

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE ETKİ EDEN
SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN
İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Serdar TOMBUL
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

AĞUSTOS 2022

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

SERDAR TOMBUL tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE ETKİ EDEN SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ş.Bedri ALPAR

Jüri Üyesi

Prof.Dr.Cem GAZİOĞLU

Jüri Üyesi

Prof.Dr.Serdar BEJİ

Jüri Üyesi

Dr.Öğr.Üyesi Bilge TUTAK

Tez Savunma Tarihi: 23.08.2022

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE ETKİ EDEN SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı DOKTORA tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

23.08.2022

Serdar TOMBUL

ÖNSÖZ

Türk Boğazlar Sistemine etki eden sualtı gürültülerinin incelendiği bu çalışmada konunun belirlenmesi, ölçüm sistemlerinin BAP projesi ile temin edilmesi, ölçümlere eşlik etmesi, poster sunumu gibi her aşamada çalışmamın akademik anlamda değer taşıması için her türlü desteği sağlayan danışman hocam Doç. Dr. Hüsne ALTIOK'a

İlk bilimsel makalemi yazmamda bana yol gösteren sevgili Prof. Dr. Ş. Bedri ALPAR'a ve bu makalemi yayınlama aşamasında akademik destek sağlayan TÜDAV'a ve Başkanı Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'e

Doktora çalışmalarım boyunca ve özellikle ölçümler esnasında yeri geldiğinde kablo sararak yeri geldiğinde iskeleden uğurlayarak desteğini esirgemeyen canım eşim Zeynep TOMBUL'a,

Hayat boyu değer sistemimin gelişmesine katkı sağlayan ve her koşulda yanımda hissettiğim annem Durdane TOMBUL ve babam Adem TOMBUL'a,

İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin desteklediği 33410 sayılı proje ile sualtı akustik ölçüm sisteminin tedarikine destek olan İÜ BAP Birimi'ne,

İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve sekreterliğine,

Özellikle ölçümler aşamasında tekne kiralamama yardımcı olmaktan, teknesinin anahtarını veren, balığa çıkarken ölçüm yapmam için imkân tanıyan, bir telefonla teknesini bana açan, tezimi kontrol edip son haline getirmeme destek olan tüm deniz ve bilim severlere içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Marmara Denizi'nin Genel Oşinografisi ve Fiziki Özellikleri.....	2
1.3. Çalışmaya Referans Oluşturan Uluslararası Mevzuatlar.....	4
1.4. Çalışmaya Temel Oluşturan Önceki Araştırmalar.....	4
1.5. Sualtı gürültülerinin deniz canlılarına etkileri.....	11
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
2.1. Gürültü Ölçüm Sistemi.....	15
2.2. Ölçüm ve Analiz Metodu.....	16
2.3. Ölçüm Sahası.....	18
2.4. Ölçüm Çalışmaları.....	30
2.4.1 Aralık 2018- Temmuz 2019 periyodu ön veri toplama çalışmaları.....	30
2.4.2 Temmuz 2019 – 2021 arası ölçümler.....	34
2.5 Sualtı Ses Yayılım Modelinin Oluşturulması.....	42
2.6 Sualtı Gürültü Haritasının Oluşturulması.....	46
2.6.1 Gürültü kaynaklarının haritalandırılması.....	46
2.6.2 Ölçüme dayalı gürültünün haritalandırılması.....	52
2.6.3 AIS Kayıtlarına Göre Gemi Trafığı Gürültüsünün İncelenmesi.....	52
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	55
3.1 Mevcut Limanların ve Kabotaj Hattının Haritalandırılması.....	55
3.2 Sualtı Gürültü Verilerinin Analizi.....	59
3.2.1 Kıyı bölgesi ölçümleri analizi.....	62
3.2.2 Deniz ölçümleri analizi.....	63
3.2.3 Derinliğe bağlı değişim analizi.....	64
3.2.4 Alçak frekans 63 Hz gürültü analizi.....	65
3.2.5 Alçak frekans 125 Hz gürültü analizi.....	67
3.3 Sualtı Gürültü Ölçümlerinin Gemi Trafik Yoğunluğu ile İlişkilendirilmesi.....	71
4. SONUÇLAR.....	79
KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	82

ÖZET

TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE ETKİ EDEN SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN İNCELENMESİ Serdar TOMBUL

Doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Türk Boğazlar Sistemine etki eden sualtı gürültüleri ilk kez tüm Marmara Denizi ve her iki boğazı kapsayacak şekilde yerinde ölçümler ile tespit edilerek haritalandırılması hedeflenmiştir.

İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı ve boğazları birleştiren trafik hattı, gerek trafik yoğunluğu ve liman faaliyetleri gerekse akıntı ve türbülans gürültüleri sebebiyle gürültülü bölgelerdir.

Marmara Denizi'nde liman türleri, gemi trafiği ve kabotaj hatları, demir yerleri ve çeşitli amaçlarla kullanılan iskeleler balıkçı barınakları ve yat limanları seyir haritaları kullanılarak tespit edilmiş ve haritalandırılmıştır. Bu haritalardan elde edilen bilgilere göre 51 farklı noktadan toplam 122 sualtı ortam gürültüsü kaydı alınmıştır. Gürültü kayıtları 1/3 oktav bant aralığında 5.89 Hz spektral çözünürlükte minimum 3 dk sürelerle alınmıştır. Ses basınç seviyelerinin ortalama değerleri 63 ve 125 Hz frekansları için hesaplanmıştır. Ses yayılım modeli yardımı ile ölçülen ses basınç seviyelerinin 5-10 km mesafelerde Marmara Denizi için ölçülen en düşük seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ölçümlerle elde edilen farklı gürültü kaynaklarının ses basınç seviyeleri ve dağılımları gürültü kaynakları haritası ile eşleştirilerek Marmara Denizi için zamandan bağımsız gürültü haritası elde edilmiştir. Bu haritalara göre Marmara Denizi güney kısmı en sessiz (yaklaşık 78 dB) bölge iken boğazlar ve gemi trafik hattının gürültü ortalamasının 152 dB değerine kadar ulaştığı belirlenmiştir. Bu tez çalışması ile böylece ilk defa yerinde yapılan ölçümlerle Marmara Denizi sualtı ortam gürültüsü haritası oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Akustik, Sualtı, Gürültü, Ses, Marmara Denizi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE UNDERWATER NOISE EFFECTING THE TURKISH STRAIT SYSTEM

Serdar TOMBUL

This study, which is prepared as a PhD thesis, mainly aims to identify and mapping the underwater noise effecting the Turkish Straits System including the Marmara Sea, İstanbul Strait and Çanakkale Strait for the first time.

The Bosphorus and the Dardanelles Straits are noisier regions due to traffic density, port activities, and also current and turbulence of the flow.

The types of ports, ship traffic and cabotage lines, anchorage areas, marinas and piers used for various purposes in the Sea of Marmara have been identified and mapped using navigation charts. According to the information obtained from these charts, a total of 122 underwater ambient noise records were taken from 51 different points. Noise recordings were taken for a minimum of 3 minutes at 5.89 Hz spectral resolution in the 1/3 octave band. Average values of sound pressure levels are calculated for 63 and 125Hz frequencies.

The sound pressure levels reached the lowest level of the Marmara Sea at a distance of approximately 5 km. It was determined by using the sound propagation model. The sound pressure levels and distributions of different noise sources obtained from the measurements were matched with the noise sources map and a time-independent noise map for the Marmara Sea was obtained. According to these maps, it was determined that the southern part of the Sea of Marmara is the quietest (about 78 dB), while the straits and ship traffic line noise arithmetic mean reach up to 152 dB. With this thesis study, for the first time, the underwater ambient noise map of the Marmara Sea was created with in-situ measurements.

Keywords: Acoustics, Underwater, Noise, Sound, Marmara Sea

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. CRT C55 Hidrofonu Teknik Özellikleri.....	16
Tablo 2. Sualtı Gürültü Ölçümleri İstasyon ve Kayıt Bilgileri.....	20
Tablo 3. Liman Başkanlıklarında Gemi Trafığı Yoğunluğunun Değerlendirilmesi (2011-2015 Gemi Trafığı Verileri), (TUBITAK MAM, 2017'den alınmıştır).....	55
Tablo 4. Marmara Denizi'nde belirlenen sınıflar için ölçülen ses basınç seviyelerinin ortalamaları	69



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Marmara Denizi derinlik haritası (EMODNET verisi ile üretilmiştir).....	3
Şekil 2. İstanbul Boğazı gemi trafiği.....	3
Şekil 3. Ocak - Eylül 2008 ölçüm istasyonları (Ülüg,2009'dan modifiye edilmiştir).....	5
Şekil 4. 3 ve 7 numaralı ölçüm istasyonları 1/3 oktav bandında gürültü seviyeleri (Ülüg,2009'dan modifiye edilmiştir).....	6
Şekil 5. Ortam gürültüsü spektrumu (Coates,2002'den modifiye edilmiştir).....	8
Şekil 6. Meteorolojik koşulların etkisi	9
Şekil 7. Frekansa ve kaynağa bağlı sualtı ortam gürültüsü seviyeleri (Wenz,1962'den modifiye edilmiştir)	10
Şekil 8. Deniz memelilerine etki eden antropojenik sualtı gürültü kaynakları	12
Şekil 9. Akdeniz'deki sıcak noktalar (deniz memelileri açısından).....	13
Şekil 10. CRT- C55 Hidrofonu ve Kablosu.....	15
Şekil 11. Marmara Denizi seyir haritası.....	17
Şekil 12. Sualtı gürültüsü ölçüm istasyonları haritası.....	19
Şekil 13. İstanbul Boğazı-Çubuklu sualtı ortam gürültü ölçümü (14 Ocak 2019).....	32
Şekil 14. Sualtı gürültü kaydı alınan gemilerin marinetraffic.com web sitesi AIS bilgileri.....	33
Şekil 15. Erdek Feribot İskelesi'nden alınan ölçüm.....	35
Şekil 16. Erdek'te denizde ölçüm.....	36
Şekil 17. Demir yerinde bekleyen gemiler (İstanbul Boğazı güneyi).....	37
Şekil 18. Kazık çakma faaliyeti (Çubuklu, İSTANBUL).....	38
Şekil 19. TÜBİTAK ile ortak ölçümler.....	39
Şekil 20. Yavuz Sultan Selim Köprüsü kuzeyi Garipçe mevki ölçümü.....	40
Şekil 21. Ambarlı gaz depolama ve dolum terminali.....	41
Şekil 22. Silivri açığında derin deşarj boru hattı çıkışı.....	41
Şekil 23. Yunus kayıtları.....	42
Şekil 24. Ekim 2019 Doğu Marmara Çukuru sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk ve ses hızı profili.....	43
Şekil 25. 45C istasyonunda ölçülen 1/3 oktav bant 125Hz ve 63 Hz frekanslarındaki ses basınç seviyesi.....	44
Şekil 26.. 1/3 oktav bant 125Hz (a, b) ve 63 Hz (c, d) frekanslarındaki ses basınç seviyesi ve 45C istasyonu ses hızı profiline göre ses yayılım kaybı (sol panel batimetri etkisi yok, sağ panel sığlaşan batimetri).....	45
Şekil 27. Marmara Denizi birleştirilmiş insan kaynaklı gürültü haritası (Tombul, 2018).....	47
Şekil 28. TBS limanları (Tombul, 2018).....	48
Şekil 29. TBS balıkçı barınakları (Tombul, 2018).....	49
Şekil 30. TBS yat limanları (Tombul, 2018).....	50
Şekil 31. TBS tersaneleri (Tombul, 2018).....	50
Şekil 32. TBS demir yerleri (Tombul, 2018).....	51
Şekil 33. TBS trafik hattı (Tombul, 2018).....	51
Şekil 34. İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi gemi trafiği yoğunluğu (www.marinevesseltraffic.com sitesinden alınmıştır).....	52

Şekil 35. Çanakkale Boğazı ve çevresi gemi trafiği yoğunluğu (www.marinevesseltraffic.com sitesinden alınmıştır).....	53
Şekil 36. İstanbul ve Çanakkale Boğazları'ndaki aylık gemi geçiş grafiği.....	54
Şekil 37. TBS liman gürültüleri revize edilmiş gürültü haritası.....	57
Şekil 38. Trafik hattı revize edilmiş gürültü haritası.....	58
Şekil 39. Marmara Denizi ve boğazlarda trafik hattı, balıkçı barınakları, marinalar, tersaneler ve demir yerleri ile 5/10 kilometre yarıçapında etki alanları.....	59
Şekil 40. Kıyı bölgesi ölçümleri karşılaştırma grafiği.....	62
Şekil 41. Deniz ölçümleri karşılaştırma grafiği.....	63
Şekil 42. Erdek bölgesi Zeytinli Ada ölçümleri derinliğe bağlı değişim grafiği.....	64
Şekil 43. Erdek bölgesi Tavşan Adası ölçümleri derinliğe bağlı değişim grafiği.....	64
Şekil 44. 63 Hz ölçülen gürültü coğrafi dağılımı.....	65
Şekil 45. 63 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en sessiz yer).....	66
Şekil 46. 63 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en gürültülü yer).....	66
Şekil 47. 125 Hz ölçülen gürültü coğrafi dağılımı	67
Şekil 48.125 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en gürültülü yer).....	68
Şekil 49. 125 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en sessiz yer).....	68
Şekil 50. Türk Boğazlar Sisteminde Boylama göre ölçülen 63 Hz ortam gürültüsü (dB) ve gemi trafiği ortalaması dağılımı.....	71
Şekil 51. Türk Boğazlar Sisteminde Boylama göre ölçülen 125 Hz ortam gürültüsü (dB) ve gemi trafiği ortalaması dağılımı.....	72
Şekil 52. 63 Hz ve 125 Hz Gürültü Ölçümleri Karşılaştırması.....	73
Şekil 53. Türk Boğazlar Sistemi Ocak/Temmuz ayları gemi trafiği kaynaklı 1/3 oktav bandı 63/125 Hz Gürültü Haritaları.....	74
Şekil 54. Türk Boğazlar Sistemi Ocak/Temmuz ayları gemi trafiği kaynaklı 1/3 oktav bandı 63/125 Hz Gürültü Haritaları.....	77

SİMGE LİSTESİ

°	: Derece
'	: Dakika
"	: Saniye
C	: Celsius
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
D	: Doğu
K	: Kuzey
km	: Kilometre
m	: Metre
mm	: Milimetre
psu	: Deniz suyu tuzluluk birimi (Practical salinity unit)
NM	: Nautical Mile (Deniz Mili)
mbar	: Milibar

KISALTMA LİSTESİ

- ACCOBAMS:** Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area (Mücvir Atlantik Deniz Bölgesi, Akdeniz ve Karadeniz'deki Deniz Memelilerinin Korunmasına Yönelik Anlaşma)
- AIS:** Automatic Identification System (Otomatik Tanımlama Sistemi)
- ASCII:** American Standard Code for Information Interchange (Bilgi ve değiştirilebilir Amerikan standart kodu)
- CRT:** Cetecean Research Tech
- CTD** : Conductivity, Temperature, Depth (İletkenlik, Sıcaklık, Derinlik)
- DSCD:** Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
- EU** : European Union (Avrupa Birliği)
- GEBCO:** The General Bathymetric Chart of the Oceans (Okyanus Genel Batimetri Haritası)
- KKK UEP:** Kara Kökenli Kirleticilere Karşı Korunmasına Yönelik Ulusal Eylem Planını
- MGM** : Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- ODV** : Ocean Data View (Oşinografik Veri Gözlemeleme)
- R/V:** Research Vessel (Araştırma Gemisi)
- SHOD:** Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi
- TUBITAK MAM:** Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
- TBS** : Türk Boğazlar Sistemi
- UT** : Universal Time (Evrensel Zaman)
- Der.** : Derinlik
- İst.** : İstasyon
- Sıc.** : Sıcaklık
- Tuz.** : Tuzluluk

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı Türk Boğazlar Sistemi'nde sualtı ortam gürültüsünün 10Hz-10kHz frekans aralığında seviyesini ölçerek özellikle gemi trafiğinin doğal ortam gürültüsüne etkisini belirlemektir. Türk Boğazlar Sistemi palamut ve lüfer gibi pelajik balıkların göç yolu üzerindedir. Bunlarla beslenen deniz memelileri (*Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758), *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758) ve *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)) de İstanbul Boğazı'nda özellikle bahar aylarında gözlemlenmektedir. Doğal ortam gürültüsünü oluşturan sesler arasında karides de Marmara Denizi'nde yer almaktadır.

Denizlerin önemi ve insanlar tarafından kullanılması her geçen gün artmakta ve bu artışın etkileri tüm deniz ortamını ve özellikle denizde yaşayan canlıları çoğunlukla olumsuz baskılara maruz bırakmaktadır. Denizlerin insanlar tarafından deniz ticareti, turizm ve eğlence, enerji kaynaklarının tespiti ve çıkarılması, inşaat, bilimsel çalışmalar ve askeri çalışmalar gibi pek çok maksatla kullanılması esnasında sualtına yayılan insan kaynaklı gürültüler bulunmaktadır. İnsanların bu ihtiyaçları devam ettikçe bu gürültülerin de devam edeceği ve hatta bu yönde bir artış olduğu bilinen bir gerçektir. Bu olumsuz durumu kontrol etmek ve etkileri en aza indirmek için öncelikle durumun tüm denizlerde bilimsel çalışmalarla ve izleme programları ile ortaya konulmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu yönde gerek Avrupa Birliği gerek uluslararası diğer platformlarda ACCOBAMS (Mücadir Atlantik Deniz Bölgesi, Akdeniz ve Karadeniz'deki Deniz Memelilerinin Korunmasına Yönelik Anlaşma) gibi çeşitli anlaşmalar ve direktifler imzalanmıştır.

Bu tez çalışmasında, Marmara Denizi için gürültü kaynakları incelenmekte ve sualtı ortam gürültüsü ölçümleri ile destekli kriterler oluşturularak haritalandırılmaktadır. Bu kriterler için muhtelif liman, yat limanı, balıkçı barınağı ve tersaneler çevresinde ölçümler yapılmakta ve buralardaki gürültünün alt ve üst limitleri belirlenmektedir. Buna bağlı olarak bu liman tiplerine göre ortalama gürültü seviyeleri belirlenerek ve ses yayılım kaybına bağlı olarak gürültünün net olarak ayırt edilemeyeceği mesafeler tespit edilecektir.

Marmara Denizi ve bağlantılı Türk Boğazlarına ait sualtı gürültüleri konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Marmara Denizi genel olarak bakıldığında Türkiye'ye kıyısı olan diğer denizlere göre daha yüksek gürültüye sahip olması beklenen bir iç denizdir. İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı gerek trafik yoğunluğu gerekse akıntı ve türbülans gürültüleri sebebiyle daha gürültülü bölgelerdir. Bu çalışma ile Türk Boğazlar Sistemi'nin ilk kez genel bir gürültü haritası oluşturularak Türkiye Cumhuriyeti'nin de ilgili uluslararası mevzuatlara göre kendi iç mevzuatlarını hazırlaması ve sualtı ortam gürültüsü izleme programları oluşturmasına yönelik ciddi bir ön hazırlık yapılmış olacaktır.

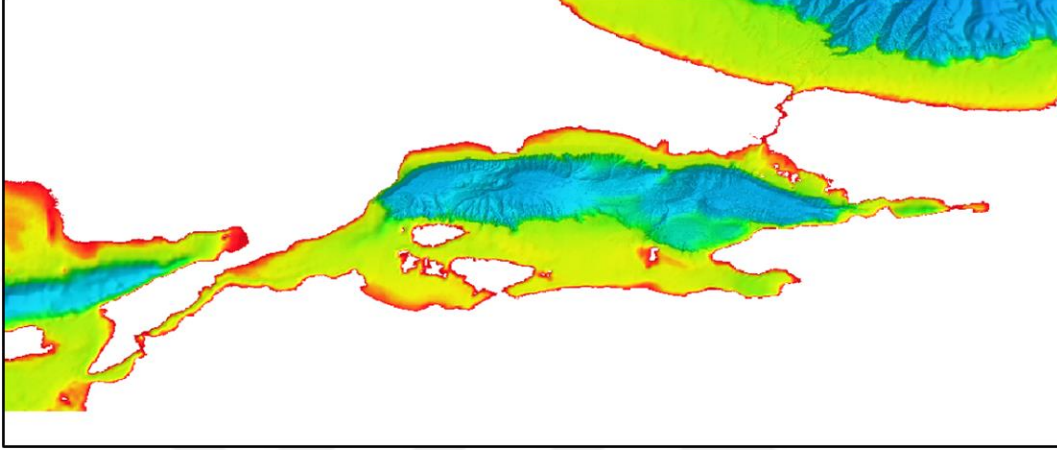
1.2. Marmara Denizi'nin Genel Oşinografisi ve Fiziki Özellikleri

Marmara Denizi, Akdeniz ve Karadeniz arasındaki balık göçü ve gemi trafiğinin yegâne bağlantısını oluşturan önemli bir geçiş yoludur. Bağladığı denizlerin birbirlerinden tamamıyla farklı özelliklerde su kütlelerine sahip olmalarından dolayı Marmara Denizi yaklaşık 25 m. derinlikte keskin bir ara yüzey ile birbirlerinden ayrılan iki tabakalı yapıdadır. Üst tabakada İstanbul Boğazı'ndan gelen Karadeniz kökenli az tuzlu (~18psu) ve düşük yoğunlukta sular ile alt tabakada Çanakkale Boğazı'ndan gelen Akdeniz kökenli çok tuzlu (~38psu) ve yüksek yoğunlukta sular bulunmaktadır (Ünlüata ve diğerleri,1990; Beşiktepe ve diğerleri, 1994). Ara tabaka boğazlarda keskin bir eğime sahiptir.

Ses bulunduğu ortamın fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişen süratlerde ilerler. Bu faktörlerden başlıcaları tuzluluk, sıcaklık ve basınçtır. Marmara Denizi'nde yüzey tuzluluğu 21-30 ppt ve dip tuzluluğu ise 38.5 ppt civarındadır. Marmara Denizi'nde yüzey sıcaklığı 6 ile 24.5 °C arasında değişmektedir. Bu değer dipte ise yaklaşık 14.5 °C dir.40 m.den derinlerde ise 14.5 °C sıcaklık ve 38.5 ppt tuzluluk değerleri neredeyse sabit değer olup basınç artışı ses hızı profilindeki tek değişken haline gelir.

Oldukça dinamik bir yapıda olan Marmara Denizi'nde üst tabakanın yenilenme süresi 3-4 ay mertebesindeyken alt tabaka 6-7 yıla kadar çıkmaktadır. Gürültünün sığ su ve derin sudaki davranışları farklıdır. Marmara Denizi batimetri haritası (Şekil 1) basenin kuzeyinde üç adet 1000 m derinlikten daha yüksek çukur olduğunu göstermektedir. Güney kısım ise 100 m derinlikten daha sığ geniş bir şelfe sahiptir. Boğazlar ise doğal olarak sığ su özelliği taşımaktadır. Marmara Denizi

gürültü haritasını oluşturmak için yapılacak ölçümlerde istasyon yerlerinin belirlenmesi için derinlik önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 1. Marmara Denizi derinlik haritası (EMODNET verisi ile üretilmiştir)

İstanbul Boğazı Şekil 2’de görüldüğü gibi hem tanker ve kargo gemisi gibi transit geçiş yapan gemiler hem de iç taşımacılıkta kullanılan feribot ve gezi tekneleri gibi birçok gemi tipinin karmaşık ve yoğun trafiğine maruzdur.



Şekil 2. İstanbul Boğazı gemi trafiği

1.3. Çalışmaya Referans Oluşturan Uluslararası Mevzuatlar

Avrupa Birliği Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi 17 Haziran 2008 tarihinde yürürlüğe girerek Avrupa sınırlarındaki deniz ortamının daha iyi korunmasını hedeflemiştir. (Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008). 2010 yılında tanımlanan kriterlere göre 11 numaralı tanımlayıcı sualtı gürültüleri ve enerjinin diğer formlarıdır. Bu kapsamda 10 Hz - 10 kHz bandında tanımlı eşik seviyelerinin üstündeki tüm gürültülerin izlenmesi bir alt kriter olarak belirlenmiş, diğer bir alt kriter ise 63 Hz ve 125 Hz frekanslarında 1/3 oktav bandında sürekli gürültü ölçümü olarak belirlenmiştir (Van der Graaf ve diğerleri, 2012).

Türkiye Cumhuriyeti 1 Şubat 2018 tarihi itibariyle ACCOBAMS'a 24. üye ülke olarak taraf olmuştur. 13/10/2016 tarihinde "ACCOBAMS Alanındaki Yüksek Gürültü Bölgelerinin Değerlendirilmesi-Bölüm-1-Akdeniz" adlı rapor yayınlanmıştır. Bu raporda Akdeniz'in Tamamı, Ege Denizi'ni de içerecek şekilde insan kaynaklı ortam gürültüsünü kaynakları açısından incelenmiş ve haritalandırılmıştır. Rapor içerisinde Marmara Denizi ile ilgili yeterli veri sunulmamıştır.

