281	113,449	99,889	50,896,353
Hizmet Botları	282,882	72,042	18,705	36,772	14,500,000
Genel Kargo	372,906	112,158	27,460	46,891	17,700,000
Konteyner	1,019,379	287,831	73,453	119,174	48,000,000
Tanker	666,583	185,561	47,261	91,107	33,300,000
Diğer	240,744	52,376	14,636	36,675	13,300,000
Balıkçı	296,009	59,027	17,095	32,705	15,100,000
Araba Taşıyıcı	152,567	56,219	13,081	16,889	7,478,647
Tipi Belirlenemeyen Gemi	142,657	58,230	13,258	17,633	8,892,110
Toplam	4,245,897	1,421,726	338,399	497,734	209,167,110

2016 yılında İnci Nehir Deltası'nda (Pearl River Delta) gerçekleştirilen çalışmaya göre elde edilen emisyon değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. İnci Nehir Deltası Hong Kong bölgesinde yer almaktadır. İlgili bölge Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. İnci Nehir Deltası bölgesinde yer alan önemli limanlar (Ng v.d., 2016).

Şekil 6'da gösterilen limanlara giren ve çıkan gemiler üzerinde yapılan emisyon ölçme hesaplamaları için kullanılan emisyon faktörleri Tablo 23'de gösterilmiştir.

Tablo 23. Farklı gemi türlerinin emisyon faktörleri (g/kWh) (Ng v.d., 2016).

Gemi Tipi	Sülfür İçeriği	SO ₂	NO _x	PM	HC	CO
Okyanus ve Kıyı Gemisi	2.70%	10.29	18.10	1.42	1.31	0.60
Okyanus ve Kıyı Gemisi	1.00%	3.62	17.00	0.45	0.42	0.60
Okyanus ve Kıyı Gemisi	0.50%	1.81	17.00	0.31	0.28	0.60
Okyanus ve Kıyı Gemisi	2.70%	11.24	14.00	1.43	1.32	0.50
Okyanus ve Kıyı Gemisi	1.00%	3.97	13.20	0.47	0.43	0.50
Okyanus ve Kıyı Gemisi	0.50%	1.98	13.20	0.31	0.29	0.50
Okyanus ve Kıyı Gemisi	2.70%	11.98	14.70	1.44	1.32	0.40
Okyanus ve Kıyı Gemisi	1.00%	4.24	13.90	0.49	0.45	0.40
Okyanus ve Kıyı Gemisi	0.50%	2.12	13.90	0.32	0.29	0.40
Nehir Gemisi	0.50%	2.08	10.00	0.30	0.29	0.27
Nehir Gemisi	0.50%	2.08	13.20	0.72	0.70	0.50
Nehir Gemisi	0.50%	2.08	13.20	0.31	0.29	0.47
Nehir Gemisi	0.50%	2.08	10.00	0.40	0.39	0.27
Nehir Gemisi	0.50%	2.12	10.00	0.31	0.29	0.26

Yukarıda belirtilen emisyon faktörleri kullanılarak incelemeye alınan bölgede faaliyet gösteren gemilerin ton üzerinden hesaplanan emisyon değerleri Tablo 24’de gösterilmiştir.

Tablo 24. İnci Nehir Deltası bölgesinde gemi emisyonları, 2013 (Ton) (Ng v.d., 2016).

	SO ₂	NO _x	CO	PM	VOC
Okyanus Gemileri	41,073	53,243	4,239	4,245	1,871
Kıyı Gemileri	12,995	21,124	1,905	1,283	954
Nehir Gemileri	6,539	17,685	2,719	603	508
Toplam	60,607	92,051	8,862	60,607	92,051

2016 yılında Hollanda’da gerçekleştirilen ve 23 Ocak 2018 tarihinde M.C. ter Brake, N. Hobo ve J. Hulskotte tarafından raporlanan ve Y. Koldenhof tarafından onaylanan taslak raporda yer alan emisyon değerlerine göre aşağıdaki Tablo 25 oluşturulmuştur. İlgili çalışma Şekil 7’de gösterilen alanda gerçekleştirilmiştir (Brake v.d., 2018).