1.4 Çalışmaya Temel Oluşturan Önceki Araştırmalar

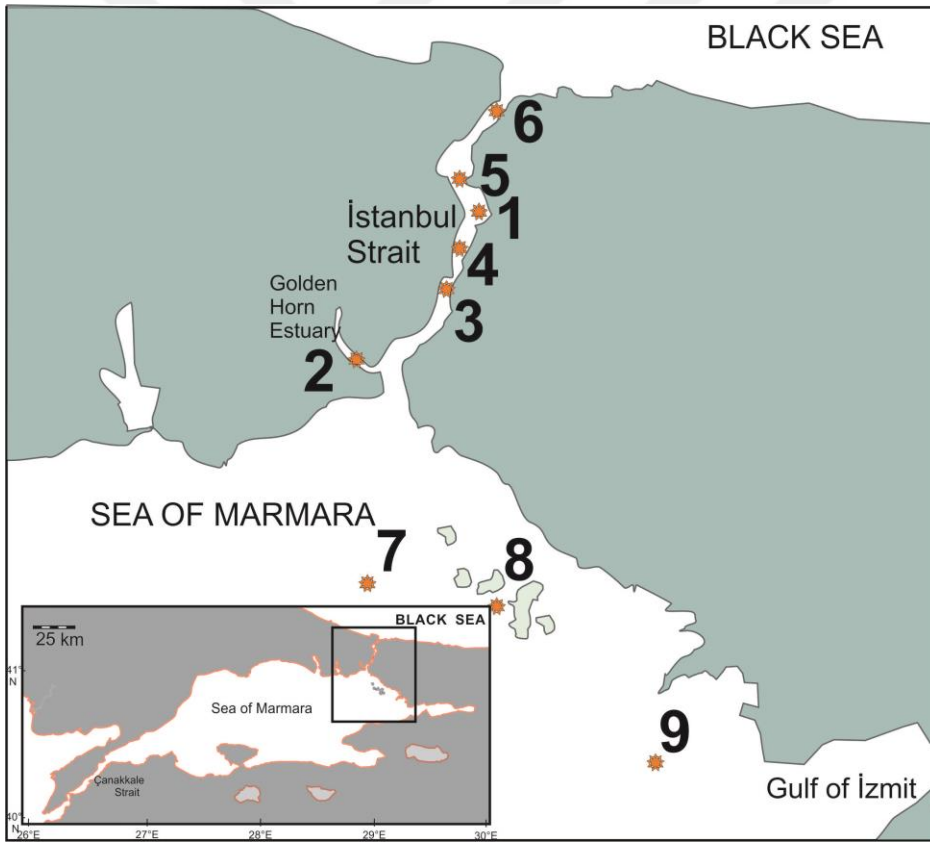
Sualtı Ortam Gürültüsü'ne ilişkin günümüzde de bu alandaki pek çok çalışmada referans olarak kullanılan ilk kapsamlı çalışmalar Urick (1962) ve Wenz (1962) tarafından yayınlanmıştır. Urick tarafından yayınlanan "Sualtı Ortam Gürültüsü" kitabı ve Wenz tarafından yayınlanan sualtı ortam gürültüsü kaynaklarını gösteren eğri bugünkü çalışmalarımıza yön veren önemli çalışmalardır.

Ortam gürültüsü içerisinde belirgin değerlerde insan kaynaklı gürültüler mevcut olduğu daha sonrada pek çok makalede belirtilmektedir. (Dahl ve diğerleri, 2007).

Çevre Denizlerimizde daha önce yapılan ölçümler Marmara Denizi'nin Karadeniz ve Akdeniz'den 4 dB daha gürültülü olduğu tespit edilmiştir (Mutlu, 2005). Ancak bu değerler uzun süreli ölçümlerle doğrulanmamıştır.

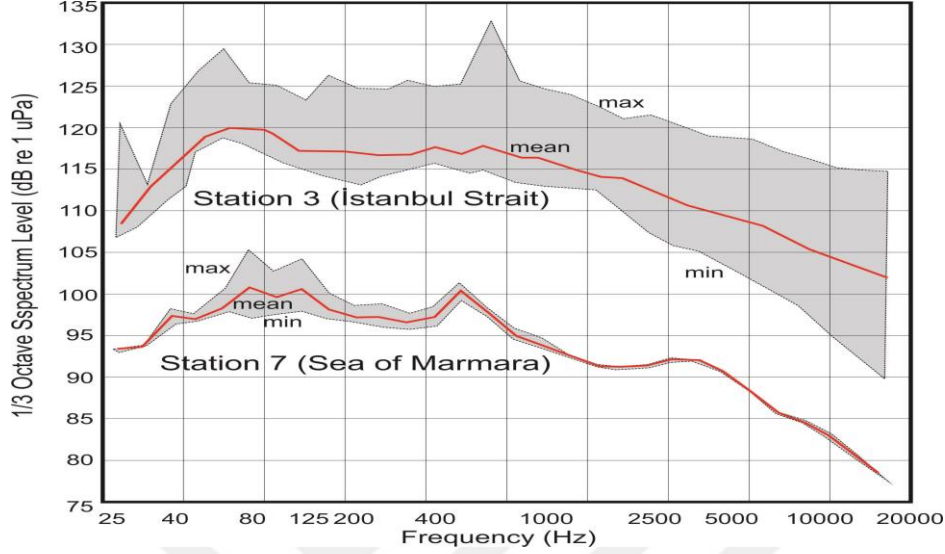
Deniz Kuvvetleri Araştırma Merkezi Komutanlığı tarafından yaklaşık 20 yıldır Erdek Körfezi'nde sualtı gemi gürültü ölçümleri yapılmaktadır. Buradaki temel amaç donanma gemilerinin gürültü parmak izlerini çıkarmak olup ortam gürültüsü ölçümleri her ölçüm öncesinde ilk yapılan ölçümdür. Ortam gürültüsünün meteorolojik koşullar veya çevredeki diğer trafik gürültüsü sebebiyle yüksek olması durumunda ölçümler yapılamamaktadır.

Ocak 2008- Eylül 2008 tarihleri arasında İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi çıkışında İTÜ Yüksek Lisans Tezi (Ülğ, 2009) kapsamında Şekil-3'de gösterilen noktalarda ölçümler yapılmıştır. Bu çalışmada İstanbul Boğazı'nda 1-6 nolu istasyonlarda, İstanbul Boğazı güney çıkışında 7-8 nolu istasyonda ve Tuzla açıklarında 9 nolu istasyonda ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3. Ocak- Eylül 2008 ölçüm istasyonları (Ülğ,2009'dan modifiye edilmiştir)

Ülğ tarafından yapılan çalışmadan örnekleme maksadıyla yüksek gürültü ve alçak gürültü değerleri olan iki ayrı istasyon değerleri Şekil-4'de gösterilmektedir.



Şekil 4. 3 ve 7 numaralı ölçüm istasyonları 2/3 oktav bandında gürültü seviyeleri (Ülüş,2009'dan modifiye edilmiştir)

Bu çalışmada İstanbul Boğazı'nda 3 nolu istasyon bölgesinde gürültünün seviyesi ve değişkenliği en fazla tespit edilmiştir. Özellikle yüksek frekans bandında bu değişkenlik daha fazla görülmüştür. İstanbul Boğazı'nda yüksek akıntı sürati ve iki tabakalı akıntıdan kaynaklı türbülans oluşumları kendine has bir gürültü kaynağıdır. Diğer bir gürültü kaynağı ise yoğun gemi trafiğidir. Kargo ve konteynır gemileri 150 dB-170 dB aralığında bir kaynak seviyesinde gürültü yaymaktadır. Türk Boğazlar Sistemi içerisinde boğazlar haricinde kalan Marmara Denizi'nin diğer açık kesimleri daha az gürültüye maruz kalmaktadır. Boğaz bölgelerinin dar su kanalları olması sebebiyle ses yayılım kaybı sınırlıdır.

Yayılım kaybı = $20 * \log(r)$ temel formülü kullanıldığında 100 m. içinde 40 dB, 1000 m. içinde 60 dB., 10000 m. içinde ise 80 dB. yayılım kaybı oluşabileceği ön değerlendirmesi yapılabilir. Örneğin 3 nolu istasyon yakınından 170 dB gürültülü bir tanker 100 m. mesafeden geçtiğinde 40 dB yayılım kaybını da hesaba kattığımızda 130 dB bir gürültü seviyesi oluşması en basit haliyle ses ve yayılım kaybını 3 nolu istasyon verisi üzerinden değerlendirmemize imkân sağlamaktadır.

7 numaralı istasyonu incelediğimizde boğazdan yaklaşık 15 km. uzakta olduğunu görüyoruz. 10000 m. mesafeden geçen bir geminin yayacağı ortalama gürültü 80 dB kayba

uğrayacağından ortam gürültüsü seviyesi 90 dB civarında olacaktır. 7 numaralı istasyon deniz trafiğinden kısıtlı olarak etkilenen bir bölgeyi temsil etmektedir.

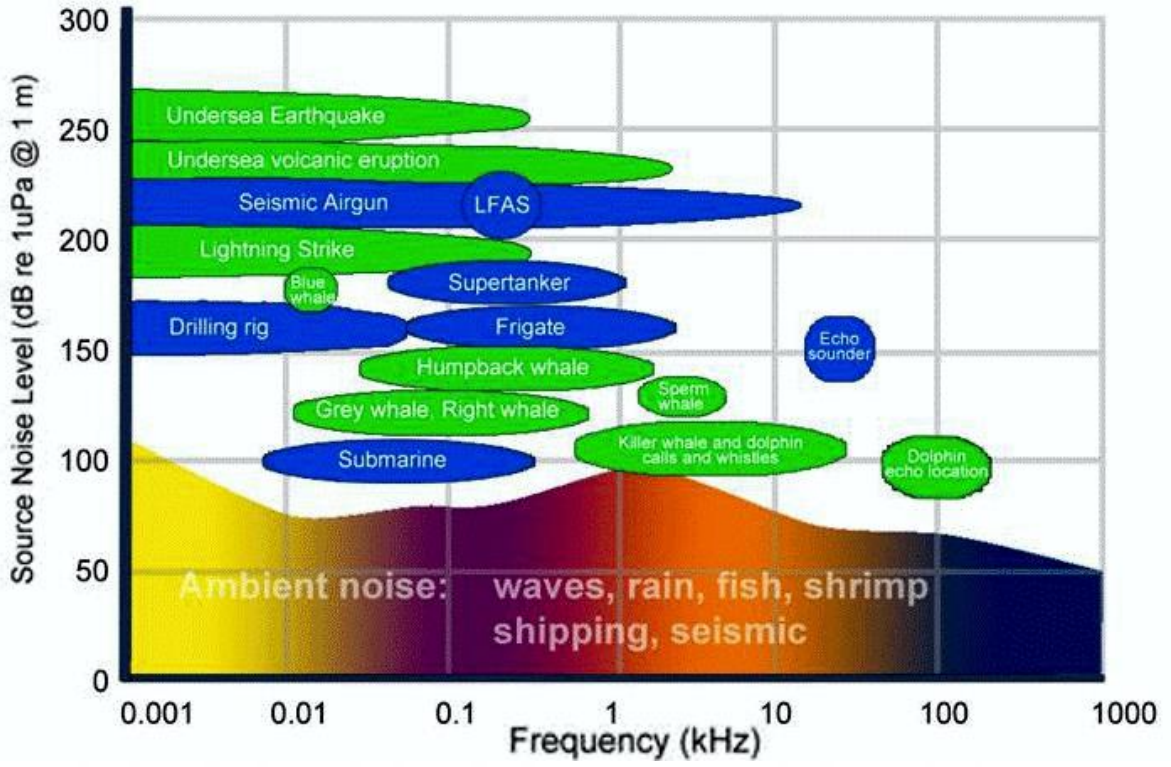
Sığ sulardaki gürültü seviyesi aynı rüzgâr hızı ve frekansta derin sulara göre 5 dB daha fazla olarak görülmektedir (Wenz, 1962).

İstanbul Boğazı'nın güney bölümü kuzey bölümüne istinaden gemi trafiği kaynaklı olarak daha gürültülüdür. Boğazın gürültüsünün yüksek olmasının boğazın kanal yapısının ve sığ suları da etkilidir. (Gazioğlu ve Okutan, 2016)

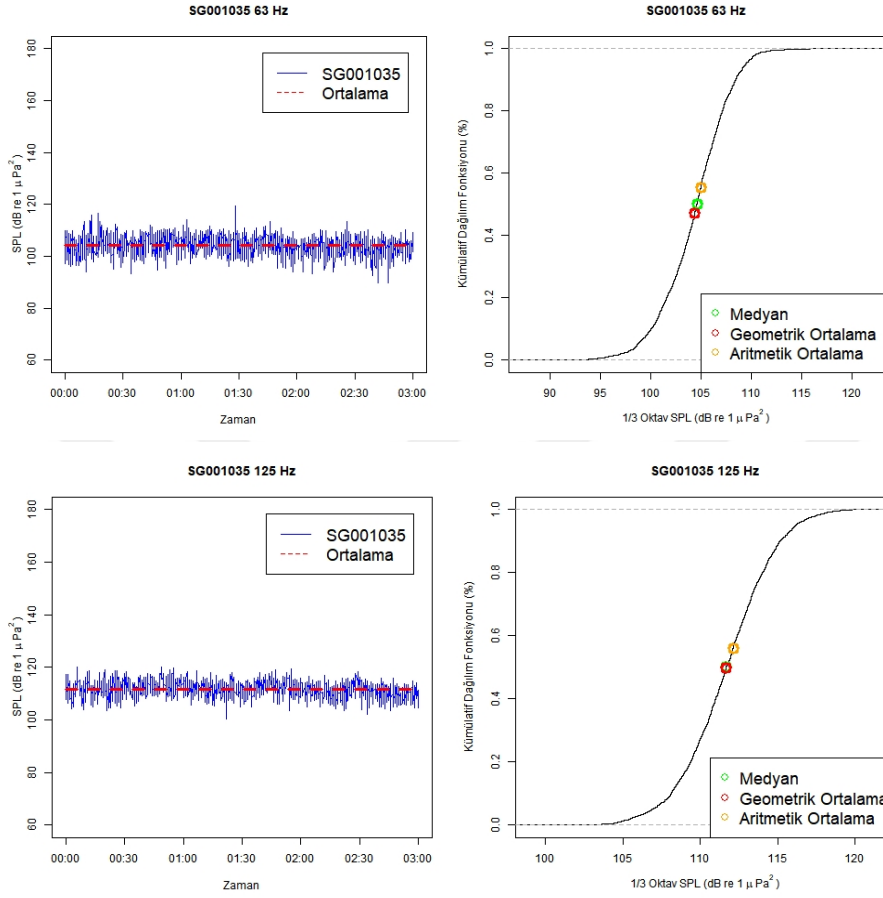
Güney Norveç Denizi'nde yapılan çalışmalarda kışın sualtı ortam gürültüsünün 5 dB daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Walkinshaw, 2005). Marmara Denizi içinde bunu doğrulayacak ya da reddedecek bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Ancak kışın rüzgâr şiddetinin üst seviyelerinin 10 m/s., yazın ise 2 m/s. civarlarında olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak gürültü seviyelerindeki değişim incelenebilir.

Türbülans kaynaklı gürültüler Boğaz'da etkili olup İstanbul Boğazı'nın kuzey kısmında türbülans oluşumu kalınlığı 2 m. iken güney kısımlarında bu değer 10 m.ye kadar çıkmaktadır (Güler, 2006)

Ortam gürültüsüne etki eden kaynaklar Şekil 5'te frekansa bağlı kaynak gürültü seviyesini logaritmik bir skalada gösterecek şekilde sunulmuştur (Coates, 2002). Burada kullanılan logaritmik skalada dB seviyesi $1\mu\text{Pa}@1\text{m}$ referansına göre sunulmaktadır. Grafiğin alt kısmındaki ortam gürültüsü mesafeden bağımsız olarak ölçülen değerlerdir.



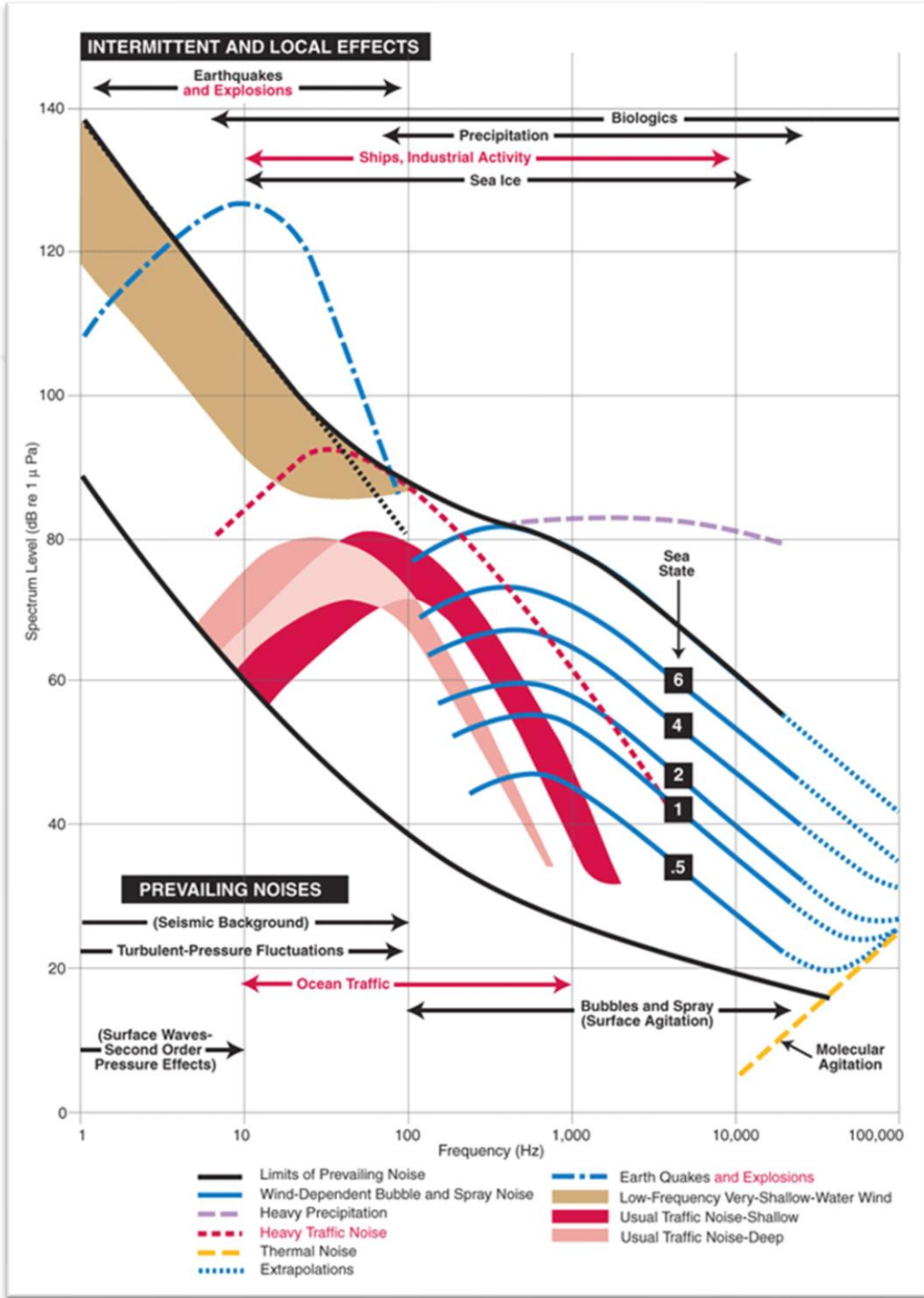
Şekil 5. Ortam gürültüsü spektrumu (Coates,2002 'den modifiye edilmiştir)



Şekil 6. Meteorolojik koşulların etkisi

Şekil 6’da zaman ve frekans bandında (63/125 Hz) analizleri görülen ölçümler Fenerbahçe’de lodoslu bir günde icra edilmiş olup 20 knot ve üzeri rüzgâr nedeniyle oluşan 1 m. yüksekliğinde dalgalar sualtı ortam gürültüsünde baskın rol oynamıştır.

Sualtı doğal ortam gürültüsü dalgalar, yağmur, deniz canlıları gibi denizde bulunan bütün ses kaynaklarından gelen bir arka plan gürültüsüdür. Değişik insan faaliyetleri ortam gürültüsünü artırır ve denizde yaşayan canlılar için bir tehdit oluşturur. Ses frekansına ve kaynağa bağlı sualtı ortam gürültüsü seviyeleri Wenz tarafından 1962 yılında belirlenmiş ve halen referans olarak kullanılmaktadır (Şekil 7). Frekans dağılımı güncelliğini korumakla birlikte gürültü seviyelerinde o yıldan bu yana ciddi artışlar tespit edilmiştir.



Şekil 7. Frekansa ve kaynağa bağlı sualtı ortam gürültüsü seviyeleri (Wenz,1962'den modifiye edilmiştir)

1.5 Sualtı gürültülerinin deniz canlılarına etkileri

Sualtında yaşayan pek çok canlı iletişim, yön bulma, kendini koruma vb. yaşamsal aktiviteleri için sesi ana duyu elemanı olarak kullanmaktadır. Bunun sebebi diğer pek çok duyularının yeterli seviyede gelişmemiş olmasıdır. Bunun yanı sıra sesi kullanan deniz canlılarının uzuvlarında da buna yönelik değişimler sonucu yapısal çeşitlilikler oluşmuştur. Ancak özellikle son yüzyılda deniz alanlarındaki gürültü seviyesindeki sürekli artış trendi bu canlıların milyonlarca yılda geliştirmiş olduğu yeteneklerini etkin bir şekilde kullanmalarının önüne geçmeye başlamıştır.

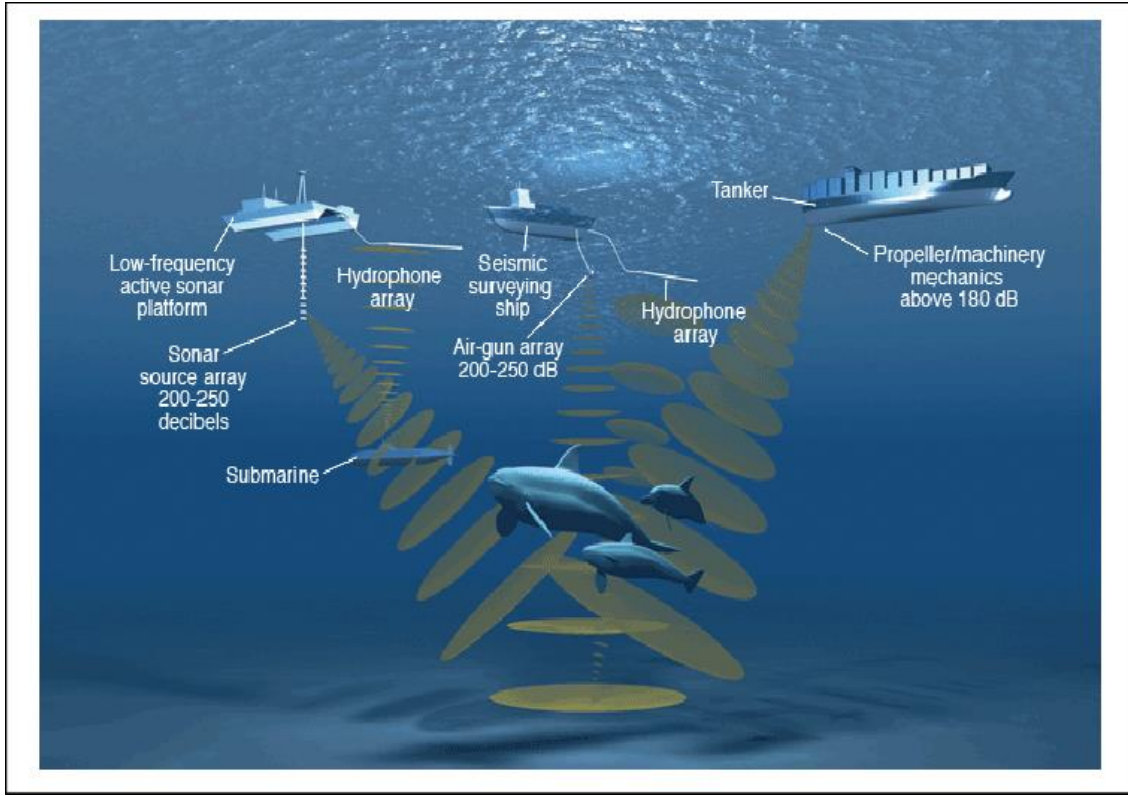
İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan sualtı gürültüsünün (antropojenik gürültü) deniz canlıları üzerinde bilimsel çalışmalarla tespit edilmiş pek çok etkisi vardır (Nowacek ve diğerleri, 2007, Slabbekoorn ve diğerleri, 2010 ve Williams ve diğerleri, 2015). Bunlar kalıcı veya geçici olabilen işitme kusuru gibi akut etkiler (Southall ve diğerleri, 2007), yetersiz gelişim vb. kronik etkiler (De Soto ve diğerleri, 2013; Nedelec ve diğerleri, 2014) ile fizyolojik stres (Wysocki ve diğerleri, 2006, Wright ve diğerleri, 2007; Rolland ve diğerleri, 2012) vb. etkilerden biri veya birden çok etkinin bileşkesi şeklinde meydana gelebilirler. Antropojenik gürültülerin bazıları akustik sinyal kullanan sistemler ile bilinçli olarak üretilmekte iken (ör. deniz sonarı, iskandiller) sualtı gürültü kaynaklarının büyük bir kısmı diğer insan faaliyetlerinin (ör. gemicilik, inşaat) akustik bir ses kaynağına bağlı olmayıp istem dışı çıkan gürültülerdir.

Deniz memelileri (ör. Southall ve diğerleri, 2007; NOAA, 2013; NOAA, 2015) ve balıklar (ör. Popper ve diğerleri, 2014) için son on beş yılda bir dizi farklı eşik kriter belirlenmiş olup bu kriterlerin, gürültünün deniz canlıları üzerindeki etkilerine ilişkin tür bazında yeni araştırma sonuçları artmaya devam etmektedir.

Deniz memelilerinin gürültüye verdikleri tepkiler tür, birey, yaş, cinsiyet, gürültü ile ilgili eski deneyim ve davranış durumu gibi faktörlere dayanmaktadır. Deniz memelilerinde gürültüye karşı verildiği gözlemlenen tepkiler teoride yiyecek arama veriminin düşmesi, aktif taleplerin yükselmesi, grup dayanışmasının azalması, predasyonun artması, üremenin azalması gibi çeşitli etkiler ile sonuçlanabilir, dolayısıyla da popülasyonu ciddi şekilde etkileyebilir. Faaliyetlerini bırakmayan veya değiştirmeyen hayvanlar da önemli, hatta ölümcül sonuçlarla karşılaşabilir.

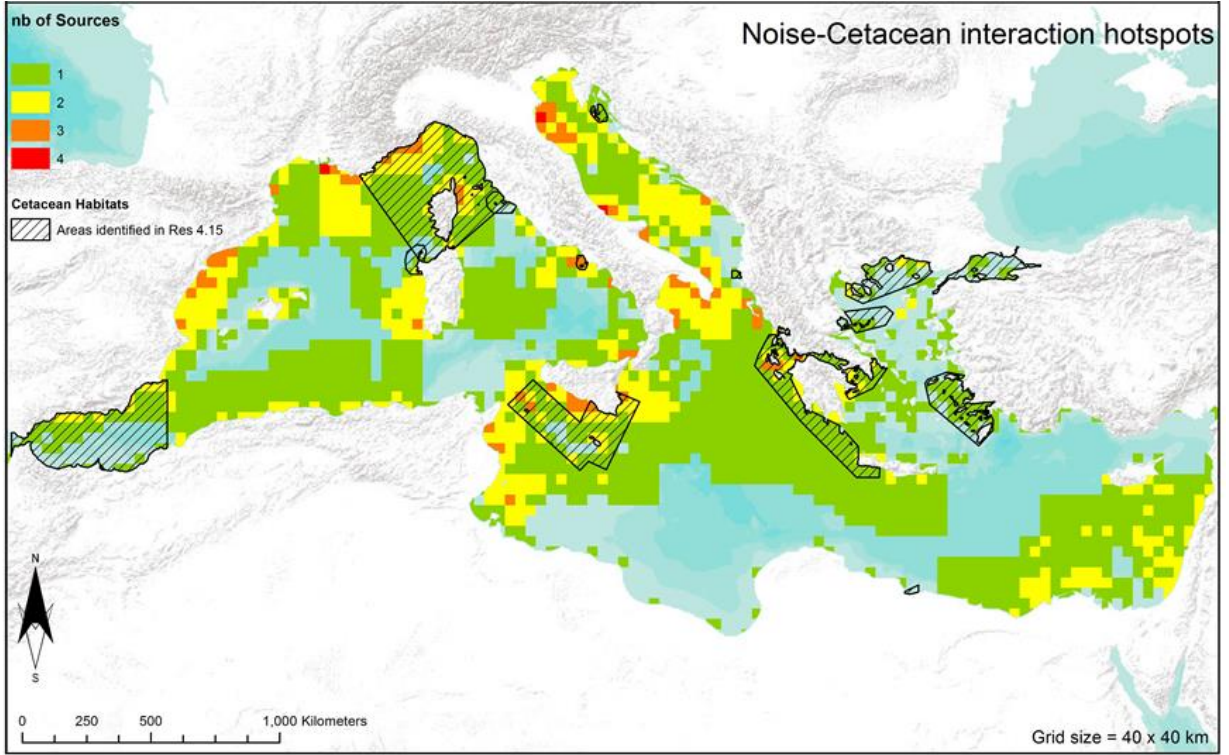
Bununla birlikte yaralanan veya ölen hayvan sayısı popülasyona kıyasla az ise söz konusu yaralanma ve ölümler popülasyon üzerinde etkili olmayabilir (Weilgart, 2007).

İstanbul Boğazı'nda deniz memelilerine yönelik 2009-2010 yıllarında 130 kHz ve 70 kHz olarak iki bantlı spektrum yoğunluk oranı kullanılarak önemli izleme çalışmaları yapılmıştır (Akamatsu ve diğerleri, 2013) İstanbul boğazının ortalarında sabit pasif izleme metodu iki yıl boyunca deniz memelilerini (yunuslar) izlemek için kullanılmıştır (Kameyama ve diğerleri, 2015). Yunusların genelde Mart ve Nisan aylarında yoğun olarak tespit edildiği görülmüştür.



Şekil 8. Deniz memelilerine etki eden antropojenik sualtı gürültü kaynakları

Deniz memelilerine etki eden antropojenik sualtı gürültü kaynakları ve kaynak seviyeleri Şekil 8'de görselleştirilmiştir. Alçak frekanslı aktif sonar, çekili sonar dizinleri, hidrofon dizinleri, sismik araştırma gemisi ve havalı tabanca dizinleri, tanker, pervane ve makine gürültüleri deniz memelilerini etkileyen ana unsurların bir kısmı olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 9. Akdeniz'deki sıcak noktalar (deniz memelileri açısından)

Maglio ve diğerleri (2016) bir risk değerlendirme çalışması yapmış olup bu kapsamda Akdeniz'deki sıcak noktaları belirlemiştir. Çalışma alanı Akdeniz'in tamamını Şekil 9'da sunulduğu şekilde kapsamıştır. Çalışma çerçevesinde 1.446 liman, hidrokarbon kullanımı için işletilen 228 sondaj platformu, 52 rüzgâr santrali projesi, 830 sismik araştırma alanı, bir dizi askeri alan ve 7 milyon geminin mevkii tespit edilmiştir. Bir dakikalık enlem ve boylam gridindeki gemi yoğunluğu hesaplanmıştır.

Genel olarak bakıldığında ilgili alanda herhangi bir zamanda bulunan deniz aracı sayısı yaklaşık 1.500'dür. Trafik seviyelerinin en yüksek olduğu alanlar havzanın kuzey ve batı kısımlarıdır. Diğer faaliyetler için, gürültüye sebep olan insan faaliyetlerine ilişkin kategorilerin her birinin konumunu belirlemek amacıyla ham coğrafi veriler kullanılmıştır. Daha sonrasında ise, 40x40 km çözünürlüklü bir grid kullanılarak özet bilgiler veren CBS haritaları oluşturulmuştur. Sismik etütlere ait mevcut veriler, bu faaliyetin gerçekleştirdiği alana ilişkin 10 yıllık bir dönem için hesaplamalar yapılmasını mümkün kılmıştır. En yüksek değer 2013 yılına ait olup sismik etüt

alanı yaklaşık 675.000 km²'yi kapsamakta ve Akdeniz yüzeyinin %27'sine tekabül etmektedir. Ölçeğin diğer tarafından bakılacak olursa en düşük değer 2005 yılına ait olup yaklaşık 67.000 km²'lik bir alan bu kapsama girmektedir (Akdeniz yüzeyinin %3,8'i). Çalışma döneminde artış eğilimi gözlemlenmiştir.

Gürültüye sebep olan faaliyetlerin sıklığı alanlar (gürültü sıcak noktaları) gösterilmekte olup (renkler, her bir grid elemanında tespit edilen sualtı gürültü kaynağının sayısını ifade etmektedir), ACCOBAMS taraflarınca tanımlandığı şekliyle memeli deniz hayvanlarına ait önemli habitatlarla çakışan alanlara odaklanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, birçok gürültü sıcak noktasının, memeli deniz hayvanlarına ait önemli habitatlarla (Pelagos Sanctuary, Sicilya Kanalı ve Helen Hendeğinin üst kısmı) çakıştığını göstermektedir (Maglio ve diğerleri, 2016). Maglio tarafından yapılan çalışmada Marmara Denizinde gürültünün ve memeli deniz hayvanı habitatlarının çakıştığı Şekil 9'da görülmekte olup bu çalışmanı çözünürlük açısından Marmara Denizi'ni bölgelere ayırmadığı ancak tek bir parçayla ifade edebildiği görülmüştür.

Sertlek ve diğerleri (2019) Kuzey Denizi Hollanda kıyısında yaptıkları çalışmada gürültü kaynaklarının enerji seviyelerinden yola çıkarak ölçülen gürültülerin kaynaklarına göre katkılarını ortaya çıkarmışlardır. Bu bilgiler Marmara Denizi'nde yaşayan deniz canlılar için gürültü kirliliğini önlemede alınacak tedbirlerin ortaya çıkarılması açısından önemlidir.

Sertlek (2021) tarafından Kuzey Denizi ve Adriyatik Denizi'nde seçili bölgelerde yapılan çalışmalarda COVID-19 tedbirleri kapsamında 2020 Nisan ayında alınan kısıtlama kararları sonrasında sualtı gürültü seviyelerindeki azalış geçmiş yıllara ait ortalamalar ile karşılaştırılarak tespit edilmiştir. Bu ve benzeri çalışmalar için denizlerimizdeki gürültü seviyeleri kayıt altına alınmalı ve uzun dönem izleme programları tesis edilmelidir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Gürültü Ölçüm Sistemi

Sualtı gürültü ölçümleri proje kapsamında satın alınan Cetecean Research Tech CRT C-55 model hidrofon ile gerçekleştirilmiştir. CRT C55 hidrofону önyükselticisi içinde bulunan silindirik bir hidrofon olup infrasonik (20 Hz'den düşük frekanstaki sesler), duyulabilen (20 Hz-20kHz) ve ultrasonik (20 kHz'den yüksek frekansta) seslerin tespiti için kullanılmaktadır. Hidrofon ile konnektör kutusu arasındaki bağlantı BNC konnektörü ile sağlanmaktadır. Hidrofon içindeki dahili ön yükseltici 9 V ile beslenmekte olup batarya 20 saatten fazla çalışma için uygundur. Konnektör kutusu ile irtibatlı olarak 30 m. kablo kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. CRT- C55 Hidrofону ve Kablosu

CRT C55 hidrofону teknik özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

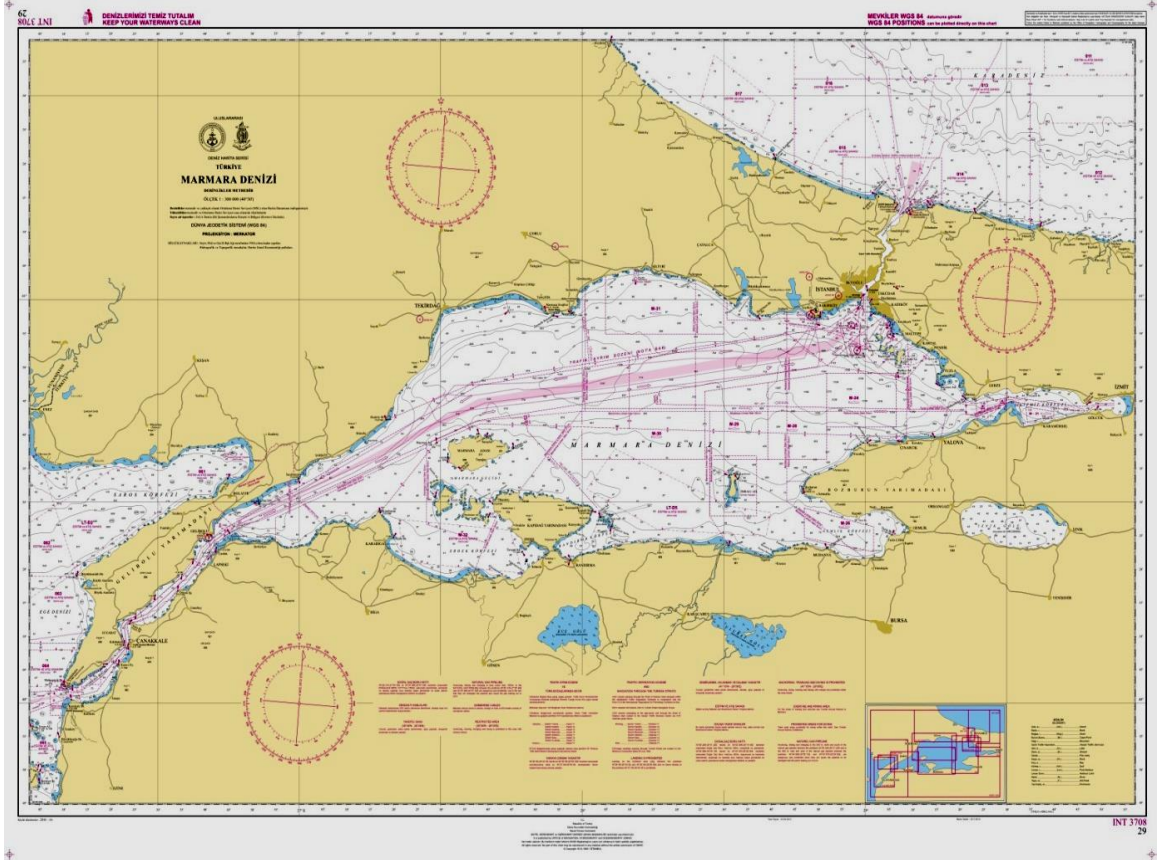
Tablo 1. CRT C55 Hidrofonu Teknik Özellikleri

Teknik Özellikleri:
Lineer Frekans Bandı (kHz) :0.016-44
Kullanılabilir Frekans Bandı (kHz): 0.006-203
Transdüser Hassasiyeti (dB, re 1V/ 1uPa): -185
Önyükseltici kazancı (dB): 20
Efektif Hassasiyet (dB re 1V/uPa) :-165
(Efektif Hassasiyet= Transdüser Hassasiyeti+ Önyükseltici kazancı)
SPL eşdeğer kendi Gürültüsü @ 1 kHz (dB re 1 uPa): 42 (Deniz Durumu 0 dan az)
Güç Gereksinimi (Vdc): 5-32
RMS Aşırı yük Akustik Basıncı (dB re 1 uPA): 169-186
Maksimum Çalışma Derinliği (m): 460
Çalışma Sıcaklığı (C) : (-40) – (60)

2.2. Ölçüm ve Analiz Metodu

Başlangıç aşamasında hepsi için 5 km. mesafe belirlenen gürültü etki yarıçapı bu liman tiplerine göre revize edilecektir. Ayrıca trafik hattında gemi geçişi esnasında muhtelif mesafelerden ölçümler alınacak ve trafik hattının gürültüsünün etkisinin kaybolduğu mesafe belirlenecektir. Alınan ses kayıtları 1/3 oktav bandında 63 Hz, 125 Hz ve toplam gürültü olarak ayrı ayrı analiz edilecek. Nihai olarak gürültü haritaları üretilecektir.

1/3 Oktav bandının iyi anlaşılabilmesi için merkez frekansı ve frekans alt ve üst limitleri iyi bilinmelidir. 63 Hz merkez frekansı alt limiti 56.2 Hz ve üst limiti 70.8 Hz'dir. 125 Hz merkez frekansı alt limiti 112 Hz ve üst limiti 141 Hz'dir.



Şekil 11. Marmara Denizi seyir haritası

Gürültü haritalarının üretilmesi için TBS içerisindeki trafik hattı bilgileri ve liman bilgileri kullanılmıştır. TBS Trafik Hattı bilgileri Şekil 11'de yer alan vb. diğer seyir haritalarından alınmıştır.

Yılda 50.000 civarında gemi TBS'den geçmektedir. Alçak frekansta gemi gürültüleri en baskın gürültü kaynağıdır. Bu sebeple gemi trafiği rotaları incelenmiştir. Kabotaj hatlarının bir çoğundaki sefer sıklıkları ana trafik hattındaki yoğunlukla kıyaslanamayacak kadar azdır.

Sığ suda silindirik yayılım olmaktadır. Silindirik yayılımda yayılım kaybı hesabı basitleştirilmiş formül

$$TL = 10 \log r \quad (r = \text{metre cinsinden mesafe})$$

Derin sularda küresel yayılım olmaktadır. Küresel yayılımda yayılım kaybı hesabı basitleştirilmiş formül

$$TL= 20 \log r$$

LYBIN Programı ile ışın yolu metodu kullanılarak sesin yayılımı modellenmektedir. Işın yolu metodunda sesin su içindeki hareketi bir ışın hareketine benzetilir. Bu benzetmeden faydalanılarak sesin bölge geçişlerindeki kırılmalar gösterilebilir. Bu kırılma kanunu Snell kanunu olarak da bilinir. Belirli bir sürata sahip bölgeden farklı sürata sahip bölgeye geçen ses ışını yön değiştirir.

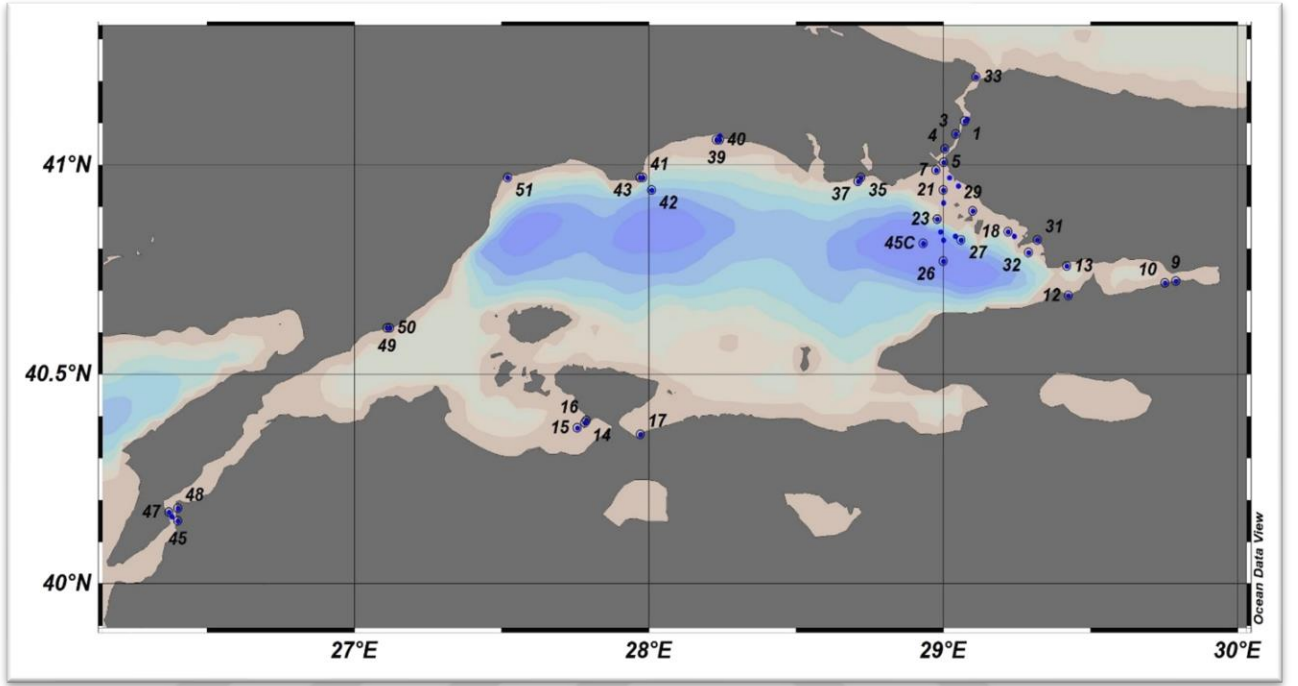
Temel yayılım kaybı formülleri ve LYBIN programından istifade ile ışın yolu metodu kullanılarak tespit edilen kaynak gürültülerin azalacağı mesafeler tespit edilecektir. Bu hesaplamalar yapılacak ölçümler ile de doğrulanacaktır.

Okyanus alanlarında 10 yıllık dönemlerde arka plan gürültülerinin neredeyse ikiye katlandığı (3 dB artış) yönünde literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Son yıllarda ticari gemicilik yoğunluğu önemli ölçüde artmış olup sualtı gürültü seviyelerindeki artışın en olası kaynağı da budur. Ayrıca, son dönemde yapılan çalışmalar gemi trafiğinin, trafiği yoğun ve hafif olan kıyı ve açık okyanus alanlarındaki düşük frekanslı ortam gürültüsüne olan etkilerini sunmaktadır. Bu çalışmalar, trafiği yüksek olan kıyı bölgelerde düşük frekanslı gürültünün baskın kaynağının genellikle gemi trafiği olduğunu göstermektedir (OSPAR, 2009).

Marmara Havzasında 17 Liman Başkanlığı bulunmakta olup, bu limanlardan 2'si "çok yüksek" (Kocaeli ve Ambarlı LB'ları, 4'ü "yüksek" (Tekirdağ, Tuzla, Gemlik ve Karabiga LB'ları) yoğunluğa sahip limanlar arasında yer almıştır. Ölçümlerde bu hususlar da göz önüne alınarak limanların sınıflandırılması sağlanmıştır.

2.3. Ölçüm Sahası

Tez kapsamında kiralık tekne, İstanbul Üniversitesi'ne ait R/V Alemdar II gemisi, TÜBİTAK Deniz vasıtası ve kıyıdan araçla gidilerek çeşitli liman ve iskelelerden Şekil 12'deki haritada mevkileri gösterilen ve Tablo 2'de detaylı bilgileri verilen 51 noktadan sualtı gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler istasyon derinliğine bağlı olarak 1-4 farklı derinlikten alınmıştır. Derinlikler genel olarak 5-10 ve 20-25 m olarak seçilmiş olup her noktada en az 3 dakika süreyle alınmıştır. Her bir derinlik için kayıtlar ayrı dosyalarda kaydedilerek toplamda 122 adet ölçüm gerçekleştirilmiş ve analizi yapılmıştır.



Şekil 12. Sualtı gürültüsü ölçüm istasyonları haritası

Sualtı gürültüsü ölçümlerinde liman tipleri, gemi demir yerleri ve gemi trafik hattı göz önüne alınarak istasyon yerleri belirlenmiştir. İstanbul Üniversitesi gemisinin jeneratörlerinin durdurularak seyir emniyetini kaybetmemesi için ölçümler sessiz konuma getirilmesi daha kolay küçük tekneler şahsi imkanlar ile kiralanarak yapılmıştır. Bu sebeple deniz durumunun da etkisiyle kıyıdan fazla uzaklarda ölçüm yapılamamıştır. Ancak gürültünün ana kaynağı olan trafik hattının çeşitli noktalarında ve birçok liman çevresinde yeterli sayıda örneklem alınabilmektedir. Demir yerleri için Ambarlı ve Maltepe-Kartal arası bölgede ölçümler yoğunlaşmış, İzmit Körfezi'nde gerek demir yeri açısından gerekse Körfez'deki gemi trafiği açısından oluşan gürültü kirliliğini tespit etmek amacıyla ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Marmara Denizi kuzey kıyısında bulunan liman önlerinde daha çok ticari gemilerin hatları üzerinde olması buna karşılık güneyde özellikle Erdek Körfezi'ndeki ölçümler gürültü açısından daha sakin bölgeler olduğu için tercih edilmiştir. Gemi trafik hattı üzerinde özellikle İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nda yapılan ölçümlere ek olarak Marmara Denizi trafik hattı üzerinde birkaç noktada ölçümler yapılabilmektedir.

Ölçümlerde tekne kiralama için yeterli bütçe olmaması nedeni ile kıyıdan uzak bölgelerde yeterli ölçüm yapılamamıştır, ancak liman gürültülerini temsilen yeterli sayıda liman ölçülebilmektedir. Gemi trafiği gürültüsü ve sessiz bölge gürültüleri kayıt edilebilmiş ve bu değerler benzer diğer bölgeler için de kullanılabilmiştir.