Şekil 7. Hollanda deniz sahası*

* Hollanda deniz sahası, 2018.

Tablo 25. 2016 yılı Hollanda deniz sahası emisyon değerleri (Brake v.d., 2018).

Maddeler	2016 Yılında Hesaplanan Emisyonlar (Ton)		
	Limn	Seyir	Toplam
Metan (CH ₄)	-	33	33
VOC	103	2,293	2,397
SO ₂	236	4,604	4,841
NO _x	3,040	82,462	85,502
CO	163	3,859	4,022
CO ₂	187,432	3,666,339	3,853,771

Tablo 25'in hazırlanması için limanda hareketsiz bekleyen 97 ve seyir halinde olan 155 geminin verileri kullanılmıştır. Dolayısıyla toplamda 252 gemi üzerinden emisyon değeri hesaplanmıştır (Brake v.d., 2018).

VII. TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışma 2017 yılına ait veriler ile İstanbul Boğazı'nda çalışan dört yerel deniz taşımacılık firmasının sahip olduğu deniz araçlarının havaya saldıkları baca gazı emisyon değerlerinin hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar taşımacılık firmalarından alınan gerçekçi yakıt tüketim değerleri ile kıyaslanmış ve elde edilen sonuçların karşılaştırmaları yapılmıştır. Karşılaştırma sonuçları bir önceki bölümde tartışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın sonuç kısmı bir önceki başlık altında tartışılmış durumdadır. Bu başlık altında ise çalışma süresince elde edilen veriler ışığı altında üretilen öneriler sıralanmıştır.

Bu çalışma uluslararası niteliğe sahip önemli bir su yolu olan İstanbul Boğazı'nın yerel deniz trafiği unsurları için gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirilen toplamda 151 adet deniz aracı bulunmaktadır. Bu deniz araçlarının ana ve yardımcı makine güçleri birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bu bağlamda düşünüldüğü takdirde yerel alanda çalışan deniz araçlarının bacalarından salınan emisyon değerleri önemli bir sonuç üretmektedir. Deniz araçlarının boylarındaki ve tonajlarındaki artış ve buna bağlı olarak ana ve yardımcı makine boyutlarının artması gibi nedenler sebebiyle emisyon değerleri bir önceki bölümde de ifade edildiği üzere önemsenmesi gereken miktarlara ulaşmaktadır.

Bu çalışma sırasında fark edilen diğer önemli bir husus ise yanma odasına alınan yakıtın tam olarak yanıp yanmadığı konusunda işletmeci makine personelinin bilinçsiz bir tavır içerisinde olduklarıdır. Bu konu ile ilgili gerekli kontrollerin yapılmadığı ve alınması gereken tedbirlerin alınmadığı görülmektedir. Bu sonuca varılmasında kullanılan yöntemlerden biri gözleme dayanmaktadır. İstanbul'un iki yakası arasında gidip gelen yerel taşımacılık firmalarının deniz araçlarını seyahat amaçlı olarak neredeyse her gün kullanılmaktadır. Bilinçli bir göz ile takip edildiği takdirde özellikle kalkış ve yanaşma manevralarında gemi bacalarından çıkan koyu siyah ve yoğun egzoz gazı üzerinde önemle durulması gereken bir sonucu ortaya çıkartmaktadır. Bu durum yanma odasına giren yakıtın tam olarak yakılmadığının

göstergesidir. Buna göre işletmeci makine personelinin söz edilen konuda bilinçsiz (belki de bilgisiz) bir biçimde davrandığı sonucuna varılabilmektedir. Bunu sağlayabilmek için de yanma odasına alınan yakıtın belirli bir soğukluktaki hava (oksijen) ile tam yanmasının sağlanması gerekmektedir. Eğer yanma odasına püskürtülen yakıt tam olarak yanmaz ise “çiğ yakıt” ve ortaya çıkan ekstra zararlı gazlar doğaya salınmış olmaktadır. Bu nedenle gemilerin ana ve yardımcı makinelerinin normal şartlar altındaki emisyon değerleri çalışma için temel değer olarak kabul edilmiştir. Ancak söz konusu durumun ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda makine işletme personelinin bilgili, bilinçli ve tecrübeli olması, işini iyi yapması ve sorumluluğu altında bulunan makinelerin bakımlarını düzenli bir biçimde gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bir gemi makinesinin yeni veya eski olması baca gazı emisyon değerleri üzerinde çok fazla etki etmemektedir. Gerçek etki yeni bir makinenin dahi işletmesinin uygun bir biçimde yapılmaması, bakımlarının geciktirilmesi ve yakıtın iyi bir biçimde yakılmaması üzerinden şekillenmektedir. Yakıtın tam olarak yanması için gerektiği durumlarda yakıtı hava ile iyi bir biçimde karıştırarak ve ateşleme sırasında yakıtı tam olarak yakabilecek katkıların (katkı maddelerinin) kullanılması değerlendirilmelidir.