Tablo 2. Sualtı Gürültü Ölçümleri İstasyon ve Kayıt Bilgileri

Dosya Adı	İstasyon Nu	İstasyon Koordinat	T. Der. (m)	Ölçüm der. (m)	Saat	Tarih	Süre (dk)	Not
SG001000	3	41 4 30 N 29 2 46 E	5.6	3	17:57	12.10.2019	30	Tekne tonozda (Bebek 750)
SG001001	2	41 4 37 N 29 2 57 E	30	3	16:52	13.10.2019	8	Bebek 750
SG001002	5	41 0 36 N 29 0 6 E	10	3	11:11	14.10.2019	15	Haydarpaşa L. Alemdar 2'den
SG001003	5	41 0 36 N 29 0 6 E	10	3	18:13	14.10.2019	5	Haydarpaşa L. Zodiak bot ile
SG001004	5	41 0 36 N 29 0 6 E	10	3	18:19	14.10.2019	5	Haydarpaşa L. Zodiak bot ile
SG001005	11	40 47 17 N 28 53 29 E	1260	8	13:02	16.10.2019	5	45 C Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001006	11	40 47 17 N 28 53 29 E	1260	15	13:16	16.10.2019	11	45C Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001007	11	40 47 17 N 28 53 29 E	1260	20	13:27	16.10.2019	10	45C Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001008	8	40 51 47 N	46	5	21:37	16.10.2019	5	Adalar

		29 5 13 E						Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001009	8	40 51 47 N 29 5 13 E	46	10	21:47	16.10.2019	5	Adalar Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001010	8	40 51 47 N 29 5 13 E	46	15	21:56	16.10.2019	5	Adalar Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001011	8	40 51 47 N 29 5 13 E	46	24	22:11	16.10.2019	5	Adalar Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001012	8	40 51 47 N 29 5 13 E	46	24	22:48	16.10.2019	31	Adalar Alemdar 2 jeneratör çalışırken
SG001013	4	41 2 27 N 29 0 36 E	7	5	15:00	11.9.2019	20	Beşiktaş Kıydan 50 m.
SG001014	6	41 0 33 N 28 59 21 E	20	10	21:45	11.10.2019	5	Ahırkapı Sahil Kiralık Tekne 192 KHZ
SG001015	7	40 59 25 N 28 58 54 E	50	10	22:15	11.10.2019	3	Ahırkapı Bank Kiralık Tekne
SG001016	7	40 59 25 N 28 58 54 E	50	20	22:10	11.10.2019	5	Ahırkapı Bank Kiralık Tekne 192 KHZ
SG001017	7	40 59 25 N 28 58 54 E	50	30	22:00	11.10.2019	5	Ahırkapı Bank Kiralık Tekne
SG001018	1	41 6 25 N	5	3	13:01	05.07.2019	10	SHOD İskele

		29 4 33 E						İki Feribot geişi
SG001019	10	40 43 5 N 29 45 14 E	5	3	11:56	30.8.2019	3	Halidere Feribot İskelesi
SG001020	9	40 43 29 N 29 47 37 E	3	2	13:40	30.8.2019	5	Değirmendere Balıkçı İskelesi
SG001021	12	40 41 31 N 29 25 60 E	10	3	13:20	16.11.2019	5	Topçular Arabalı vapur iskelesinden
SG001022	13	40 45 57 N 29 25 17 E	10	3	12:20	16.11.2019	5	Eskihisar Arabalı vapur iskelesinden
SG001023	14	40 23 6 N 27 47 2 E	32	10	10:59	17.11.2019	5	Erdek Zeytinliada Kiralık tekne
SG001024	14	40 23 6 N 27 47 2 E	32	20	10:53	17.11.2019	5	Erdek Zeytinliada Kiralık tekne
SG001025	14	40 23 6 N 27 47 2 E	32	28	10:47	17.11.2019	5	Erdek Zeytinliada Kiralık tekne
SG001026	15	40 22 49 N 27 45 34 E	39	5	11:46	17.11.2019	5	Erdek Tavşan Adası Kiralık tekne
SG001027	15	40 22 49 N 27 45 34 E	39	10	11:40	17.11.2019	5	Erdek Tavşan Adası Kiralık tekne
SG001028	15	40 22 49 N 27 45 34 E	39	20	11:34	17.11.2019	5	Erdek Tavşan Adası Kiralık tekne
SG001029	15	40 22 49 N 27 45 34 E	39	28	11:27	17.11.2019	5	Erdek Tavşan Adası Kiralık tekne
SG001030	16	40 23 37 N 27 47 26 E	12	5	17:35	16.11.2019	5	Erdek İskeleden
SG001031	16	40 23 37 N 27 47 26 E	12	10	17:23	16.11.2019	5	Erdek İskeleden

SG001032	17	40 21 45 N 27 58 43 E	10	5	14:22	17.11.2019	5	Bandırma Livatya BB İskeleden
SG001033	18	40 50 27 N 29 12 60 E	64	30	12:10	21.12.2019	3	Pendik 6 m/s lodos, dalga 1m.
SG001034	18	40 50 27 N 29 12 60 E	64	20	12:14	21.12.2019	3	Pendik 6 m/s lodos, dalga 1m.
SG001035	18	40 50 27 N 29 12 60 E	64	10	12:18	21.12.2019	3	Pendik 6 m/s lodos, dalga 1m.
SG001036	19	40 5 2 N 29 14 16 E	5	3	13:10	21.12.2019	6	Pendik Marina 5 m/s lodos
SG001037	19	40 5 2 N 29 14 16 E	5	3	13:25	21.12.2019	15	Pendik Marina 5 m/s lodos 192 KHZ
SG001038	1	41 6 25 N 29 4 33 E	5	3	13:10	04.06.2020	31	Cubuklu SHOD İskele Deniz sakin
SG001039	1	41 6 25 N 29 4 33 E	5	3	13:41	04.06.202	4	Cubuklu SHOD İskele Deniz sakin
SG001040	20	40 58 16 N 29 1 29 E	10	5	10:28	11.06.2020	3	Fenerbahçe Koyu Kiralık Yelkenli Tekne Deniz Sakin (4 m/s)
SG001041	21	40 56 37 N 29 0 13 E	34	5	10:53	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001042	21	40 56 37 N 29 0 13 E	34	10	10:57	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001043	21	40 56 37 N 29 0 13 E	34	20	11:04	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)

SG001044	22	40 54 29 N 29 0 14 E	40	5	11:33	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001045	22	40 54 29 N 29 0 14 E	40	10	11:38	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001046	22	40 54 29 N 29 0 14 E	40	20	11:42	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001047	23	40 52 10 N 28 58 50 E	75	5	12:15	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001048	23	40 52 10 N 28 58 50 E	75	10	12:18	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001049	23	40 52 10 N 28 58 50 E	75	20	12:23	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001050	24	40 50 9 N 28 59 36 E	500	5	12:54	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001051	24	40 50 9 N 28 59 36 E	500	10	12:58	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001052	24	40 50 9 N 28 59 36 E	500	20	13:02	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001053	25	40 49 7 N 28 59 57 E	1000	5	13:23	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001054	25	40 49 7 N 28 59 57 E	1000	10	13:27	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001055	25	40 49 7 N 28 59 57 E	1000	20	13:33	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001056	26	40 46 10 N 29 0 17 E	1260	5	13:42	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001057	26	40 46 10 N	1260	10	13:47	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)

		29 0 17 E						
SG001058	26	40 46 10 N 29 0 17 E	1260	20	13:52	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001059	27	40 49 7 N 29 3 47 E	200	5	15:08	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001060	27	40 49 7 N 29 3 47 E	200	10	15:12	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001061	27	40 49 7 N 29 3 47 E	200	20	15:17	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001062	28	40 49 37 N 29 2 14 E	95	5	15:25	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001063	28	40 49 37 N 29 2 14 E	95	10	15:35	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001064	28	40 49 37 N 29 2 14 E	95	20	16:08	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001065	29	40 53 8 N 29 6 17 E	25	5	16:51	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001066	29	40 53 8 N 29 6 17 E	25	10	16:56	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001067	29	40 53 8 N 29 6 17 E	25	20	17:01	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001068	30	40 57 11 N 29 3 1 E	14	5	17:55	11.06.2020	3	Deniz Sakin (4 m/s)
SG001069	1	41 6 25 N 29 4 33 E	5	3	12:41	17.06.2020	3	SHOD İskele Deniz Sakin
SG001070	1	41 6 25 N 29 4 33 E	5	3	11:22	14.09.2020	3	SHOD İskele

								Deniz Sakin, Kazık Çakma Gürültüsü
SG001071	1	41 6 25 N 29 4 33 E	5	3	11:36	14.09.2020	3	SHOD İskele Deniz Sakin
SG001072	1	41 6 25 N 29 4 33 E	5	3	11:48	14.09.2020	3	SHOD İskele Deniz Sakin, Tanker
SG001073	31	40 49 00 N 29 19 28 E	5	3	14:41	14.09.2020	3	Tuzla Balıkçı Kooperatifi Balıkçı Jeneratör
SG001074	32	40 47 35 N 29 17 29 E	60	5	15:50	14.09.2020	3	Tuzla
SG001075	32	40 47 35 N 29 17 29 E	60	20	15:59	14.09.2020	3	Tuzla
SG001076	32	40 47 35 N 29 17 29 E	60	10	16:03	14.09.2020	3	Tuzla
SG001077	32	40 47 35 N 29 17 29 E	60	5	15:50	14.09.2020	3	Tuzla—192 kHz
SG001078	33	41 12 29 N 29 6 36 E	2	1	11:55	03.10.2020	3	Garipçe
SG001079	34	40 58 15 N 28 43 8 E	2	1	11:45	24.10.2020	3	Ambarlı Deniz Otobüsü
SG001080	35	40 58 0 N 28 43 04 E	15	5	12:03	24.10.2020	3	Ambarlı Deniz Otobüsü
SG001081	35	40 58 0 N 28 43 04 E	15	10	12:07	24.10.2020	3	Ambarlı Deniz Otobüsü
SG001082	36	40 57 22 N 28 42 45 E	50	5	12:22	24.10.2020	3	Ambarlı Deniz Otobüsü

SG001083	36	40 57 22 N 28 42 45 E	50	10	12:26	24.10.2020	3	Ambarlı Deniz Otobüsü
SG001084	36	40 57 22 N 28 42 45 E	50	20	12:31	24.10.2020	3	Ambarlı Deniz Otobüsü
SG001085	37	40 57 40 N 28 42 22 E	40	5	12:42	24.10.2020	3	Ambarlı Gaz Boşaltma
SG001086	37	40 57 40 N 28 42 22 E	40	10	12:45	24.10.2020	3	Ambarlı Gaz Boşaltma
SG001087	37	40 57 40 N 28 42 22 E	40	20	12:49	24.10.2020	3	Ambarlı Gaz Boşaltma
SG001088	38	41 4 13 N 28 14 10 E	10	5	14:32	24.10.2020	3	Silivri
SG001089	39	41 3 27 N 28 13 54 E	35	20	14:54	24.10.2020	3	Deşarj Borusu Çıkışı Silivri
SG001090	39	41 3 27 N 28 13 54 E	35	10	14:58	24.10.2020	3	Deşarj Borusu Çıkışı Silivri
SG001091	39	41 3 27 N 28 13 54 E	35	5	15:02	24.10.2020	3	Deşarj Borusu Çıkışı Silivri
SG001092	40	41 3 44 N 28 14 15 E	25	10	15:09	24.10.2020	3	Deşarj Borusu Yakını Silivri
SG001093	40	41 3 44 N 28 14 15 E	25	5	15:13	24.10.2020	3	Deşarj Borusu Yakını Silivri
SG001094	40	41 3 44 N 28 14 15 E	25	20	15:19	24.10.2020	3	Deşarj Borusu Yakını Silivri
SG001095	41	40 58 0 N 27 58 38 E	45	20	15:36	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi
SG001096	41	40 58 0 N	45	10	15:40	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi

		27 58 38 E						
SG001097	41	40 58 0 N 27 58 38 E	45	5	15:44	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi
SG001098	41	40 58 0 N 27 58 38 E	45	5	15:52	24.10.2020	5	Marmara Ereğlisi 192 kHz YUNUS SESİ
SG001099	42	40 56 37 N 28 0 40 E	200	20	16:06	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi
SG001100	42	40 56 37 N 28 0 40 E	200	10	16:09	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi
SG001101	42	40 56 37 N 28 0 40 E	200	5	16:14	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi
SG001102	43	40 58 27 N 27 58 4 E	17	5	16:19	24.10.2020	3	Marmara Ereğlisi Liman Koy Girişi
SG001103	44	40 9 9 N 26 24 13 E	5	3	12:40	25.10.2020	5	Çanakkale Limanı Yat Limanı Rihtım
SG001104	45	40 9 16 N 26 23 57 E	62	5	12:48	25.10.2020	3	Çanakkale Limanı Önü- Eceabat Feribot Hattı
SG001105	45	40 9 16 N 26 23 57 E	62	10	12:52	25.10.2020	3	Çanakkale Limanı Önü- Eceabat Feribot Hattı
SG001106	45	40 9 16 N 26 23 57 E	62	20	12:58	25.10.2020	3	Çanakkale Limanı Önü- Eceabat Feribot Hattı
SG001107	46	40 9 31 N 26 22 55 E	66	5	13:14	25.10.2020	3	Kilitbahir 3m/s

								Feribot Hattı- Trafik gürültüsü
SG001108	46	40 9 31 N 26 22 55 E	66	20	13:18	25.10.2020	3	Kilitbahir 3m/s Feribot Hattı- Trafik gürültüsü
SG001109	46	40 9 31 N 26 22 55 E	66	10	13:26	25.10.2020	3	Kilitbahir 3m/s Feribot Hattı- Trafik gürültüsü
SG001110	47	40 10 17 N 26 22 13 E	30	20	13:51	25.10.2020	3	Eceabat
SG001111	47	40 10 17 N 26 22 13 E	30	10	13:56	25.10.2020	3	Eceabat
SG001112	47	40 10 17 N 26 22 13 E	30	5	13:59	25.10.2020	3	Eceabat
SG001113	48	40 11 1 N 26 23 42 E	33	20	14:24	25.10.2020	3	Nara Burnu
SG001114	48	40 11 1 N 26 23 42 E	33	10	14:29	25.10.2020	3	Nara Burnu
SG001115	48	40 11 1 N 26 23 42 E	33	5	14:33	25.10.2020	3	Nara Burnu
SG001116	48	40 11 1 N 26 23 42 E	33	5	14:33	25.10.2020	3	Nara Burnu 192 kHz iskandil çalışıyor
SG001117	49	40 36 29 N 27 6 43 E	3	2	20:09	25.10.2020	3	Şarköy 192 kHz
SG001118	49	40 36 29 N 27 6 43 E	3	2	20:13	25.10.2020	3	Şarköy
SG001119	50	40 36 30	3	2	20:34	25.10.2020	3	Şarköy 2. Nokta

		N27 6 59 E						
SG001120	51	40 58 21 N 27 30 59 E	7	4	22:05	25.10.2020	3	Tekirdağ 1
SG001121	51	40 58 21 N 27 30 59 E	7	4	22:14	25.10.2020	3	Tekirdağ 2

2.4 Ölçüm Çalışmaları

2.4.1 Aralık 2018- Temmuz 2019 periyodu ön veri toplama çalışmaları

Aralık 2018- Temmuz 2019 periyodunda tez çalışması için ihtiyaç duyulan hidrofon ve kablosu ile preamplifier (ön yükseltici) SonarTech firmasından sağlanmış, mevcut hidrofon ve preamplifier donanımı ile dizüstü bilgisayar donanımı ve dahili ses kartı üzerinden ölçümler alınmaya başlanmıştır. Sistemin ses kaydı ve analizi için Spectra Plus yazılımı 30 günlük deneme sürümü kullanılmıştır.

İlk olarak sistemin su üstünde hava ortamında üretilen ses sinyallerini doğru olarak kaydettiği kontrol edildi. Değişik frekanslarda üretilen ses sinyallerinin sistem tarafından doğru şekilde alındığı görüldü. Bu teste kuru test adı veriyoruz. Böylece sistem suya atılmadan ilk basit kontrol gerçekleştirilmiş oluyor.

Bilgisayarları ses kartları ile toplanan verinin kazanç ayarlarına Windows işletim sistemi tarafından yapılan otomatik müdahaleler ses seviyesinin olandan yüksek gözükmesine neden olmaktadır. Bu sebeple nihai ölçümler DAQ-200 Veri Toplama Kartı ile yapılmaktadır. Seviyelerin kazanç ile kontrol edilmesine karşın frekans spektrumunun şekli açısından bir sorun görünmemektedir.

İkinci aşama olarak Sualtı ortamında ilk ölçüm 27.12.2018 tarihinde gece saatlerinde 22:05'te alınmaya başlanmıştır. Bunun için İstanbul Boğazı'nda Çubuklu bölgesindeki Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD) Başkanlığı önündeki iskeleden 2 m. Derinlikten ölçüm kaydı alınmıştır. Kayıt esnasında bölgeden geçen tanker ve boğazın diğer yakasında hızla hareket eden bir sürat teknesi bulunmaktaydı. Kayıtlar esnasında marinetraffic.com web sitesinden mevcut lokasyona ait trafik bilgileri de alınarak kaydedilmektedir. Böylece gürültü kaydına ana etkiyi

yapan gemi / gemilere ait genel bilgiler ve özellikle sürat bilgisi de kaydedilmiş ve analizler için bir altyapı oluşturulmuştur.

Spectra Plus yazılımı ile toplanan ses kayıtları wav formatı ile kayıt edilmiştir. Wav dosyaları diğer akustik analiz programları ile de açılarak analiz edilebilmektedir. Wav ses formatı sıkıştırılmamış bir ses formatı olması sebebiyle daha fazla boyut kaplamasına karşın ses kaybı olmadan veriyi saklamaktadır.

İstanbul Boğazı Çubuklu sahilinde müteakiben 28.12.2018 tarihinde de ölçümler yapılmış ve görünürde gemi olması durumunda çok baskın bir şekilde makine ve pervane gürültülerinin duyulduğu tespit edilmiştir. Boğazdaki derinliklerin ortalama 60 m. ye yakın olması, ölçüm alınan sahil bölgesine doğru derinliğin iyice azalması boğazlardan geçen gemi trafik gürültüsünü her iki yakaya da çok fazla kayba uğramadan ulaştığı ve boğazların gemi trafiği gürültüsü ile doyuma ulaştığını göstermektedir. Sürat teknesi vb. hızlı sürat yapan ve AIS sisteminde gözükmeyen pek çok tekne de bu gürültüyü özellikle yaz aylarında daha yüksek miktarlara çıkartmaktadırlar.

FFT analizleri seçilen ses kaydının belirli bölümleri için yapılmakta ve farklı anlar için farklı frekansların öne çıktığı görülebilmektedir. Bunun sebebi boğazda dönüşler sebebiyle yapılan hız değişiklikleri ve dümen hareketleri ile kısa süreliğine aktif olan veya uzaklaşan hız tekneleri gibi hızlı değişen parametrelerdir.

İlk analizlerde beklendiği üzere en baskın gürültülerin alçak frekansta olduğu 1 kHz altında yoğun bir gemi gürültüsü olduğu görülmüştür.

29.12.2018 tarihinde farklı bir noktadan ölçüm alınmıştır. Bunun için Fenerbahçe'de bulunan Fenerbahçe D/G Sosyal tesislerine ait çok küçük bir liman içinde sualtı ortam gürültüsü ölçümü yapılmıştır. Bu ölçüm esnasında sualtı ortamında gemi gürültüsü olmadığı görülmüştür. Ancak 20-40 km/saat hızla esen rüzgâr ve yarattığı dalgalar sonucunda denizde oluşan dalga gürültüsü liman içinde çok daha sakin olsa da kayıt esnasında baskın gürültüyü oluşturmuştur. Ölçüm 1 m. derinlikten alınması sebebiyle yüksek bir gürültü seviyesi oluşmuş ancak en az 5 km. mesafede gözle görülen bir gemi olmaması ve dalga hareketinin baskın olması sebebi ile gemi gürültüsü tespit edilmemesi İstanbul Boğazı Çubuklu bölgesinde alınan kayıttan tamamen farklı bir durum oluşturmuştur.

Bu noktada alınan kayıt önemlidir. Bunun temel sebebi İstanbul Boğazı'na bu kadar yakın bir noktada tespit edilmiş olan insan kaynaklı ortam gürültüsünden bağımsız bir alan olmasıdır. İnsan kaynaklı ortam gürültüsünden bağımsız olmasının sebeplerinden birisi liman olarak bahsettiğimiz yerin sadece küçük tekneler için olması ve içinde hiçbir tekne bulunmaması ile hava koşulları nedeniyle denizde yakından geçen bir gemi hareketliliği olmamasıdır. Aynı noktada iyi bir havada dalga sesi azalacak ancak bunun yerine yakından geçen tekne vb. sesler dahil olabilecektir. Lakin her limanın eş tutulmaması ve limanların hareketliliğine göre değerlendirilmesi gerektiğine dair de önemli ve dikkat çekici bir tespit yapılmıştır.

Fenerbahçe D/G Liman içi alınan ses kayıtları (Hızlı Fourier Dönüşümü) FFT yapılarak frekans spektrumu incelendiğinde boğazda Çubuklu sahilinde tespit edilen gemi gürültüsü kaynaklı 63-125 Hz Aralığında gürültü tespiti yoktur. Ses kaydı dinlendiğinde herhangi bir makine sesi duyulmamıştır.

Şekil 13'de İstanbul Boğazı Çubuklu mevkiinde Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi İskelesi önünden yaklaşık 2 m. derinlikte hidrofona ile 1 km. mesafeden geçen iki geminin etkisinin üst üste bindiği ortam gürültüsü ölçüm çalışması görüntülenmektedir.

Görüldüğü üzere İstanbul Boğazı kuzey çıkışına ilerleyen bir kargo gemisi ile Çubuklu'dan hareket etmiş bir feribot aynı kare içinde artan bir gürültüye sebep olmaktadır. Şekil 14'de Marine Traffic web sitesinden bu gemilerin birisinin SH ERGUVAN adlı feribot diğerinin ise BMKI EMPEROR adlı genel kargo gemisi olduğu görülmüştür.



Şekil 13. İstanbul Boğazı-Çubuklu sualtı ortam gürültü ölçümü (14 Ocak 2019)

Vessel Name	Type	Status	Speed/Course	Draught	ATD	ATA
SH ERGUVAN	Ro-Ro/Passenger Ship	Class B	8.5kn / 276°	1.6m	2017-09-17 13:15	2017-09-17 13:16
BMI EMPEROR	General Cargo	Underway Using Engine	12.4kn / 29°	4.9m	2019-01-02 13:21	2019-01-14 12:45

Şekil 14. Sualtı gürültü kaydı alınan gemilerin marinetraffic.com web sitesi AIS bilgileri

Şekil 14’de görüldüğü üzere gürültü kayıtları esnasına bölgede gemi trafiği varsa AIS kayıtlarını gösteren Marinetraffic.com sitesindeki bilgilerde alınarak geçen gemilerin bilgileri de kayıt altına alınabilmektedir. Bu şekilde gürültüye kaynak olan gemilerin sürati de bilinmektedir. Bilindiği üzere gemi gürültüleri artan sürat ile artmakta ve özellikle kavitasyon sürati üzerinde oldukça yüksek bir seviyeye çıkmaktadır. Boğazdan geçen tankerler vb. deniz vasıtaları genel olarak 12 knot intikal sürati kullanmaktadırlar ancak dönüşler esnasında sürat düşmesi vb. sürate müdahalelerde bulunmaktadırlar. Bu sürat değişiklikleri gürültünün de değişmesine sebep olmaktadır. Sürat tekneleri, gezi tekneleri vs. küçük teknelerin ise belirgin bir sürati yoktur. Feribotlar ise mesafenin kısalığı ve trafik hattındaki diğer gemilere dikey geçiş yapmaları sebebiyle değişken süratler kullanmaktadırlar.

2.4.2 Temmuz 2019 – 2021 arası ölçümler

Müteakip aşamada Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında DAQ-200 Veri toplama Kartı ve Spectra Plus yazılımı Temmuz 2019’da BAP projesi desteği ile temin edilmiştir. Bu şekilde sistem tam faal hale gelmiştir. Ölçümler kıyıda (Şekil 15) ve denizden (Şekil 16) bu sistemle yapılmıştır.



Şekil 15. Erdek Feribot İskelesi'nden alınan ölçüm



Şekil 16. Erdek'te denizde ölçüm

Her ölçümde alınan farklı sürelerdeki ses dosyaları cihazın lisanslı programı olan SpectraPlus_SC ile analiz edilmiştir. Ses basınç seviyeleri 1/3 oktav bant frekans aralığında 5.89 Hz spektral çözünürlük ve 3 dakikalık kayıt süreleri esas alınarak hazırlanmıştır. Cihazın yazılım programı ile 1/3 oktav bant spektrumu, 63 ve 125 Hz ses basınç seviyeleri ASCII biçiminde ayrı dosyalara kaydedilmiştir. Daha sonra açık kaynaklı R programı ile her ölçümün 63 ve 125 Hz frekans ses basınç seviyelerinin aritmetik ortalaması, geometrik ortalaması, en düşük ve en yüksek değerleri ve medyanı hesaplanmıştır.



Şekil 17. Demir yerinde bekleyen gemiler (İstanbul Boğazı güneyi)

Demir Yerlerinde onlarca gemi jeneratör kullanımında sualtı gürültüsüne katkı sağlamaktadır. İstanbul Boğazı güneyi Marmara Denizi girişinde bekleyen gemiler şekilde sunulmuştur.



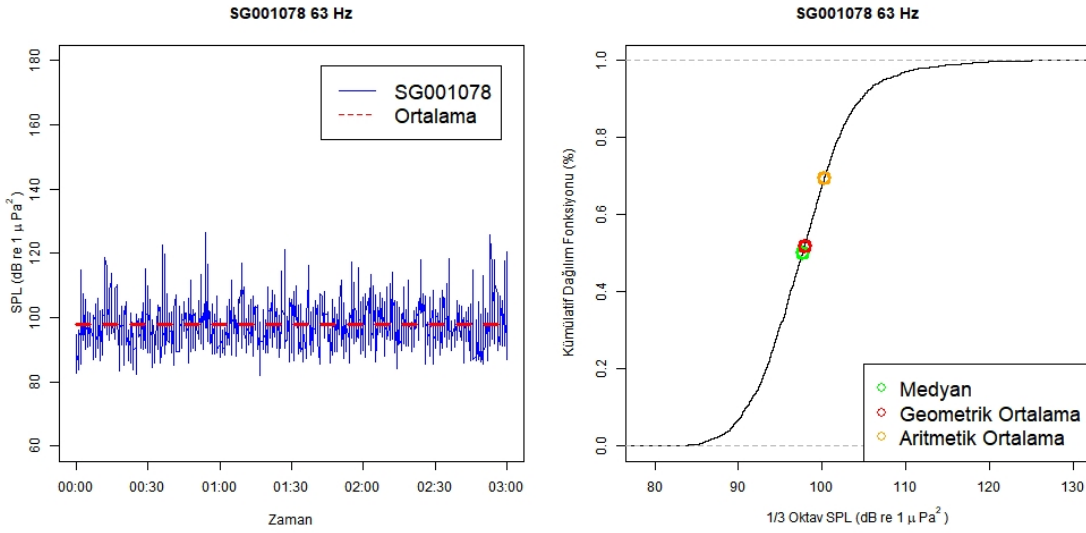
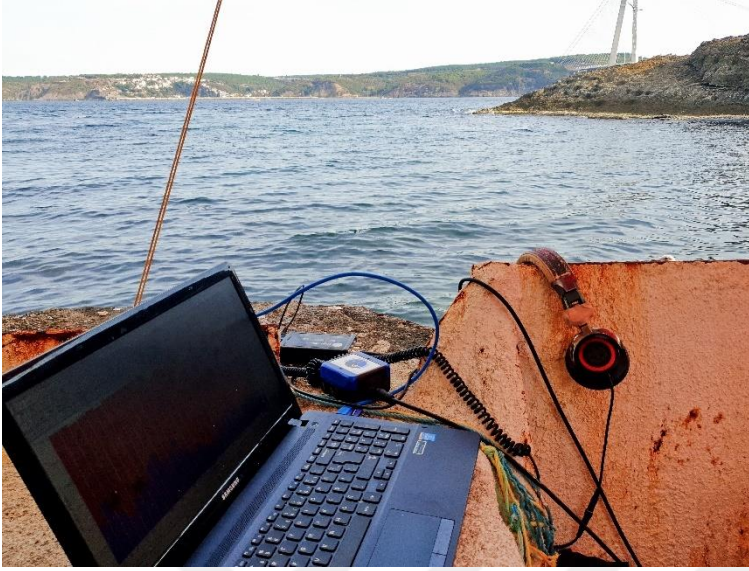
Şekil 18. Kazık çakma faaliyeti (Çubuklu, İSTANBUL)

İstanbul Boğazı'nda Çubuklu bölgesinde İskele inşaatı esnasında 14 Eylül 2020 tarihinde kazık çakma sesi kaydedilmiştir (Şekil 18). Bu gibi gürültüler sürekli gürültülerden farklı olarak anlık gürültü olarak kaydedilmektedir. Anlık olarak çok yüksek seviyede gürültü oluşturmalarından dolayı deniz canlılarına zararları olduğu değerlendirilmektedir.