İşin doğası gereği deniz araçlarının yanaştığı iskeleler nüfusun yoğun bir biçimde yaşadığı alanları oluşturmaktadırlar. Deniz araçlarının manevra ve serbest çalışma süreleri boyunca bu alanlarda bulunması iki çalışma şeklini de emisyon değerleri için önemli bir hale getirmektedir. İskelede yanaşma ve ayrılma sırasında deniz araçlarının kaptanlarının işletme yöntemleri birbirlerinden farklı olduğu için bir deniz aracı normal şartlar altında ürettiğinden daha yüksek emisyon değerlerini üretebilmektedir. Geminin mutlak hâkimi olan operatörün deniz ve hava şartlarına uygun manevraları tercih etmesi sorgulamaksızın hakkıdır. Ancak ani manevraların emisyon değerleri üzerinde ciddi katkısı olduğu bilinen bir gerçektir. Bu da işletme operatörünün (kaptanın) tekneleri ve makinalarını zorlamayan bu tür manevralar konusunda eğitilmesi gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Sonuç itibarıyla kaptanların emisyon konusunda bilgi sahibi olup olmadıkları araştırılıp, şirket bünyesinde hizmet içi eğitimlerine tabi tutulmaları gerekmektedir. Manevralar için güncel teknolojilerden yararlanılması planlanmalıdır. Büyük gemiler için geliştirilen kalkış ve yanaşma manevra yardımcılarının teknolojik gelişmeler dâhilinde çok yakın zamanda küçük tekneler için de kullanılabilir olacağı düşünülmektedir. Söz konusu teknoloji insan hatasından arındırılmış manevra imkânı sağlamakla birlikte, gemi için en uygun manevranın tercihine de olanak tanımaktadır.

Dolayısıyla bu gibi teknolojilerin kullanılması hem ana makinaların çalışma saatlerini azaltacak hem de aşırı manevraların ortaya çıkaracağı emisyon salımlarını düşürecektir.

Elektrikli tahrik sistemleri gelişen depolama yöntemleri ve yeni nesil motorlar sayesinde her alanda daha fazla kullanılır olmaktadır. Yakın zamana kadar askeri uygulamalarda ve özellikle denizaltılarda kullanılan teknolojiler hızla ticari sahada da yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüze kadar bir makinanın jeneratör olarak çalıştırılması ile üretilen elektrik enerjisinin tahrik sistemine aktarılması şeklinde olan elektrikli seyir yöntemi günümüzde doğrudan elektrik enerjisinin karadan istasyonlardan gemi üzerine depolanması şekline doğru evrilmektedir. Bu bağlamda Kuzey Avrupa sularında 2020’li yıllarda çalışmaya başlayacağı öngörülen elektrikli feribot örneklerinin geliştirilmesi önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilebilmektedir. Söz konusu teknolojinin İstanbul Boğazı’nda da kullanım imkânları değerlendirilmelidir. Yerel alanda incelemeye tabi tutulan deniz taşımacılık firmalarının sahip oldukları deniz araçlarının tahrik sistemlerinin elektrikli bir hale getirilebilmelerinin olasılığı değerlendirilmelidir. İstanbul Boğazı’nda çalışan deniz araçlarının hangilerinin bu imkâna kavuşturulabilecekleri bir kapasite yenileme ve teknoloji meselesidir. Bu gerçekler bağlamında yerel alanda tarifeli seferler düzenleyen deniz taşımacılık firmalarının sahip oldukları deniz araçlarının en az emisyonu sahip taşıtlar ile değişebileceklerinin olasılıkları şimdiden öngörülmelidir. Söz konusu durum bir mühendislik probleminden ziyade bir teknoloji ve finans problemi olarak görülmektedir.

Diğer önemli bir husus ise denizcilik meslek liseleri, denizcilik meslek yüksek okulları ve denizcilik fakültelerinde yetiştirilen her kademe deniz adamının ders müfredatında ve halihazırda görev başındaki denizcilik personelinin meslek içi eğitimler ile çevre ve emisyon gibi konularda bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır. Bunun için öğretim programlarına ilgili konular hakkında başlıklar konulmalı ve özellikle makine personeli olmak için yetiştirilen aday deniz adamlarına uygulamalı ölçümler ile konu hakkında deneyim kazandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- AKTEN, N. (2002): The Bosphorus: Factors contributing to marine casualties. Turkish Journal of Marine Science, 8, 179–195.
- AKTEN, N. (2003): The Strait of Istanbul (Bosphorus): The seaway separating the continents with its dense shipping traffic. Turkish Journal of Marine Science, 9 (3), 241–264.
- AKYÜREK, Ö., ARSLAN, O. ve KARADEMİR, A. (2013): SO₂ ve PM₁₀ hava kirliliği parametrelerinin CBS ile konumsal analizi: Kocaeli örneği. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım 2013, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara.
- ATIMTAY, A., BAYRAM, H., CAN, A., ÇIMRIN, A.H., DEMİRAL, B., ELÇİ, M. A., EMRİ, S., ERTAŞ, S., EVYAPAN, F., GÜLLÜ, G., KARACA, M., KARLIKAYA, C., ÖZTÜRK, A. B., SOFUOĞLU, S., ŞAHİN, M., TECER, L. H. ve YÜKSEL, H. (2010): Türkiye'nin hava kirliliği ve iklim değişikliği sorunlarına sağlık açısından yaklaşım. Türkiye kronik hava yolu hastalıklarını önleme ve kontrol programı, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Anıl Matbaacılık, Ankara.
- BACHA, J., FREEL, J., GIBBS, A., GIBBS, L., HEMIGHAUS, G., HOEKMAN, K., HORN, J., INGHAM, M., JOSSENS, L., KOHLER, D., LESNINI, D., MCGEEHAN, J., NIKANJAM, M., OLSEN, E., ORGAN, R., SCOTT, B., SZTENDEROWICZ, M., TIEDEMANN, A., WALKER, C., LIND, J., JONES, J., SCOTT, D. ve MILLS, J. (2007): Global marketing. Diesel Fuels Technical Review, Chevron Corporation, USA.
- BAŞARANER, M., YÜCEL, M. A. ve ÖZMEN, Ç. (2011): İstanbul Boğazı'nda transit gemilerin kullandığı seyir rotalarının coğrafi bilgi sistemi yardımıyla incelenmesi ve iyileştirilmesi. HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 104, 75–79.
- BRAKE, M.C., HOBBO, N. ve HULSKOTTE, J. (2018): Sea shipping emissions 2016: Netherlands continental shelf, 12-mile zone and port areas. Report no: 30508-1-MSCN-rev.1, Netherlands.
- CAVKAYTAR, Ö., SOYER, Ö. U. ve ŞEKEREL, B. E. (2013): Türkiye'de hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık sorunları. Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi, 2 (4), 105–111.
- DENİZ, O. (2008): İçten yanmalı motorlar ders notları. Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Otomotiv Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- ECE, J. N. (2011): Kanal İstanbul ve Montrö Sözleşmesi. Ortadoğu Analiz Dergisi, 3 (29), 48–64.
- ENDRESEN, Ø., SØRGARD, E., SUNDET, J. K., DALSOREN, S. B., ISAKSEN, I. S. A., BERGLEN, T. F. ve GRAVİR, G. (2003): Emission from international sea transportation and environmental impact. Journal of Geophysical Research, 108 (17), 45-60.

ENTEC UK Limited (2005): European Commission Directorate General Environment Service Contract on ship emissions: Assignment, abatement and market-based instruments. Task 2, Final report, Entec UK Limited.