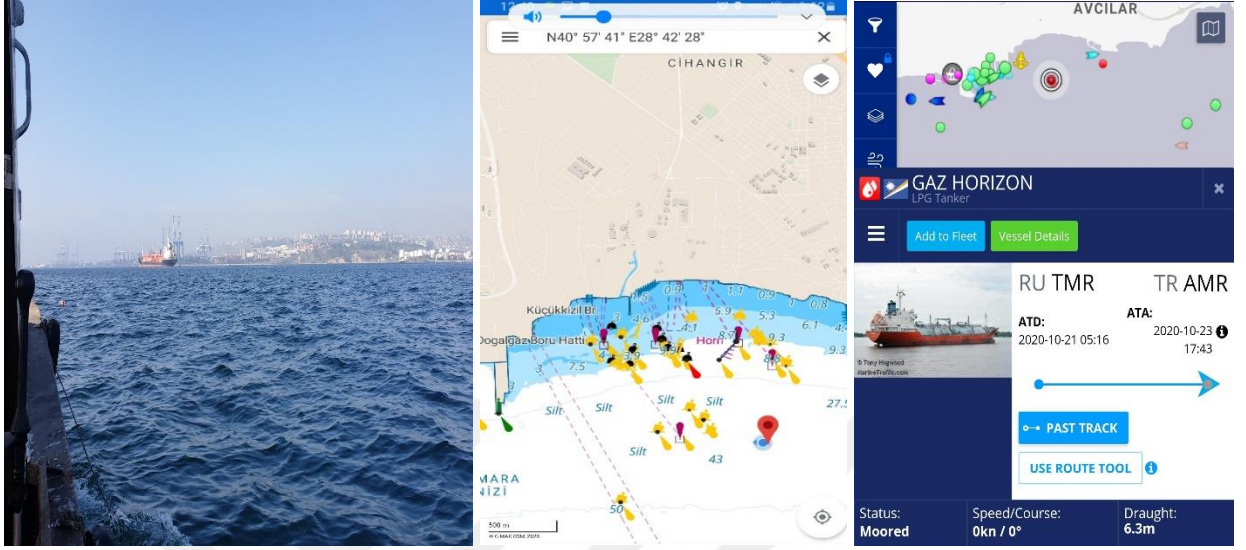
Şekil 19. TÜBİTAK ile ortak ölçümler

Ölçümler ve analizler kapsamında TÜBİTAK personeli ile de iş birliğinde bulunulmuş ve TÜBİTAK deniz vasıtası ile Tuzla açıklarında ve iskelede gürültü ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 20. Yavuz Sultan Selim Köprüsü kuzeyi Garipçe mevki ölçümü

İstanbul Boğazı ölçümleri genel olarak gürültülü olmakla beraber boğazın kuzey çıkışına yakın Garipçe bölgesinde alınan ölçümler (Şekil 20) boğazın daha dar ve trafiğin yoğun olduğu Beşiktaş ve Haydarpaşa bölgelerine göre çok daha sessiz sonuçlar vermiştir.



Şekil 21. Ambarlı gaz depolama ve dolum terminali

Gaz Depolama ve Dolum Terminali olan Ambarlı'da gürültü seviyesinin yüksek olduğu ve gaz boşaltma işleminin demirde duran bir gemiden (GAZ HORIZON) yapılırsa da kendine has bir gürültü oluşturduğu ve trafik hattında ilerleyen bir gemi gibi yüksek gürültü oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 21).

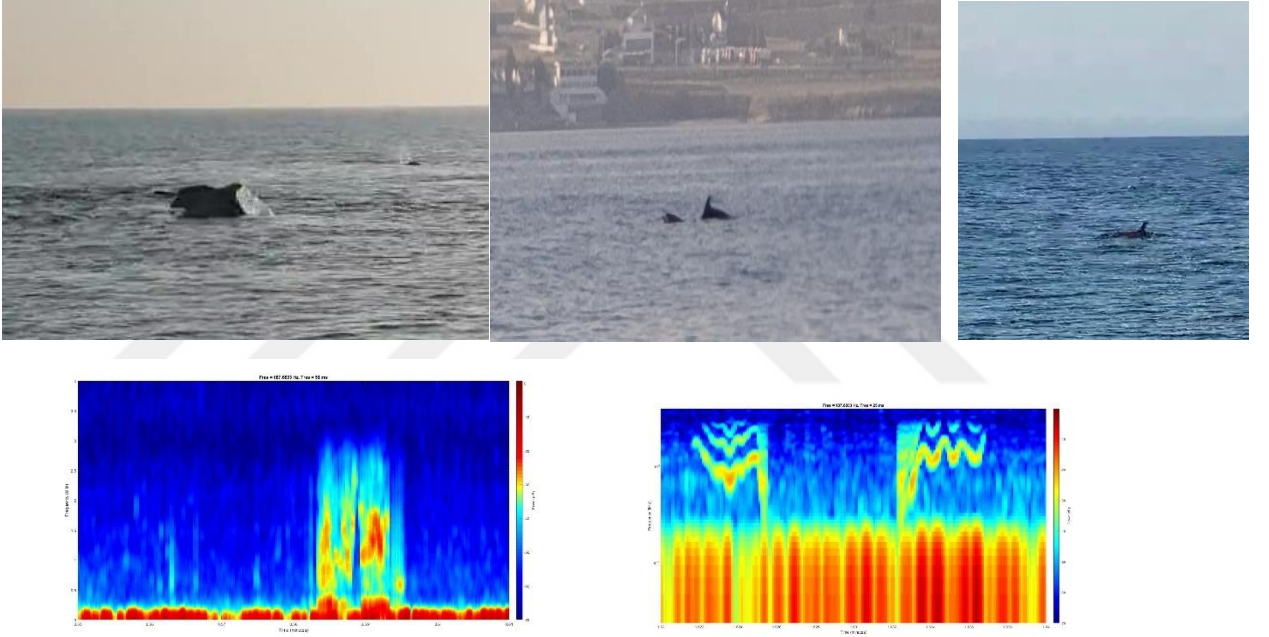


Şekil 22. Silivri açığında derin deşarj boru hattı çıkışı

Derin deşarj boru hatları çıkışlarında gürültü seviyesinin derin deşarj kaynaklı olarak yükseldiği tespit edilmiştir. Silivri de bulunan limanın küçük balıkçı sandalları dışında fazla aktif

olmadığı ancak 2 adet derin deşarj boru hattı sebebiyle bu liman önünde gürültü seviyesinin fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 22).

Büyükada güneyinde (11.06.2020), Tuzla'da (14.09.2020) ve Marmara Ereğlisi'nde (24.10.2020) yapılan ölçümlerde yunuslar ile karşılaşılmış ve gürültü kayıtları alınmıştır (Şekil 23). Yunusların 2 farklı ses kaydı tespit edilmiştir. Isık şeklinde iletişim kurdukları ve konum belirleme için iskandil sistemleri gibi pals şeklinde farklı bir sinyal gönderdikleri frekans spektrumunda görülmüştür.

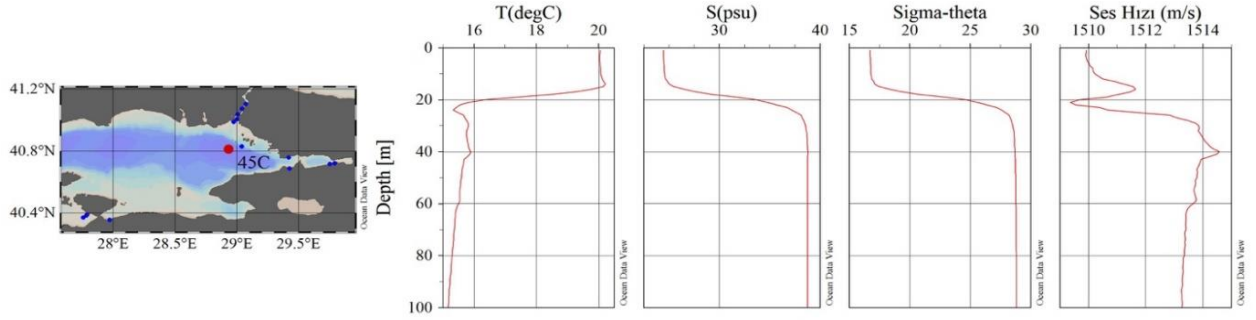


Şekil 23. Yunus kayıtları

2.5 Sualtı Ses Yayılım Modelinin Oluşturulması

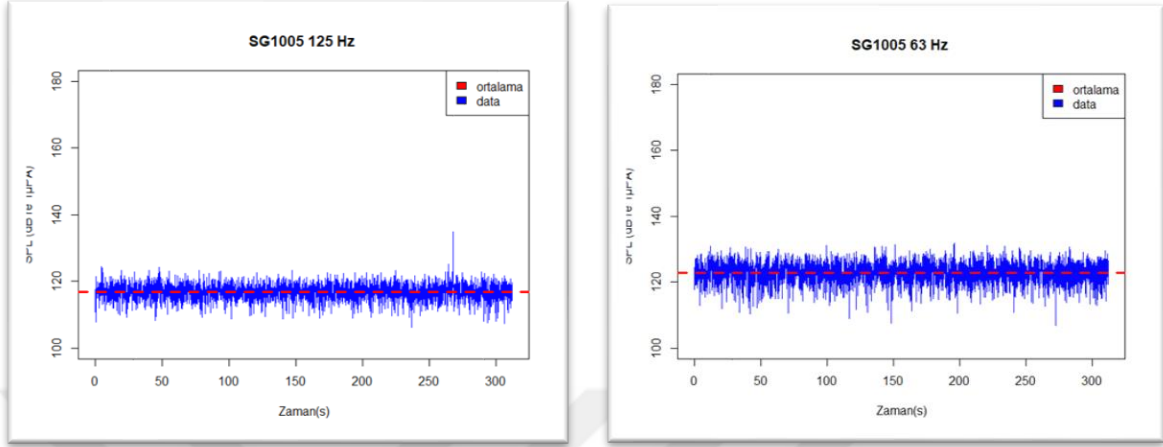
Sualtı gürültü ölçümlerinin anlamlandırılabilmesi için sesin su içindeki yayılımı modellenmiştir. Akustik yayılım modeli LYBIN Programı ile ışın yolu yöntemi ile mesafeye bağlı ses yayılımı modeli oluşturulmuştur. Model ışın yolu ile ses dalgalarının deniz içindeki izlediği yolu, yayılım kaybını ve deniz içerisindeki bir cismin ses dalgaları ile yakalanma olasılığını hesaplamaktadır. Marmara Denizi için yayılım kaybını bu program aracılığıyla ortaya çıkararak ölçülen sualtı gürültüsünün gerçekçi bir dağılım haritası elde edilmesi hedeflenmiştir.

Ses yayılım kaybını modelleyebilmek için öncelikle su kolonunun sıcaklık ve tuzluluk profili ve dolayısıyla ses hızı profilini belirlemek gerekmektedir. 1000m derinlikten daha fazla toplam derinliği olan 45C istasyonunda sualtı gürültüsü ölçümü ile birlikte CTD profilleyicisi ile derinliğe bağlı sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk ve ses hızı değişimi Şekil 24’te verilmiştir.



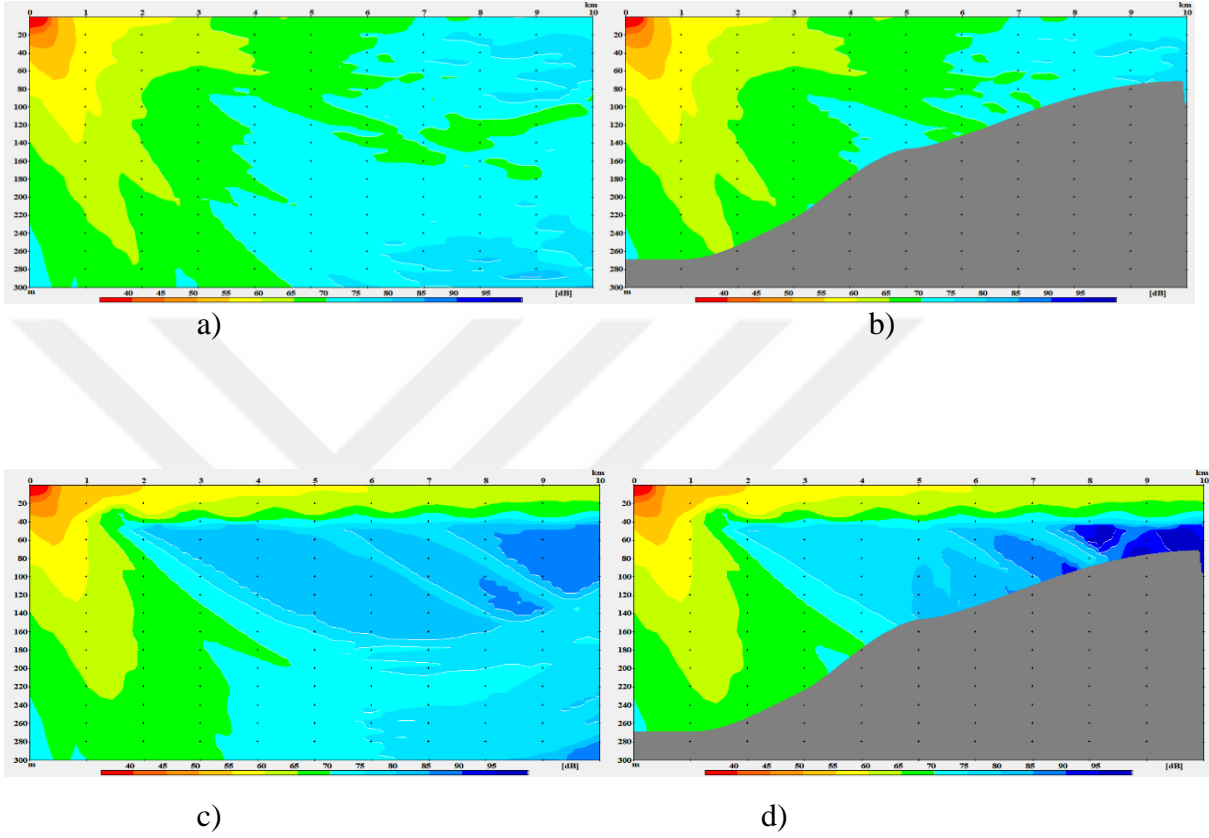
Şekil 24. Ekim 2019 Doğu Marmara Çukuru sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk ve ses hızı profili

Ekim ayında gerçekleştirilen bu ölçümlere göre Marmara Denizi’nde sıcaklık ve tuzluluk yaklaşık 20m derinlikte aniden değişir ve iki tabakalı yapıyı net bir şekilde göstermektedir. Bunun etkisi yoğunluk (sigma-theta) profilinden de görülmektedir. Ses hızı profili üst tabakada 1510 m/s değerinden yavaşça artma eğiliminde iken ara tabakada sıcaklıktaki küçük değişimlerin etkisiyle zikzak çizerek alt tabakaya geçişte ani bir artış gösterir. Alt tabakada da sabit tuzluluk değerine karşılık sıcaklıktaki değişimleri ses hızı profilinde de görmek mümkündür. Bu istasyonda ölçülen 1/3 oktav bant 125 ve 63 Hz frekanslarının ses basınç seviyesi Şekil 25’te verilmiştir. 45C istasyonu gemi trafik hattına uzak ancak boğaza giriş yapmak için bekleyen gemilerin duraklama yeri olmasından dolayı ölçüm esnasında 1 mil yarıçaplı alan içerisinde değişik büyüklükte gemiler bulunmaktaydı. Bu gemilerin motoru çalışmıyor ancak jeneratörleri çalışır durumda beklemektedirler. Bu nedenle R/V Alemdar II gemisinin jeneratörü çalışır durumda iken gürültü ölçümü alınarak ses yayılım modelinde kaynak gürültü olarak kullanılmıştır. Ses basınç seviyesi ortalama değeri 125 Hz frekans bandında 117 dB (re1 μ PA), 63 Hz frekans bandında 123 dB (re1 μ PA) hesaplanmıştır.



Şekil 25. 45C istasyonunda ölçülen 1/3 oktav bant 125Hz ve 63 Hz frekanslarındaki ses basınç seviyesi

LYBIN programına bu ses hızı profili yüklenerek 1/3 oktav bant 125 Hz ve 63 Hz frekanslardaki SPL seviyeleri ve iki farklı topografya için akustik yayılım modeli çalıştırılmış ve yayılım kayıpları hesaplanmıştır (Şekil 26). Her iki frekans değerinde de yayılım kaybı derinlik ekseninde benzer şekilde 130 m de 60 dB civarındadır. Dolayısıyla bu bölgede verilen koşullarda 130 metreden derinlerde bu gürültünün etkisini kaybettiği değerlendirilmektedir. Marmara Denizi'nde bu tez çalışması kapsamında yapılan gürültü ölçümlerine göre ses seviyesinin en düşük olduğu değer 125 ve 63 kHz için 59 dB olarak tespit edilmiştir. 45C istasyonunda ölçülen gürültü seviyesinin en düşük değere düştüğü mesafenin gürültünün etkisini kaybettiğini göstermektedir. Yaklaşık 120 dB gürültü seviyesinin en düşük ortam gürültü ortalama seviyesi olan 78 dB değerine düşmesi için gereken mesafeler 125 Hz için $123-78=45$ dB kayıp olan 0.5 km. ve 63 Hz için $117-78=39$ dB kayıp olan 0.5 km. olarak tespit edilmiştir. Sığlaşan bölgede ise her iki frekansta su kolonunda yayılım kaybı aynı şekilde olsa da dipten yansımalar dolayısıyla gürültünün su kolonunda daha fazla olacağı bilinmektedir.



Şekil 26. 1/3 oktav bant 125Hz (a, b) ve 63 Hz (c, d) frekanslarındaki ses basınç seviyesi ve 45C istasyonu ses hızı profiline göre ses yayılım kaybı (sol panel batimetri etkisi yok, sağ panel sığlaşan batimetri)

Bu tez çalışması kapsamında elde edilmesi planlanan 63 ve 125 Hz gürültü haritalarında 5 m derinlikte yapılan sualtı gürültüleri kullanılacağı için bu modelden sadece üst tabaka mesafeye bağlı yayılım kayıpları kullanılmıştır. Marmara Denizi'nde bulunan farklı tiplerdeki liman ve trafik hatları göz önüne alınarak her bir durum için yayılım kayıpları hesaplanmış ve benzer eğriler elde edilmiştir. Buna göre Marmara Denizi üst tabakasında ses yayılım kaybının 0-10 km. arasında değiştiği ve ortalama olarak 5 km ye kadar mesafede etkisini kaybettiğini söylemek mümkündür. Bu değer her iki frekans ve bütün ses basınç seviyelerinde gürültü haritalarının elde edilmesinde kullanılmıştır.

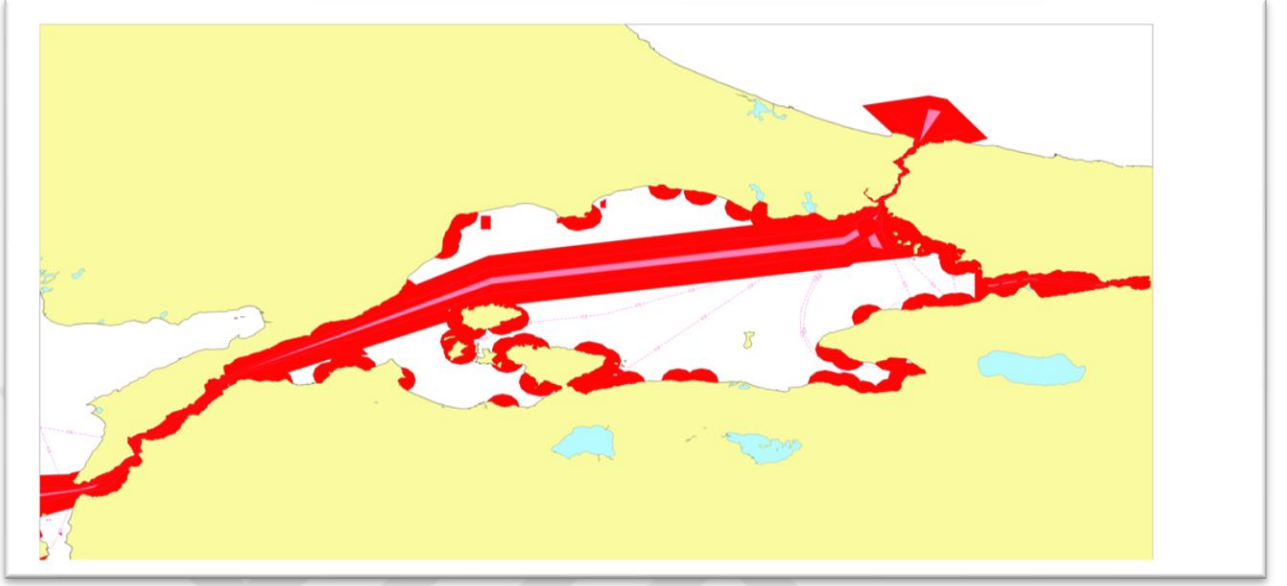
2.6. Sualtı Gürültü Haritasının Oluşturulması

Sualtı gürültü haritasının oluşturulması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada trafik hattı, limanlar, balıkçı barınakları, marinalar, tersaneler ve demir yerleri gibi gürültü kaynakları belirlenmiş ve haritalandırılmıştır. İkinci aşamada sualtı gürültü ölçümlerinin analizleri yapılarak farklı gürültü kaynaklarının ses basınç düzeyleri ortaya çıkarılmıştır.

2.6.1. Gürültü kaynaklarının haritalandırılması

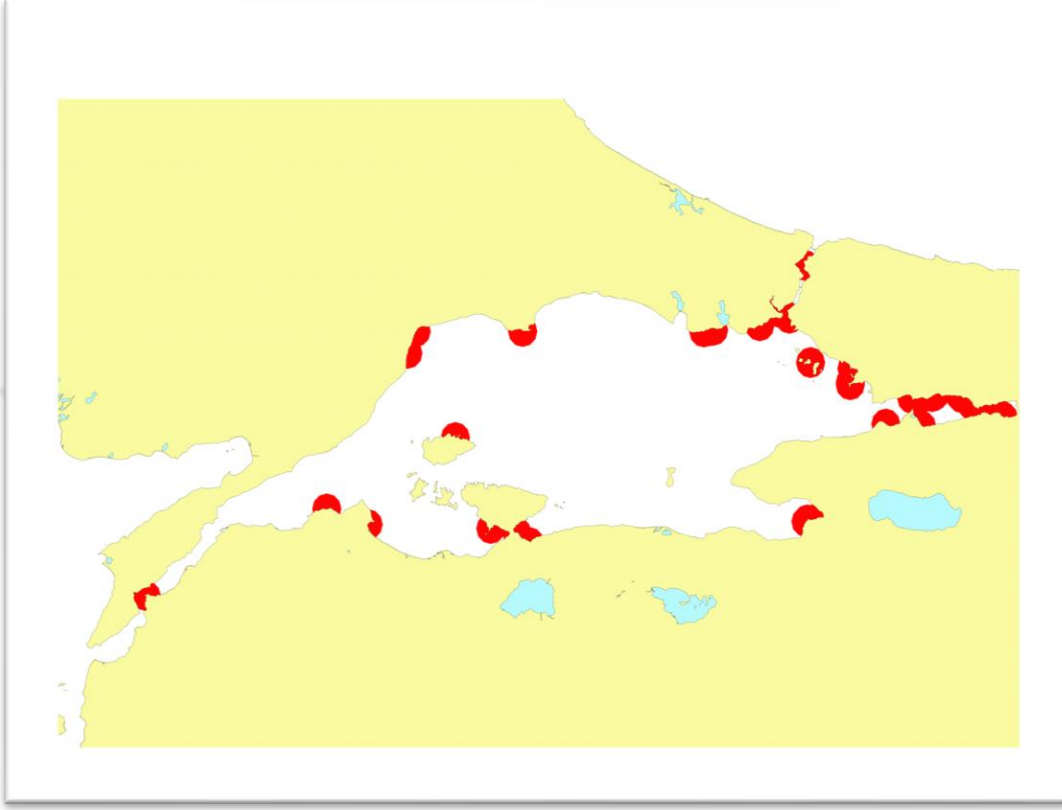
Tezin ilk aşamasında Marmara Denizi'nde insan faaliyetlerinin neden olduğu gürültü kaynaklarının haritalanması planlanmıştır. Trafik hattı, limanlar, balıkçı barınakları, marinalar, tersaneler ve demir yerleri gibi denizcilik faaliyetlerinin olduğu yerler seyir haritalarından ve açık kaynak bilgilerden belirlenerek koordinatları çıkarılmış ve türlerine göre sınıflandırılmıştır. Buradan elde edilen bulgular ölçüm noktalarının seçiminde ve gürültü haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır. Böylece farklı gürültü kaynaklarının hepsinden örneklemeler yapılabilmiştir ancak Marmara Denizi'nin özellikle orta kısmını kapsayan bir istasyon ağı gerçekleştirilememiştir. Buna rağmen ses yayılım modeli kullanılarak eldeki ölçümler benzeşme yapmaya yeterli olmuştur.

Halihazırda bilinen liman yerleri ve gemi trafik hatlarından istifade ile birleştirilmiş bir gürültü sıcak bölgeler haritası başlangıç olarak oluşturulmuş olup (Şekil 27) ölçümlerden gelen veriler ile gürültü gruplarına göre limanların çevresindeki gürültü etki alanları ve trafik hattının çevresindeki etki alanı belirlenerek daha hassas bir harita çıkarılması müteakip aşamada sağlanmıştır.