ENTEC UK Limited (2010): Defra UK ships emissions inventory. Final Report, November, Entec UK Limited.

GÜNEŞ, F. E. (2014): Sülfidler ve gıda katkı maddesi olarak kullanılması. Akademik Gıda Dergisi, 12 (2), 114–119.

GÜNEŞ, Ş. (2007): Türk Boğazları. ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) Gelişme Dergisi, 34 (2), 217–250.

İLKILIÇ, C., BEHÇET, R., AYDIN, S. ve AYDIN, H. (2013): Dizel motorlarında azot oksitlerin oluşumu ve kontrol yöntemleri, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, 2062–2066.

İNCECİK, S. ve İM, U. (2013): Megaşehirlerde hava kalitesi ve İstanbul örneği. Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi, 2, 133–145.

JOHANSSON, L., JALKANEN, J.P. ve KUKKONEN, J. (2017): Global assessment of shipping emissions in 2015 on a high spatial and temporal resolution, Atmospheric Environment, 167, 403-415.

KILIÇ, A. (2009): Marmara Denizi'nde gemilerden kaynaklanan egzoz emisyonları. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11 (2), 124–134.

KILIÇ, A. (2014): Marmara Bölgesi'ndeki deniz ve hava taşımacılığında kaynaklanan emisyon envanterinin oluşturulması ve hava kirliliğinin modellenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

KILIÇ, A. ve DENİZ, C. (2010): Inventory of shipping emissions in İzmit Gulf, Turkey. Environmental Progress & Sustainable Energy, 29 (2), 221–232.

KOPARAL, A. S. (2014): Çevre sorunlarının nedenleri. In: Öğütveren, Ü.B. (Ed.) Çevre Sorunları ve Politikaları. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2554, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1524, 3. Baskı, Eskişehir, 24–43.

KÜÇÜKŞAHİN, F. (1999): Dizel motorları ve gemi dizel makinelerinin yapıları ve çalışma ilkeleri. Genişletilmiş 3. Baskı, Güven Kitabevi, İstanbul.

KÜÇÜKŞAHİN, F. (2000): Dizel motorları problemleri. Güven Kitabevi, İstanbul.

LI, Q., JACOB, D. J., BEY, I., PALMER, P., DUNCAN, B., FIELD, B., MARTIN, R., FIORE, A., YANTOSCA, R. M., PARRISH, D., SIMMONDS, P. ve OLTMANS, S. (2002): Transatlantic transport of pollution and its effects on surface ozone in Europe and North America. *Journal of Geophysical Research* 107 (13), 1-16.

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI (2011): Motorlu araçlar teknolojisi, egzoz emisyon kontrolü. MEB Yayınları, Ankara.

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI (2012): Motorlu araçlar teknolojisi, dizel motorlari yakıt sistemleri. MEB Yayınları, Ankara.

NG, S.K. W., ZHENG, A. J., LI, C., OU, J. ve FAN, X. (2016): Pearl River Delta ship emission inventory study technical report, ADM Capital Foundation, Hong Kong.

ÖZERSAY, K. (1999): Türk Boğazlarından geçiş rejimi. Mülkiyeliler Birliği Vakfı Yayınları, Ankara.

ÖZSOY, E., IORIO, D. D., GREGG, M. C. ve BACKHAUS, J. O. (2001): Mixing in the Bosphorus Strait and The Black Sea continental shelf: Observations and a model of the dense water outflow. *Journal of Marine Systems*, 31, 99–135.

SHARMA, S. K., GOYAL, P. ve TYAGI, R. K. (2015): Hydrogen-fueled internal combustion engine: a review of technical feasibility. *International Journal of Performability Engineering*, 11 (5), 491-501.

TEMEL, Y. (2017): Gemi makine ve sistemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi basılmamış ders notları, İstanbul.

TERZİ, H. (2007): Türk Boğazları siyasi tarihi ışığında Karadeniz'deki mevcut durum. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TICHAVSKA, M. ve TOVAR, B. (2015): Port-city exhaust emission model: an approach to Cruise and Ferry operations in Las Palmas Port, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 347-360.