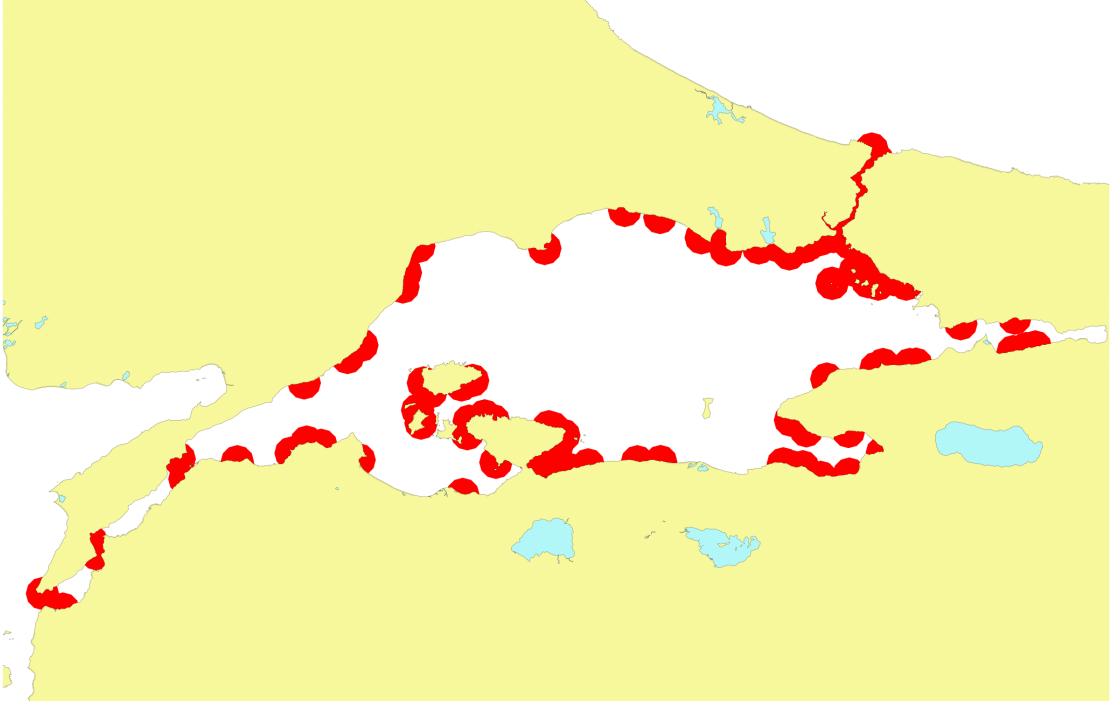
Şekil 27. Marmara Denizi birleştirilmiş insan kaynaklı gürültü haritası (Tombul, 2018)

Liman bilgileri tiplerine göre ayrı ayrı haritalandırılmıştır. Şekil 28'de Marmara Denizi'ndeki Limanlar işaretlenmiş olup her limanın etrafında 5 kilometre yarıçapında bir daire çizilmiştir. Bunun sebebi bu limanlara giriş-çıkış yapan gemilerin liman girişinde iken yaklaşık olarak ortam gürültüsünden ayırt edilebileceği alanı belirlemektir.



Şekil 28. TBS limanları (Tombul, 2018)

Şekil 29'da TBS'de yer alan Balıkçı Barınakları anları, Şekil 30'da TBS'de yer alan Yat Limanları, Şekil 31'de TBS'de yer alan Tersaneler, Şekil 32'de TBS'de yer alan Demir Yerleri ve Şekil 33'te TBS Ana Trafik Hatları çevresinde 5 kilometre yarıçapında bir alan oluşturularak kırmızı renkle gürültü sıcak bölgelerini belirlemek için gösterilmiştir.



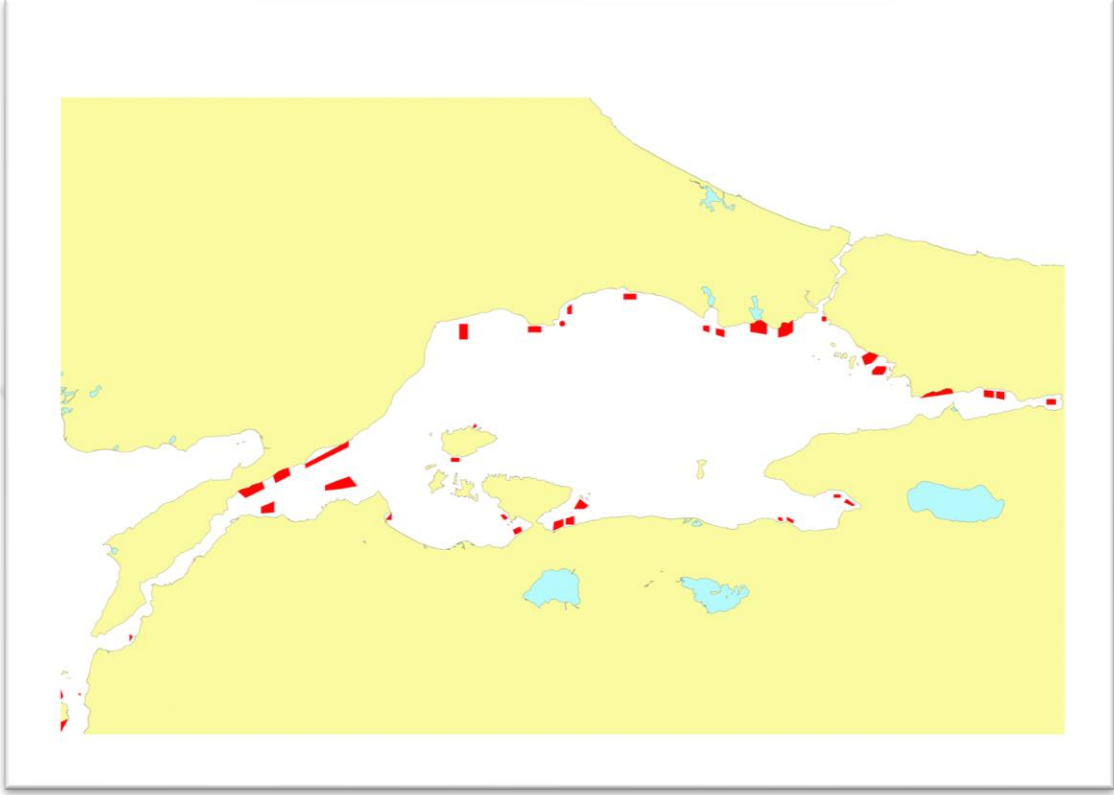
Şekil 29. TBS balıkçı barınakları (Tombul, 2018)



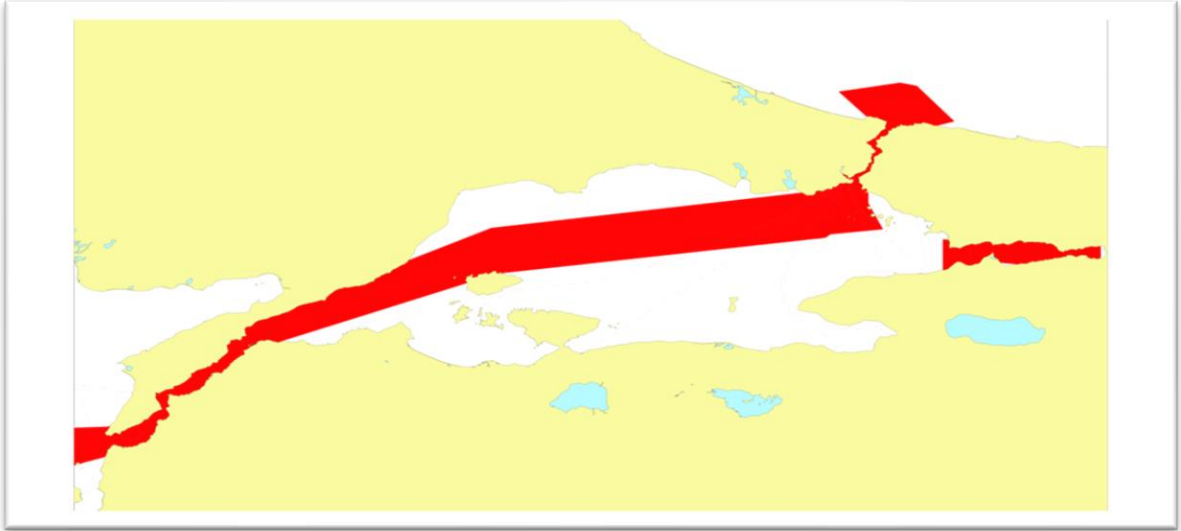
Şekil 30. TBS yat limanları (Tombul, 2018)



Şekil 31. TBS tersaneleri (Tombul, 2018)



Şekil 32. TBS demir yerleri (Tombul, 2018)



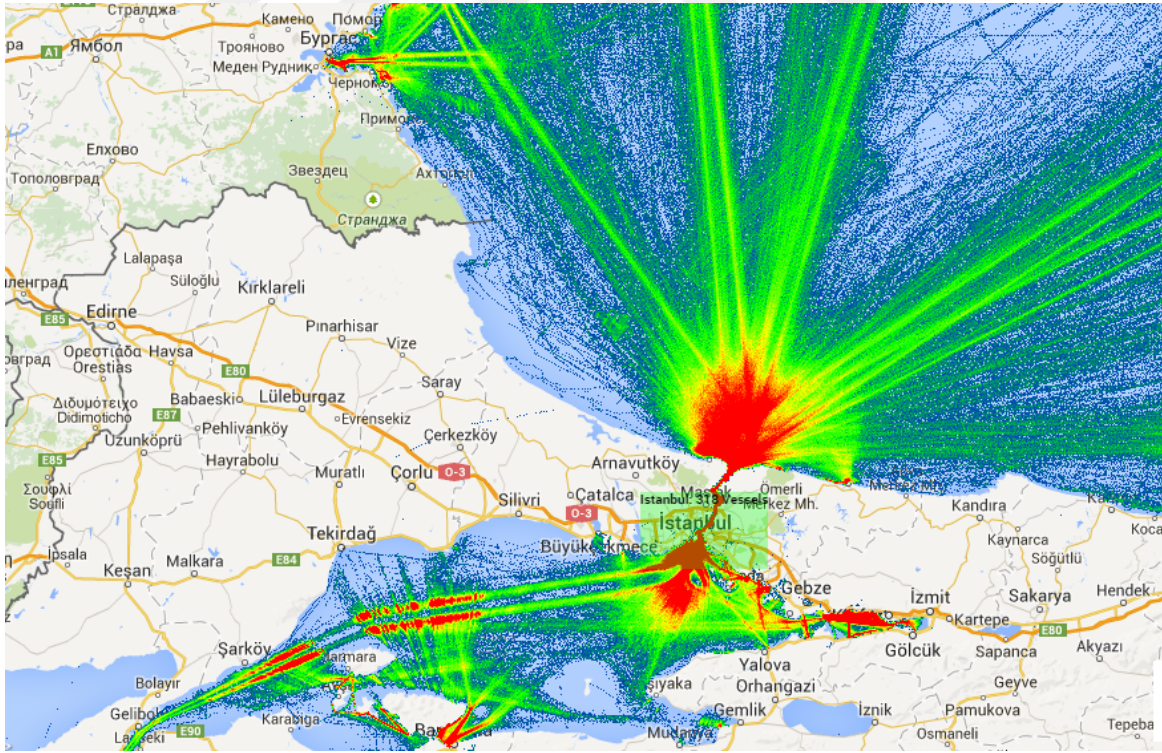
Şekil 33. TBS trafik hattı (Tombul, 2018)

2.6.2 Ölçüme dayalı gürültünün haritalandırılması

Avrupa Birliği Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi'ne göre (DSCD) 11 numaralı tanımlayıcı olan sualtı gürültüsü 10 Hz- 10 kHz aralığında 1/3 oktav bandında 63 Hz ve 125 Hz frekanslarında ses basınç seviyelerini ortam gürültüsü olarak tarif etmektedir (Van der Graaf ve diğerleri, 2012). Bu tez çalışmasında alınan sualtı gürültü kayıtları DSCD kriterlerine uygun olarak analizi yapılmış ve farklı gürültü kaynaklarının ses basınç seviyeleri elde edilmiştir. Bu değerler daha önce belirlenmiş olan gürültü kaynaklarından yayılan gürültü değerleri olarak ele alınmış ve zamandan bağımsız haritalar elde edilmiştir. Haritalar 63 ve 125 Hz için ayrı ayrı oluşturulmuştur.

2.6.3 AIS Kayıtlarına Göre Gemi Trafik Gürtüsünün İncelenmesi

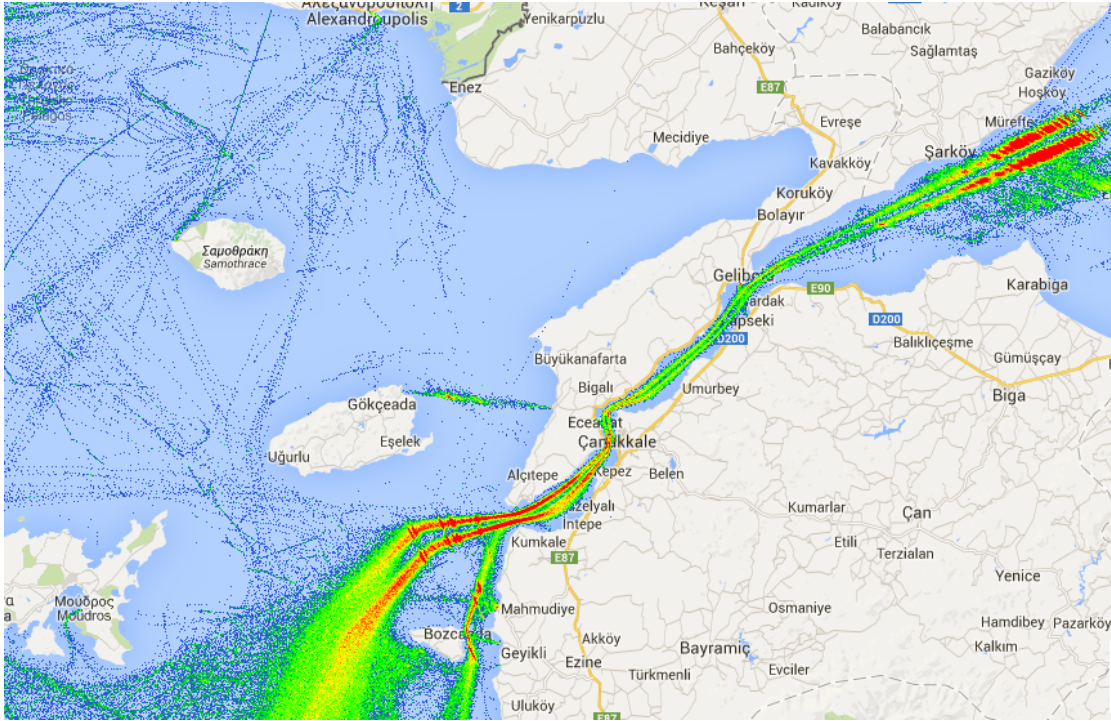
AIS (Automatic Identification System-Otomatik Tanıma Sistemi) kayıtları incelenerek yapılan çalışmalar incelenmiş olup marinevesseltraffic.com web adresinde İstanbul boğazı ve Çanakkale boğazını göstermek üzere hazırlanan 2 adet görsel tüm TBS alanını kapsamaktadır.



Şekil 34. İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi gemi trafiği yoğunluğu

(www.marinevesseltraffic.com sitesinden alınmıştır)

Şekil 34 incelendiğinde İstanbul Boğazı Karadeniz Girişinden itibaren boğaz güney çıkışında trafik hattını da kapsayan bir mesafe boyunca gemi trafik yoğunluğunun en üst seviyede olduğu görülmektedir. Diğer yoğunluğun en yüksek seviyede olduğu bölge ise İzmit Körfezi'dir. Bunlara ilave olarak TBS gemi trafik hattı üzerinde Marmara Denizi ortasında ve Çanakkale Boğazı girişi öncesinde yoğunluk gözlemlenmiştir. Bu bölgelerin dışında Bandırma Limanı çevresi de trafik açısından yoğun görülmektedir.

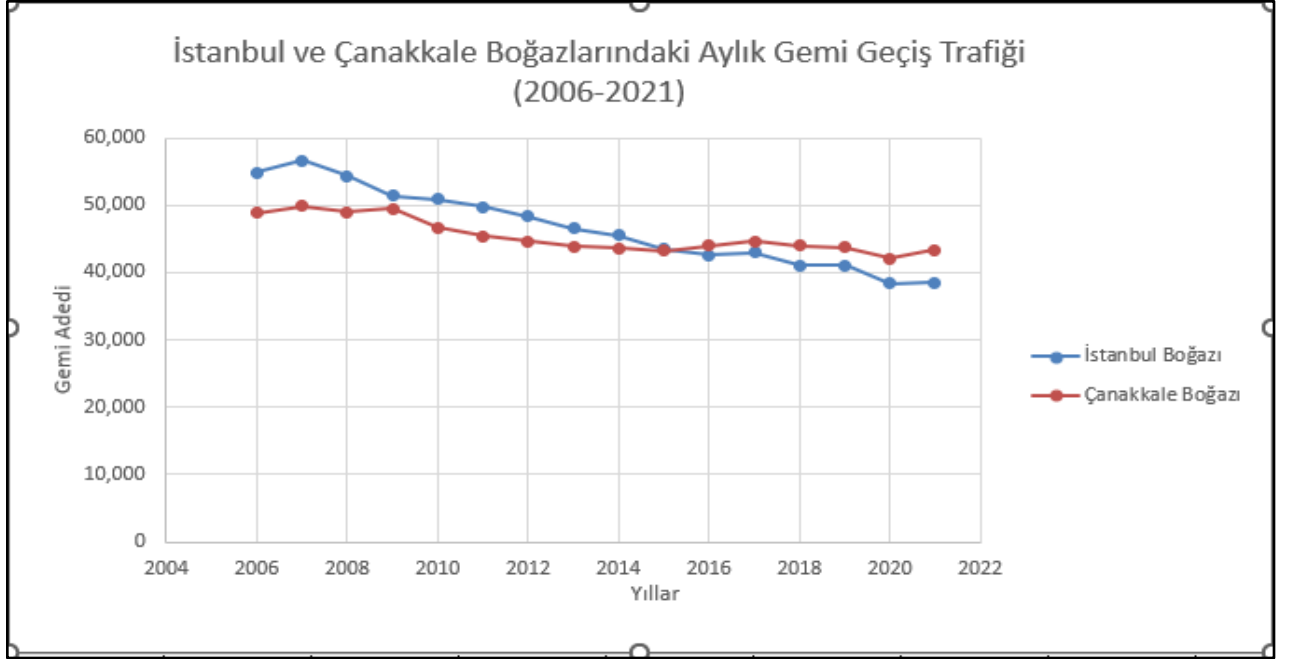


Şekil 35. Çanakkale Boğazı ve çevresi gemi trafiği yoğunluğu

(www.marinevesseltraffic.com sitesinden alınmıştır)

Çanakkale Boğazı incelendiğinde Marmara Denizi tarafında Şarköy açıklarından itibaren Nara burnuna kadar yoğunluğun daha düşük olduğu ancak Nara Burnu'ndan itibaren Boğaz çıkışı Bozcaada açıklarına kadar gemi trafiği seviyesinin yüksek olduğu Şekil 35'de görülmektedir. Gemi trafiği kaynaklı gürültü bu hatlardan geçen gemilerin tiplerine ve o bölgedeki batimetrik, oşinografik ve meteorolojik parametrelere bağlı olarak değişken mesafelerde yayılım ile çevresine etki edecektir.

Bu verilere ilave olarak TC Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın web sayfasından alınmış aylık gemi geçiş istatistikleri Şekil 36'da sunulmaktadır. Türk Boğazlar Sistemi'nde gemi trafiği oldukça yoğundur. 2006 yılından günümüze Boğazlardan transit geçen gemi sayısı günlük ortalama 110-150 arasındadır. Yerel trafik hatları ile birlikte sualtı ortam gürültüsünü artırır.



Şekil 36. İstanbul ve Çanakkale Boğazları'ndaki aylık gemi geçiş grafiği

(<https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/turk-bogazlari-gemi-gecis-istatistikleri> adresindeki değerler kullanılarak oluşturulmuştur)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Mevcut Limanların ve Kabotaj Hattının Haritalandırılması

Marmara Denizi, Karadeniz ve Ege Denizi arasında yegâne su yolu olması ve ayrıca yoğun sanayi bölgesi olmasından dolayı gemi trafik hattı ve liman çevreleri başlıca gürültü kaynakları olarak düşünülmektedir. Bu gürültü kaynakları için ilk olarak limanlar, marinalar, balıkçı barınakları, demir yerleri ve tersaneler olarak sınıflandırılmış ve harita üzerinde gösterilmiştir. Ticari gemilerin yükleme ve boşaltma yaptıkları limanlar Tablo 3’de TUBITAK MAM (2017) tarafından yapılan bir çalışmaya göre 2011-2015 yılları arası gemi trafiği yoğunluk bilgileri liman başkanlıklarından alınan bilgilere göre değerlendirilmektedir. Buna göre; Marmara Havzasında 17 Liman Başkanlığı bulunmakta olup, bu limanlardan 2’si “çok yüksek” (Kocaeli ve Ambarlı Liman Başkanlıkları, 4’ü “yüksek” (Tekirdağ, Tuzla, Gemlik ve Karabiga Liman Başkanlıkları) yoğunluğa sahip limanlar arasında yer almıştır. Kocaeli ve Ambarlı Liman Başkanlıkları hem limanlarında işlem gören gemi sayısı ve hem de elleçlenen yük miktarı açısından “çok yüksek” kategorisinde değerlendirilen Liman Başkanlıklarıdır.

Tablo 3. Liman Başkanlıklarında Gemi Trafik Yoğunluğunun Değerlendirilmesi (2011-2015 Gemi Trafik Verileri), (TUBITAK MAM, 2017’den alınmıştır)

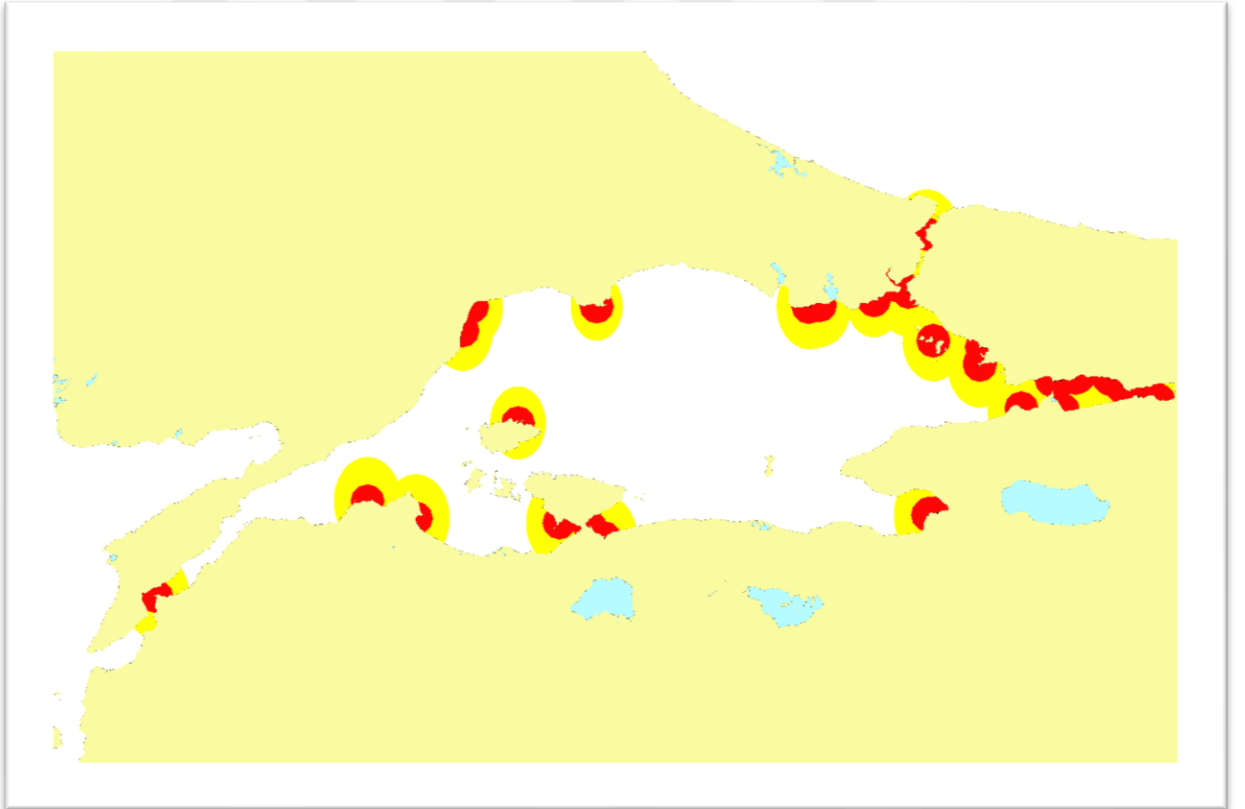
Limn Başkanlığı	İli	Gemi Sayısı (5 Yıllık	Elleçlenen Yük(5 Yıllık	Gemi sayısı	Yük	Gemi Trafik Yoğunluğu - Genel Değerlendirme
TEKİRDAĞ LB.	Tekirdağ	2090	15897472	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK
SİLİVRİ LB.	İstanbul	121	626233	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
AMBARLI LB.	İstanbul	5250	38422570	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK
İSTANBUL LB.	İstanbul	3386	4185382	YÜKSEK	ORTA	ORTA
TUZLA LB.	İstanbul	3569	6156376	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK

Limn Başkanlığı	İli	Gemi Sayısı (5 Yıllık	Elleçlenen Yük(5 Yıllık	Gemi sayısı	Yük	Gemi Trafığı Yoğunluğu - Genel Değerlendirme
KOCAELİ LB.	Kocaeli	10413	60229347	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK
GEMLİK LB.	Bursa	3809	13255726	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK
MUDANYA LB.	Bursa	105	86856	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
YALOVA LB.	Yalova	947	936951	DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
ÇANAKKALE LB.	Çanakkale	1492	4555987	ORTA	ORTA	ORTA
KARABİGA LB.	Çanakkale	1412	9344032	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK
MARMARA ADASI LB.	Balıkesir	1231	1840380	DÜŞÜK	ORTA	ORTA
BANDIRMA LB.	Balıkesir	1732	5270645	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK
ERDEK LB.	Balıkesir	189	34949	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK

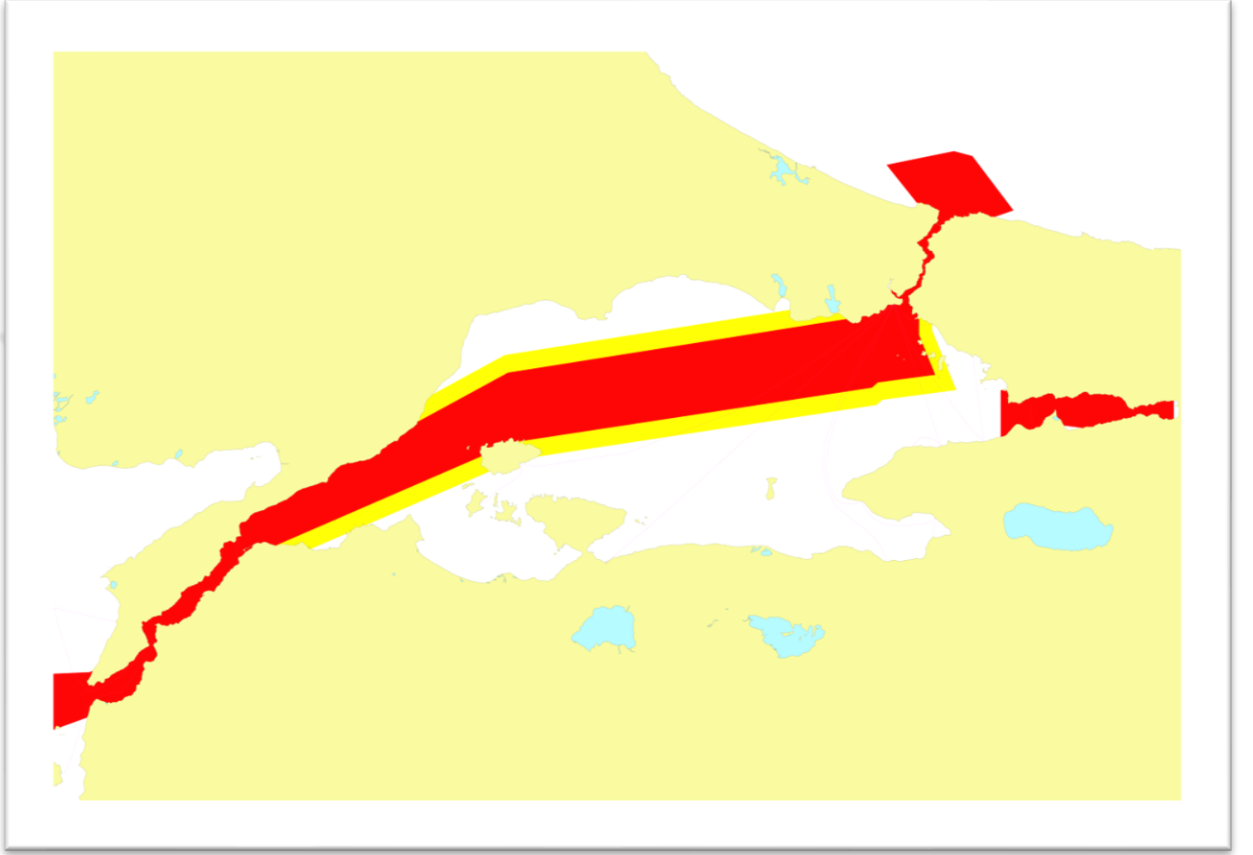
Kaynak: TÜBİTAK MAM (2017), “Denizlerimizde Kara Kökenli Kirleticilere Karşı Korunmasına Yönelik Ulusal Eylem Planının Güncellenmesi Projesi (KKK UEP)”, Final Raporu, Destekleyen Kuruluş: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Gebze-Kocaeli

Marmara Denizi'ndeki bu limanlar harita üzerinde işaretlenerek, her bir limanın etrafında 5 kilometre yarıçapında bir daire çizilerek gösterilmiştir. 5 km bu limanlara giriş-çıkış yapan gemilerin liman girişinde iken yaklaşık olarak ortam gürültüsünden ayırt edilebileceği alanı belirlemektedir. Aynı şekilde balıkçı barınakları, marinalar, tersaneler ve demir yerleri de harita üzerinde işlenerek 5 km yarıçaplı etki alanları belirlenmiş ve harita üzerinde gösterilmiştir. Balıkçı barınakları ile marinalar genellikle aynı yerde

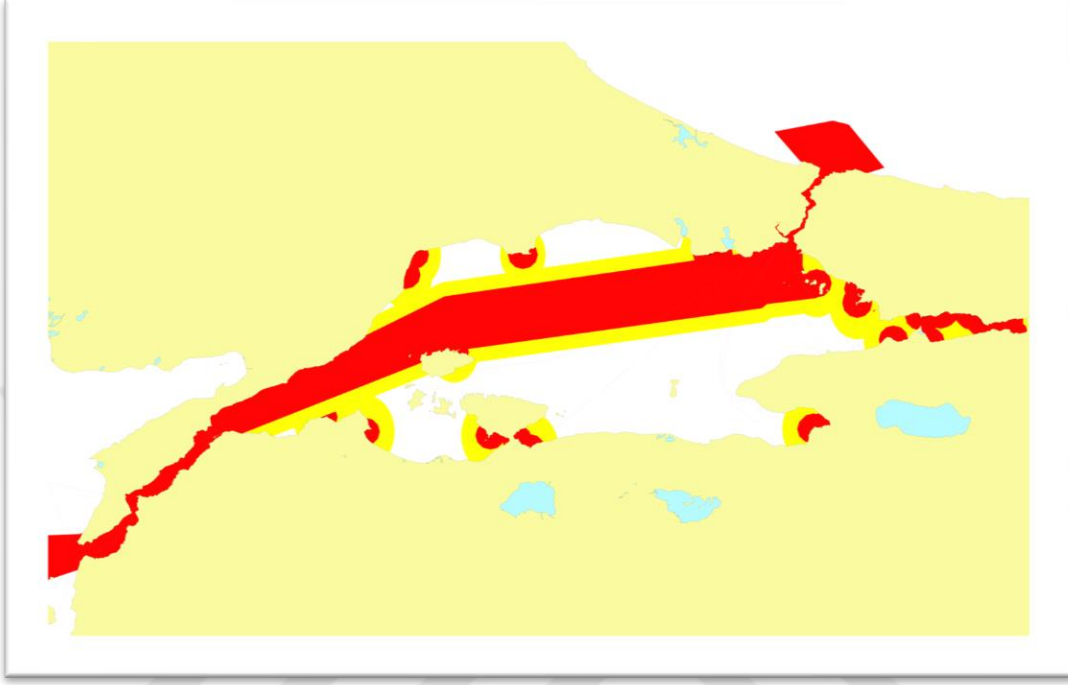
bulunmaktadır. Gürültü açısından da liman, tersane ve demir yerlerine göre daha az gürültülü bölgeler olduğu düşünülmektedir. Açık kaynaklardan AIS kayıtlarına ve seyir haritalarına dayalı gemi trafiği kayıtları, deniz haritalarında sunulan trafik hatları ve kabotaj hatları incelenerek gemi trafik hatları haritası oluşturulmuştur. Bu hat oluşturulurken de gürültünün etki alanı düşünülerek hattın her iki yanına 5 km mesafede bir sınır çizilmiştir. Böylece Marmara Denizi'nde gürültü kaynaklarının tamamını içerecek şekilde ve 5 kilometre yarıçapında etki alanını gösterecek haritalar elde edilmiştir (Şekil 37-39). Bu haritada kırmızı ile gösterilen bölgeler 5 kilometre yarıçapında Ekim ayında oluşan etki alanını göstermektedir. Aynı koşullar Ocak ayında oluşsaydı bu sefer etki mesafesi sualtı yayılımındaki değişimden dolayı 10 km. olacaktır. Bu bölgede sarı renkle işaretlenmiştir. Ses hızı profilindeki mevsimsel değişim gürültünün dağılımında önemli etki göstermektedir.



Şekil 37. TBS liman gürültüleri revize edilmiş gürültü haritası



Şekil 38. Trafik hattı revize edilmiş gürültü haritası



Şekil 39. Marmara Denizi ve boğazlarda trafik hattı, balıkçı barınakları, marinalar, tersaneler ve demir yerleri ile 5/10 5 kilometre yarıçapında etki alanları

3.2 Sualtı Gürültü Verilerinin Analizi

Proje kapsamında Marmara Denizi ve boğazlarda ölçülen gürültü verileri ile DSÇD T11 sualtı gürültüsü tanımlayıcısı kriterlerine uygun olarak 1/3 oktav bant aralığında 63 ve 125 Hz frekanslarının ses basınç seviyeleri belirlenmiştir. DSÇD T11 kriterine göre ölçülen gürültü kayıtları Spectra Plus yazılımı ile 1/3 oktav bandında 5.89 Hz çözünürlükte 3 er dakikalık alt örneklemelerin sayısallaştırılması yapılmıştır. Spektrum bize hangi frekansta ne kadar ses basıncı olduğunu ve gürültü kaynakları hakkında bilgi vermektedir. Bu analizler ayrıca yapılmış ancak bu tez çalışmasında DSÇD kriterleri esas alınacağından bu raporda yer verilmemiştir. En düşük ve en yüksek ses basınç seviyelerinin ölçüldüğü bazı istasyonlar için 1/3 oktav bant aralığındaki spektrum Şekil 40-41’de verilmiştir. İstanbul Boğazı’nda (Bebek Koyu ve Haydarpaşa Limanı) diğer istasyonlardan çok belirgin olarak bütün frekanslarda yüksek ses basınç seviyesi ölçülmüştür. Ölçüm esnasında cihazın bulunduğu konuma çok yakın mesafelerden Bebek Koyu’nda boğaz hattından geçen gemilerin yanı sıra küçük balıkçı tekneleri ve motor yatların gürültüsü de kayda

geçtiği görülebilmektedir. Haydarpaşa Limanı açığında ise şehir hatları vapur ve motorları arka arkaya yakın mesafelerden geçmekte olması kayıta ve dolayısıyla spektrumda kendini göstermiştir. Gemi trafiği açısından en sakin olan Erdek Körfezi'nde ses basınç seviyesi özellikle alçak frekansta oldukça düşük değerlerde bulunmuştur. Orta seviyede ses basınç seviyesi bütün frekanslarda Çınarcık Çukuru (derin istasyon: 45C), Prens adaları arkası (MD26) ve Ahırkapı açıklarında bulunmuştur. Bu istasyonlar boğaz çıkışında ve gemi trafik hattına yakın bölgelerde olmasından dolayı Boğazlar kadar gürültülü ya da Erdek Körfezi'ndeki kadar sessiz değildir. Spektrumlarından da anlaşılacağı gibi düşük frekans değerlerinde daha yüksek ses basınç seviyeleri ölçülmüştür.

Ses kayıtlarından 3 er dakikalık yapılan alt örneklemelemlerde 63 ve 125 Hz bandındaki ses basınç seviyeleri değerlendirilmiştir. Bu şekilde bütün alınan kayıtlardan 63 ve 125 Hz frekanslarının ses basınç seviyelerinin aritmetik ortalaması, geometrik ortalaması, minimum ve maksimum ve medyan değerleri hesaplanmıştır. Şekil 38'de spektruma göre en gürültülü bölgelerden Haydarpaşa Limanı ve en sessiz bölgelerden Erdek Körfezi'ne ait grafikler her iki frekans için karşılaştırma amacıyla verilmiştir. Haydarpaşa Limanı gemi geçişlerine bağlı olarak yüksek bir değişime sahiptir.

En düşük gürültü kaydının olduğu Erdek Körfezi'nde ise anlık değişimlerin olduğu bununla beraber ses basınç seviyesinin genellikle aynı şekilde kaldığı görülmektedir.

Veriler tekmeden ve karadan (ses dalgalarının daha fazla girişim yapmasından dolayı) yapılan ölçümler olarak iki grupta incelenmiştir. İstanbul Boğazı'nda (Bebek Koyu ve Haydarpaşa Limanı) diğer istasyonlardan çok belirgin olarak yüksek ses basınç seviyesi ölçülmüştür. Gemi trafiği açısından en sakin olan Erdek Körfezi'nde ses basınç seviyesi özellikle alçak frekansta oldukça düşük değerlerde bulunmuştur (Deniz Strateji Çerçeve Direktifi T11 K2).

R Programı ile verilere ait ortalama, min, max, medyan değerleri hesaplanarak zaman ve frekans spektrumu grafikleri çizilmiş ve değerler tabloya otomatik olarak topluca yazdırılmıştır. Kullanılan kod aşağıdadır.

```
Ort<- matrix(1:732, nrow = 122, ncol = 6)
a<- "SpectraPLUS_SC/SG/spectralogs/"
```

```

b<- ".txt"
f<- 63
for(i in 1000:1121) {
nu<- i
filenu<- paste0("SG00",nu)
filenm<- paste0(a,filenu,b)
baslik<- paste(filenu,f,"Hz")
SG<- read.delim(filenm,header=FALSE)
SG$V1 <- as.POSIXct(SG$V1, format = "%H:%M:%S")
jpeg()
jpeg(filename=paste0(filenu,".jpeg"),width = 1000, height = 500, units = "px", pointsize
= 12,
quality = 1200,antialias = "cleartype")
par(mfrow=c(1,2));

plot(SG$V1,SG$V2, type="l", xlab='Zaman',ylab="", ylim=c(60,180),
col="blue",main=baslik)
mtext(side=2,text=bquote("SPL (dB re 1" ~ mu ~ Pa^2~)"),line=2)

SG$V4 <- mean(SG$V2);
lines(SG$V1,SG$V4, type="l",lty=2, col="red", lwd=3)
legend("topright", legend=c(filenu, "Ortalama"),
col=c("blue", "red"), lty=1:2, cex=1.5, inset=.05,)

plot.ecdf(SG$V2, xlab=bquote("1/3 Oktav SPL (dB re 1" ~ mu ~ Pa^2 ~)"),
ylab='Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (%)', main=baslik);
points(median(SG$V2),0.5,lwd=3, cex =2,col="green")
Fn <- ecdf(SG$V2)
Fnm <- Fn(mean(SG$V2))

```

```

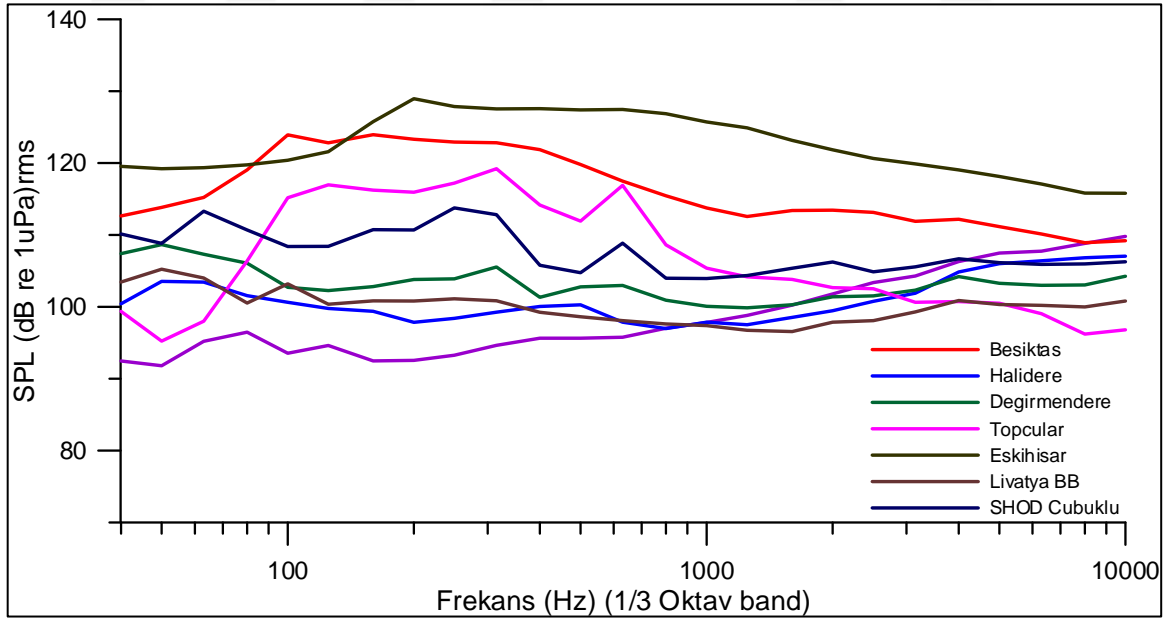
points(mean(SG$V2),Fnm, lwd=3, cex =2, col="red")
am=20*log10(mean(10^((SG$V2)/20) ))
Fnam <- Fn(am)
points(am,Fnam, lwd=3, cex =2, col="orange")
legend("bottomright", legend=c("Medyan", "Geometrik Ortalama", "Aritmetik Ortalama"),
      col=c("green", "red", "orange"),pch=1, cex=1.5,)

Ort[i-999,]<- c(filenu, am, mean(SG$V2), max(SG$V2),min(SG$V2), median(SG$V2))

dev.off()
dev.off()
}

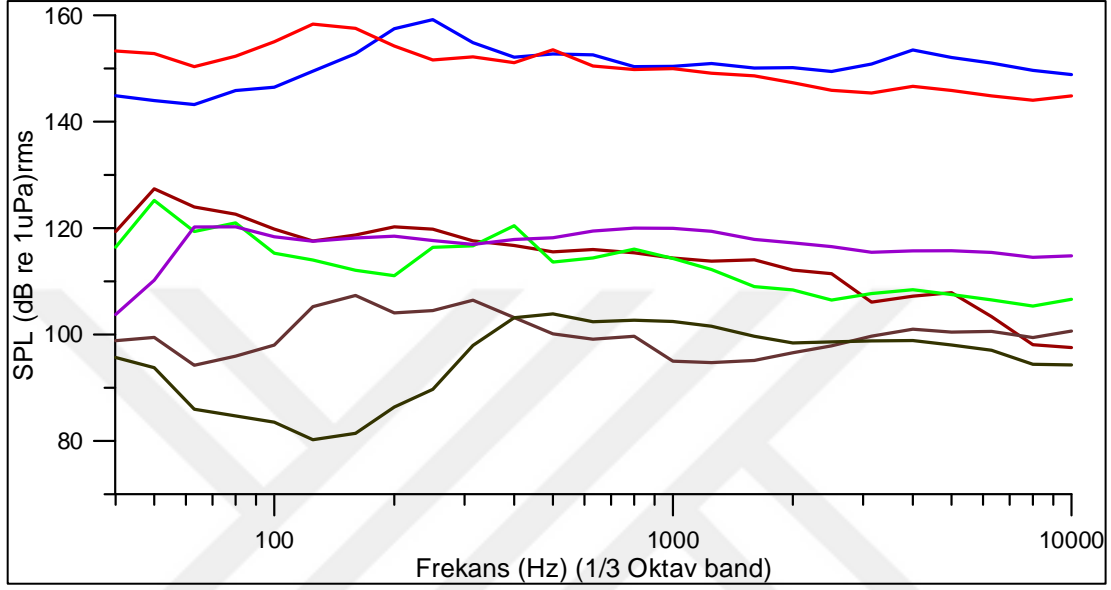
```

3.2.1 Kıyı bölgesi ölçümleri analizi



Şekil 40. Kıyı bölgesi ölçümleri karşılaştırma grafiği

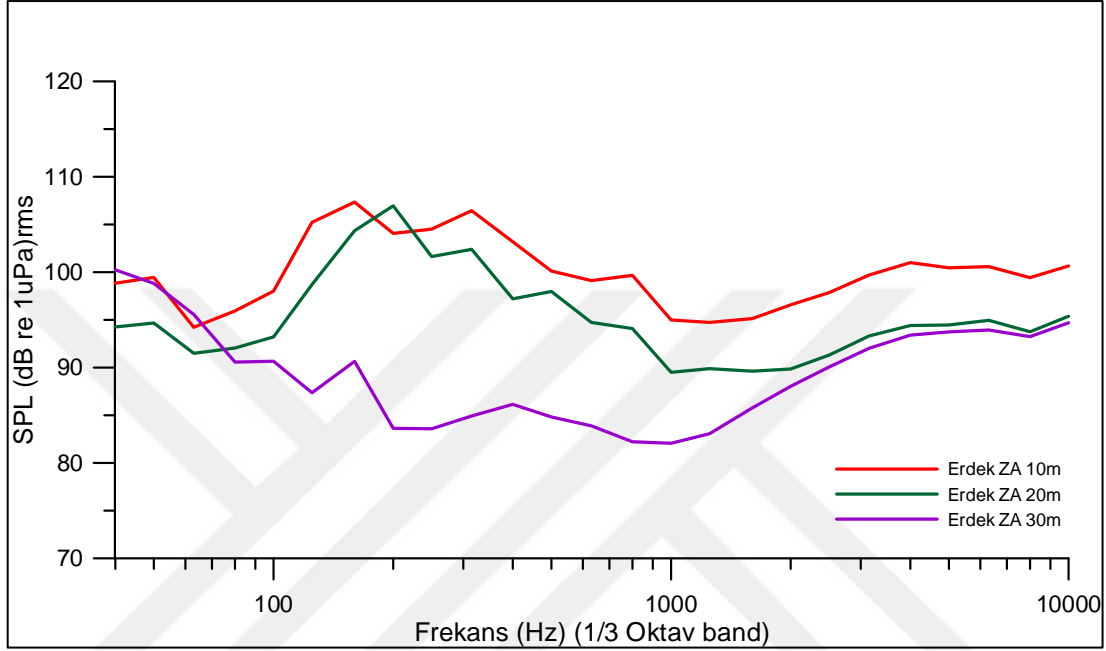
3.2.2 Deniz ölçümleri analizi



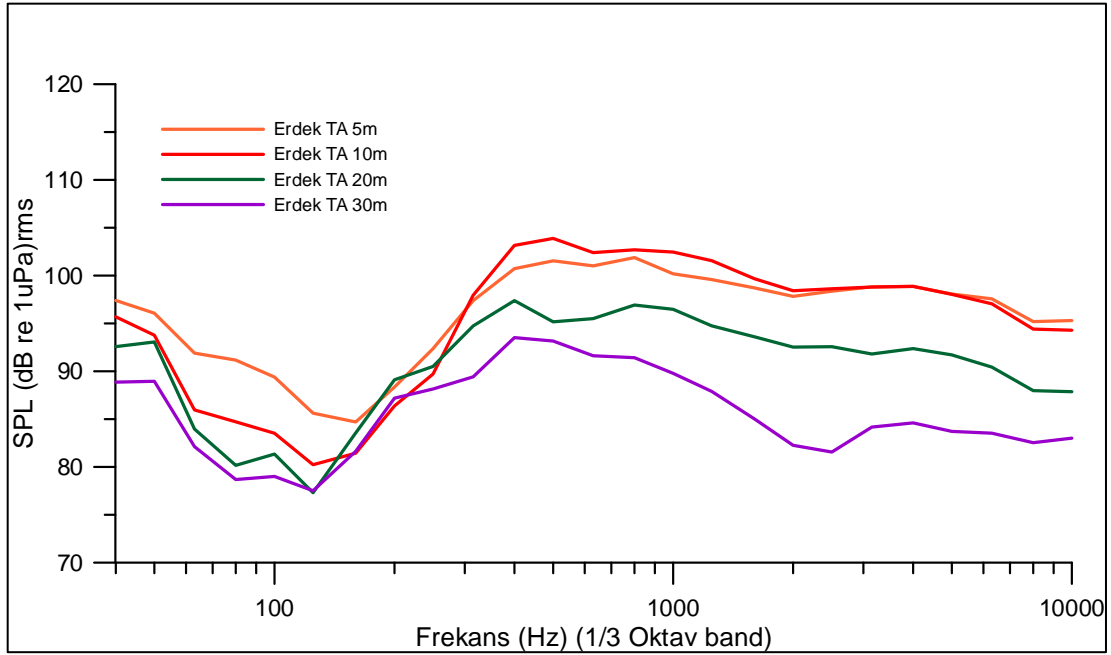
- Bebek Koyu
- Haydarpaşa L.
- 45C8m
- MD2610m
- Ahirkapı 10m
- Erdek ZA 10m
- Erdek TA 10m

Şekil 41. Deniz ölçümleri karşılaştırma grafiği

3.2.3 Derinliğe bağılı değişim analizi



Şekil 42. Erdek bölgesi Zeytinli Ada ölçümleri derinliğe bağılı değişim grafiği

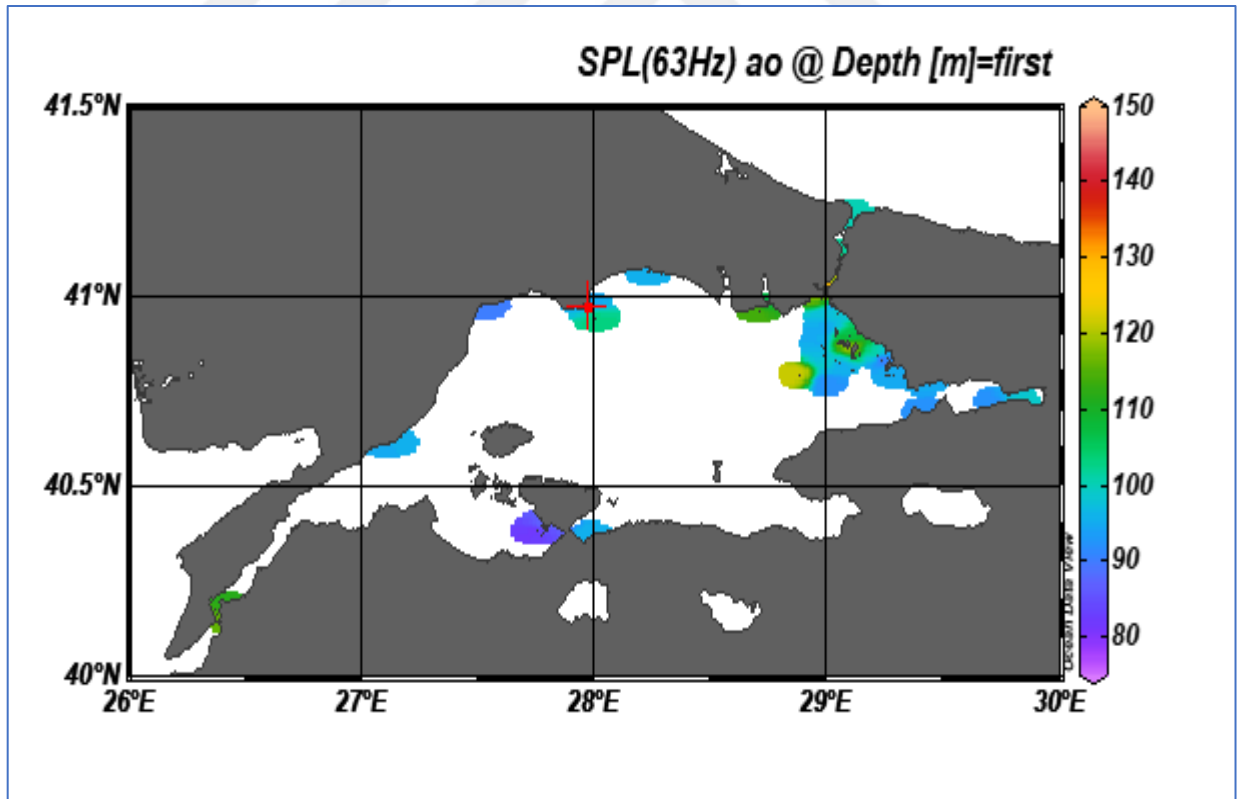


Şekil 43. Erdek bölgesi Tavşan Adası ölçümleri derinliğe bağılı değişim grafiği

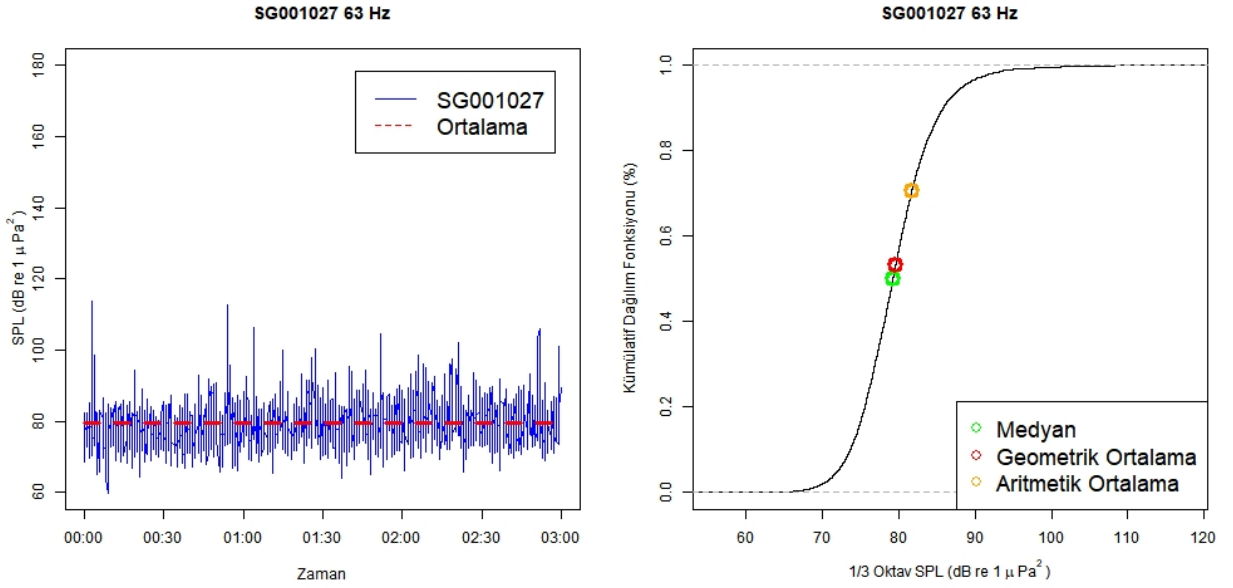
Erdek Körfezi'nde ses basınç seviyesinin derinliğe göre değişimi alçak frekansta derinlik arttıkça azalsa da birbirlerine yakın değerlerde iken yüksek frekanslarda derinlik arttıkça belirgin şekilde azalmaktadır. Derinlik arttıkça gürültünün azaldığı Şekil 42 ve Şekil 43'de sunulan ölçüm analizlerinde gözlenmiştir.