TUNA, G. ve ELBİR, T. (2013): Kanal İstanbul Projesi sonrası İstanbul Boğazı'nda gemi trafiğinden kaynaklanan hava kalitesinde beklenen değişimlerin incelenmesi. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 1–10.

ÜN, Ü. T. (2014): Doğal kaynaklar ve çevre kirliliği. In: Öğütveren, Ü.B. (Ed.) *Çevre Sorunları ve Politikaları*. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2554, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1524, Eskişehir, 44–64.

WILBUR, C. T. ve WIGHT, D. A. (1995): *Pounder's marine diesel engines*. Butterworth-Heinemann, Great Britain.

İNTERNET KAYNAKLARI

ALS GLOBAL (2017): http://alsglobal.com.tr/website/var/assets/media-tr/pdf/tph-library-turson_1.pdf, (Erişim Tarihi: 21.08.2017).

DENİZ ARAÇLARINA AKARYAKIT TESLİMLERİ (2017): <https://atlantis.udhb.gov.tr/OTV2/Docs/ss1.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.08.2017).

DENTUR AVRASYA: www.denturavrasya.com/tr, (Erişim Tarihi: 17.08.2017; 24.09.2017).

ECE, J. N. (2006): <http://www.kaptanhaber.com/kose-yazisi/100110/istanbul-bogazinda-seyir-ve-cevre-guvenligi.html>: İstanbul Boğazında Seyir ve Çevre Güvenliği, (Yayımlanma Tarihi: 16.06.2006), (Erişim Tarihi: 21.06.2017).

HOLLANDA DENİZ SAHASI (2018): www.google.com, (Erişim Tarihi: 20.01.2018).

İDO (2017): www.ido.com.tr, (Erişim Tarihi: 29.05.2017; 21.09.2017).

İSTANBUL DENİZ OTOBÜSLERİ SEFER TARİFESİ (2017): www.ido.com.tr, (Erişim Tarihi: 29.05.2017; 21.09.2017).

KARAOSMANOĞLU, F. (1994): <https://www.termodinamik.info/dosya/fuel-oil-e-genel-bir-bakis>, (Erişim Tarihi: 21.08.2017).

KULLANICI REHBERİ (Tarihsiz): http://www.turkishstraits.com/f/ug_tr.pdf, (Erişim Tarihi: 21.06.2017).

LANDSAT (2017): www.earthdata.nasa.gov, (Erişim Tarihi: 14.10.2017).

MEVZUAT BİLGİ SİSTEMİ (2017): <http://imo.udhb.gov.tr/TR/19Marpol.aspx>, (Erişim Tarihi: 23.08.2017).

ÖZEL TÜKETİM VERGİSİ KANUNU (2002): <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4760.pdf>, (Erişim Tarihi: 18.10.2017).

RESMİ GAZETE (2013): <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130315-10.htm>, (Erişim Tarihi: 18.10.2017).

RESMİ GAZETE (MÜKERRER) (2013): <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/21.pdf>, (Erişim Tarihi: 23.08.2017).

ŞEHİR HATLARI (2017): <http://www.sehirhatlari.istanbul/>, (Erişim Tarihi: 29.05.2017; 22.09.2017).

TURYOL (2017): <http://www.turyol.com>, (Erişim Tarihi: 29.05.2017; 24.09.2017).

TÜRK BOĞAZLARI DENİZ TRAFİK DÜZENİ TÜZÜĞÜ (1998): <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/2.5.9811860.pdf>, (Erişim Tarihi: 31.05.2017).

YEREL DENİZ TRAFİĞİ REHBERİ (2017): <http://www.vts.org.tr/wp-content/uploads/yereltrafikrehberi.pdf>, (Erişim Tarihi: 31.05.2017; 10.06.2017).



ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Konur Alp DEMİR
Doğum Tarihi : 15.09.1983
Doğum Yeri : Sakarya
Lise : (1997-2001) Pendik Anadolu Denizcilik Meslek Lisesi
(Gemi Makinaları Bölümü)
Lisans : (2005-2009) Piri Reis Üniversitesi (Türk Deniz Eğitim Vakfı)
(Uzakyol Vardiya Makinistliği/Mühendisliği)