3.2.4 Alçak frekans 63 Hz gürültü analizi

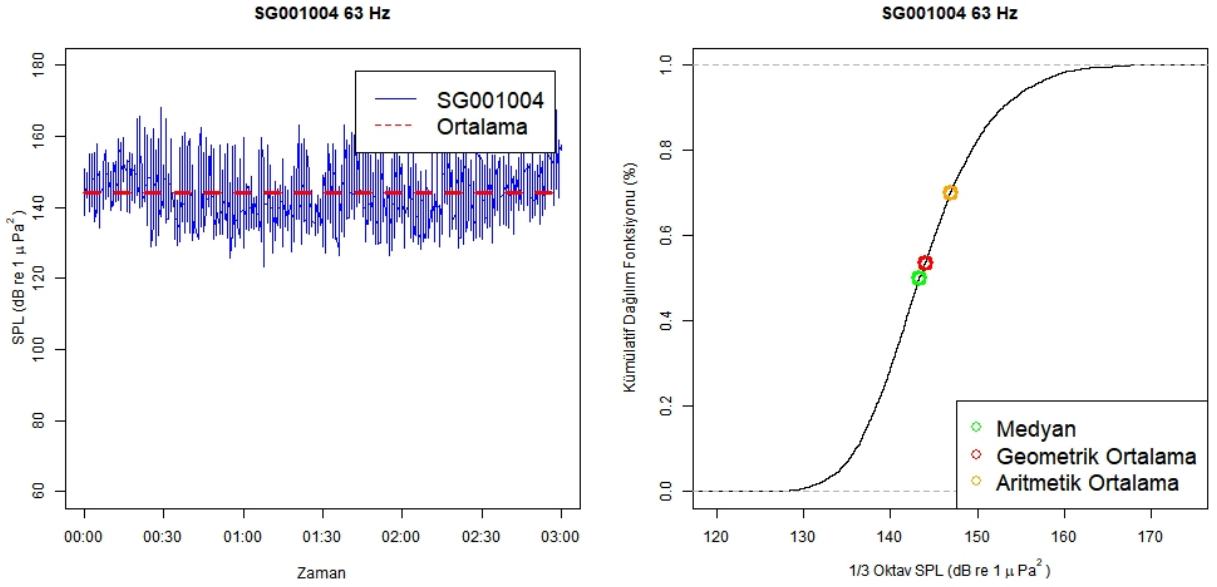
DSÇD T11 e göre ortam gürültüsü 1/3 Oktav bant 63 ve 125 Hz ses basınç seviyesini izlemeyi önermektedir. Ses kayıtlarından 3 er dakikalık yapılan alt örneklemelemlerde 63 ve 125 Hz bandındaki ses basınç seviyeleri değerlendirilmiştir. 63 Hz bandında spektruma göre en gürültülü bölgelerden Haydarpaşa Limanı yüksek bir değişime sahiptir. En düşük gürültü kaydının olduğu Erdek Körfezi'nde ise anlık değişimlerin olduğu bununla beraber ses basınç seviyesinin genellikle aynı şekilde kaldığı görülmektedir. (Şekil 44-46)



Şekil 44. 63 Hz ölçülen gürültü coğrafi dağılımı



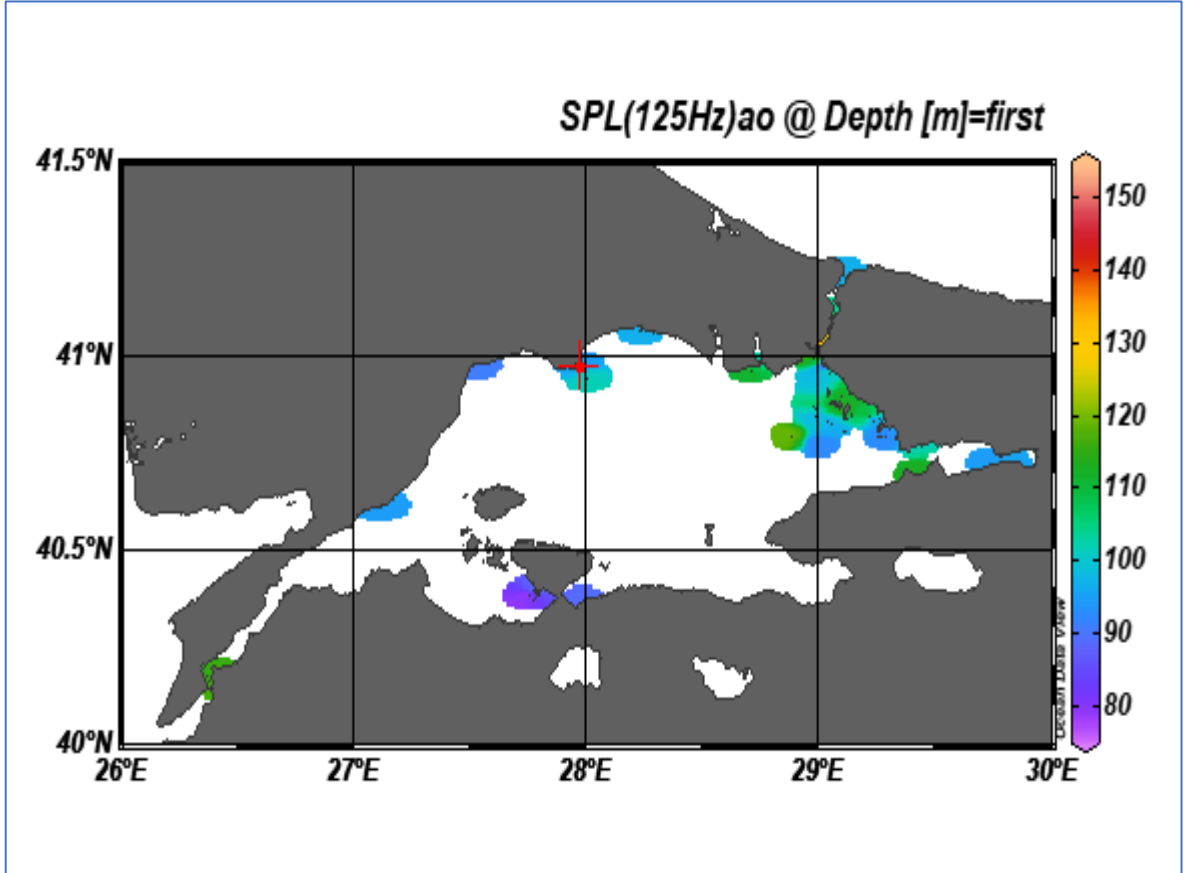
Şekil 45. 63 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en sessiz yer)



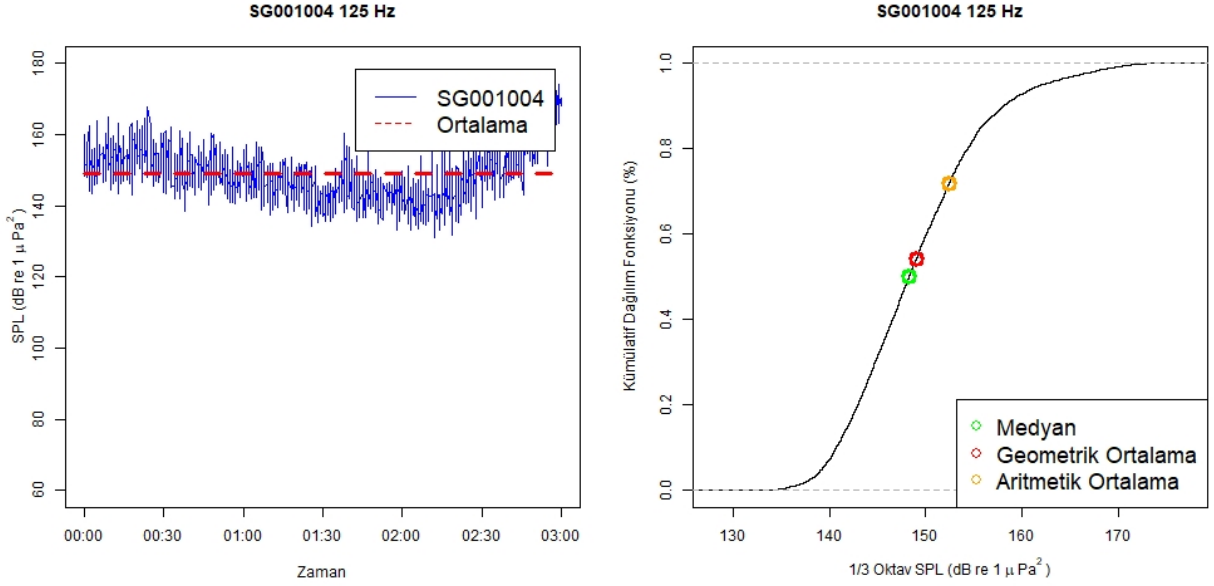
Şekil 46. 63 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en gürültülü yer)

3.2.5 Alçak frekans 125 Hz gürültü analizi

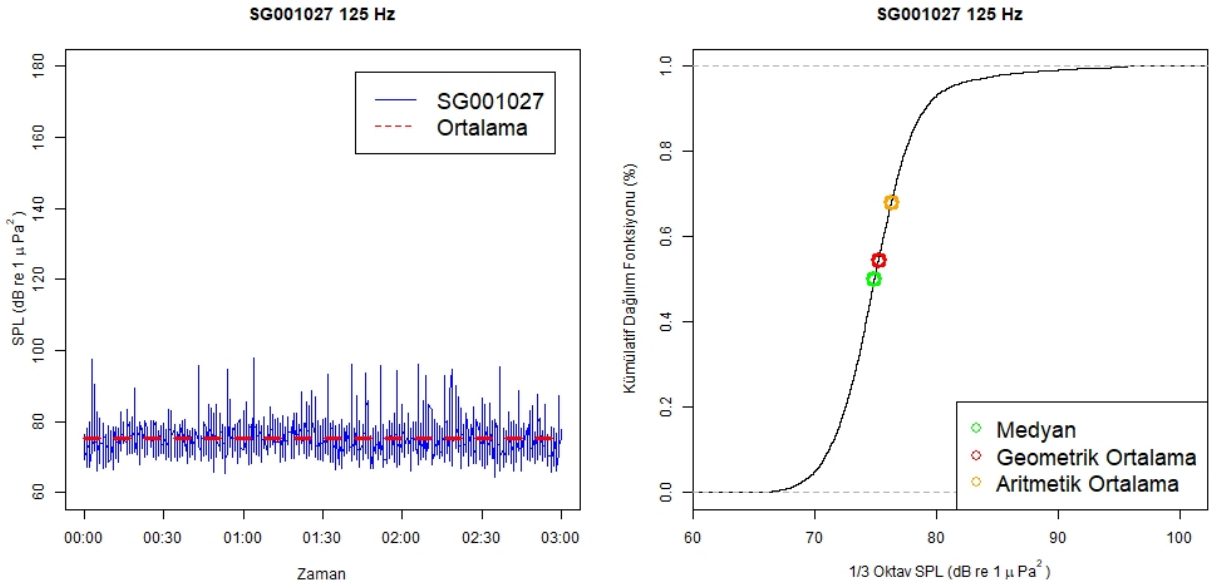
125 Hz frekansında ses basınç seviyesi dağılımına göre gemi trafik yoğunluğu haritasından da beklendiği gibi en yüksek boğazda en düşük Erdek Körfezi'nde bulunmuştur. (Şekil 47-49)



Şekil 47. 125 Hz ölçülen gürültü coğrafi dağılımı



Şekil 48. 125 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en gürültülü yer)



Şekil 49. 125 Hz gürültü zaman serisi ve kümülatif dağılımı (en sessiz yer)

Farklı gürültü kaynaklarından ve bölgelerden ölçülen bütün ses kayıtları bu şekilde analiz edilerek Marmara Denizi ve boğazlar için ses basınç seviyelerinin değerleri ortaya çıkarılmıştır.

Daha sonra gürültü kaynakları türüne göre bu değerler üzerinden ortalama alınmıştır. Böylece yerinde yapılan ölçümlerle gürültü kaynaklarının ortalama ses basınç seviyesi geometrik ortalaması minimum ve maksimum aldığı değerler ile medyan değerleri tespit edilmiştir. DSÇD T11 kriterlerine göre 63 ve 125 Hz frekanslarında Marmara Denizi'nde 6 farklı gürültü kaynağı sınıfı oluşturulmuştur. Bu sınıflar trafik hattı, liman, balıkçı barınağı, yat limanı, sessiz ortam ve kazık çakmadır. Yapılan ölçümlere göre bu sınıflardaki ortalama ses basınç seviyeleri Tablo 4'te 63 ve 125 Hz için verilmiştir. Bu hesaplamalar ölçüm yapılan tüm derinlikler dikkate alınarak aynı sınıftaki değerlerin aritmetik ortalaması alınarak yapılmıştır.

Tablo 4. Marmara Denizi'nde belirlenen sınıflar için ölçülen ses basınç seviyelerinin ortalamaları

Bölge	SPL 63Hz ao	SPL 63Hz go	SPL 63Hz max	SPL 63Hz min	SPL 63Hz median	SPL 125 Hz ao	SPL 125Hz go	SPL 125Hz max	SPL 125Hz min	SPL 125Hz median
Liman	109.0	107.9	139.7	71.0	107.9	109.2	108.5	138.3	74.2	108.4
Trafik Hattı	107.5	106.0	170.5	53.1	106.2	108.6	107.4	174.0	41.2	107.7
Kazık Çakma	107.1	102.6	127.8	76.7	101.5	110.8	106.0	132.3	91.4	104.6
Demir Yeri	104.8	104.1	134.1	86.3	104.2	108.2	107.8	124.5	90.7	107.9
Yat Limanı	96.2	93.5	131.5	31.9	93.2	99.1	96.7	133.1	39.3	96.2
Balıkçı Barınağı	95.0	93.5	136.6	66.4	93.5	95.9	94.7	134.3	62.5	94.5
Sessiz Yer	80.8	78.8	114.8	57.6	78.4	76.6	75.4	115.2	62.5	75.1

İstanbul						121.				
Boğazı	118.4	115.7	170.5	61.0	115.2	0	119.1	174.0	69.5	119.0
Çanakkale						115.				
Boğazı	114.2	113.2	135.2	81.0	113.4	9	115.1	138.3	81.3	115.1
						106.				
İstanbul	105.2	103.5	170.5	31.9	103.6	2	104.9	174.0	19.2	105.0
Tekirdağ	96.2	95.3	124.9	71.4	95.3	96.0	95.2	121.1	78.8	95.1
İzmit						101.				
Körfezi	94.8	92.3	135.5	71.7	91.8	6	99.4	127.2	68.0	99.3
Balıkesir	86.3	84.7	124.1	57.6	84.6	85.2	84.2	118.2	62.5	83.9

Kırmızı: Gürültü ortalaması 100 dB üzerinde olan yerler.

Sarı: Gürültü ortalaması 90-100 dB arası bölgeler

Yeşil: Gürültü Ortalaması 90 dB altı ve en düşük olan yerler.

İstanbul Boğazı'nın en gürültülü bölge olduğu ve bunu Çanakkale Boğazı ile İstanbul geneli izlediğini görmekteyiz. Tekirdağ ve İzmit Körfezi Bölgesi benzer orta gürültü seviyelerinde. Balıkesir bölgesi ve özellikle Erdek en sessiz yerler.

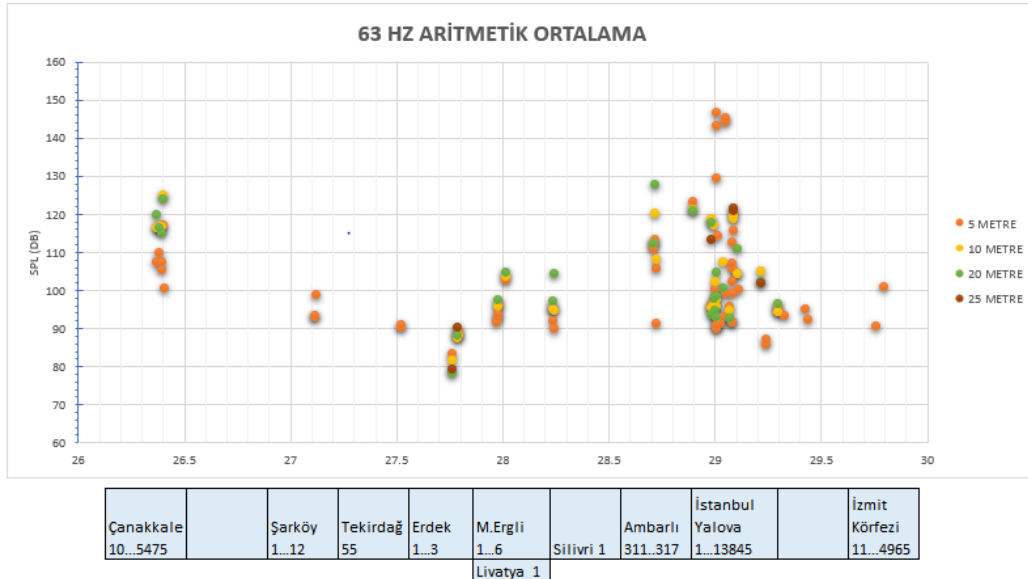
Liman, Trafik Hattı ve Demir Yeri benzer yüksek gürültü seviyelerindedir. Yat Limanı ve Balıkçı Barınakları çevresi ise benzer şekilde orta gürültü seviyesindedir.

Trafik hattı her iki frekans için de en yüksek ses basınç seviyesinde bulunmuştur. Bunu kazık çakma faaliyeti takip etmektedir. 3 dakikalık kayıtlar göz önüne alındığında gemi mesafesi yakın olduğunda gürültü seviyesi 170 dB değerine kadar çıkmaktadır. Ticari gemilerin yükleme boşaltma yaptığı limanlar da yüksek ses basınç kategorisinde bulunmuştur. Balıkçı barınakları ve yat limanları genel olarak sessiz ortama göre biraz daha yüksek gürültüde yerlerdir. Balıkçı teknelerinin boy ve motor gücü açısından daha yüksek kapasitede olmalarından dolayı daha yüksek gürültüye sahiplerdir. 63 ve 125 Hz frekansları ses basınç seviyeleri birbirleriyle paralel olarak değişmektedir. Bu durum aslında 1/3 oktav bant spektrumundan da görülebilmektedir.

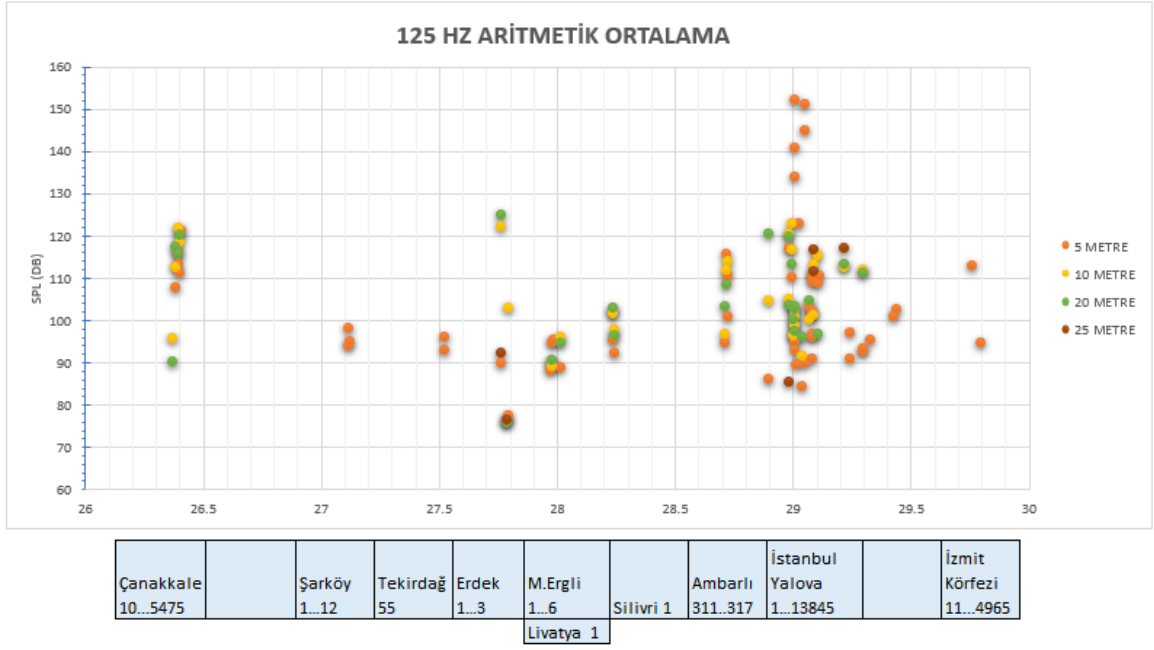
3.3 Sualtı Gürültü Ölçümlerinin Gemi Trafik Yoğunluğu ile İlişkilendirilmesi

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen bulgular ve değerlendirmeler ile ilk defa Marmara Denizi'nde Boğazları da kapsayacak şekilde bir gürültü haritası çıkarılmıştır. Bu gürültü haritasını oluşturmak için öncelikle farklı gürültü kaynakları belirlenmiş ve yerinde yapılan ölçümlerle sahip olduğu ses basınç seviyelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu amaca ulaşmak için projede öngörülen yöntemler kullanılmıştır. Elde edilen ses basınç seviyeleri 1/3 oktav bant aralığında 63 kHz ve 125 kHz frekansları için benzer bir dağılıma sahiptir. Marmara Denizi ve boğazlarda sürekli gürültü kaynağı olan limanlar, balıkçı barınakları, yat limanları ve gemi trafik hattına yönelik farklı gürültü kaynağı bölgelerinde gürültü değişkenliği beklenen bölgelerde ölçümler yapılmıştır.

Alınan ölçümlerin coğrafi dağılımını boylama göre grafiğe döktüğümüzde Şekil 50 ve 51'de Türk Boğazlar Sisteminde Boylama göre ölçülen 63 Hz/125 Hz ortam gürültüsü (dB) ve gemi trafiği ortalaması dağılımları sunulmaktadır. Farklı derinliklerden alınan ölçümler farklı renklerde sunularak derinlik açısından da ölçümlerde oluşan değişkenlik sunulmuştur. Grafiğin altında mavi arka fon ile sunulan bilgiler o boylamdaki bölgeleri ve ölçüm yapılan yıl ve aya ait o dönemde ve o bölgede ölçülen km^2 başına düşen gemi trafiği yoğunluğunu ifade etmektedir.

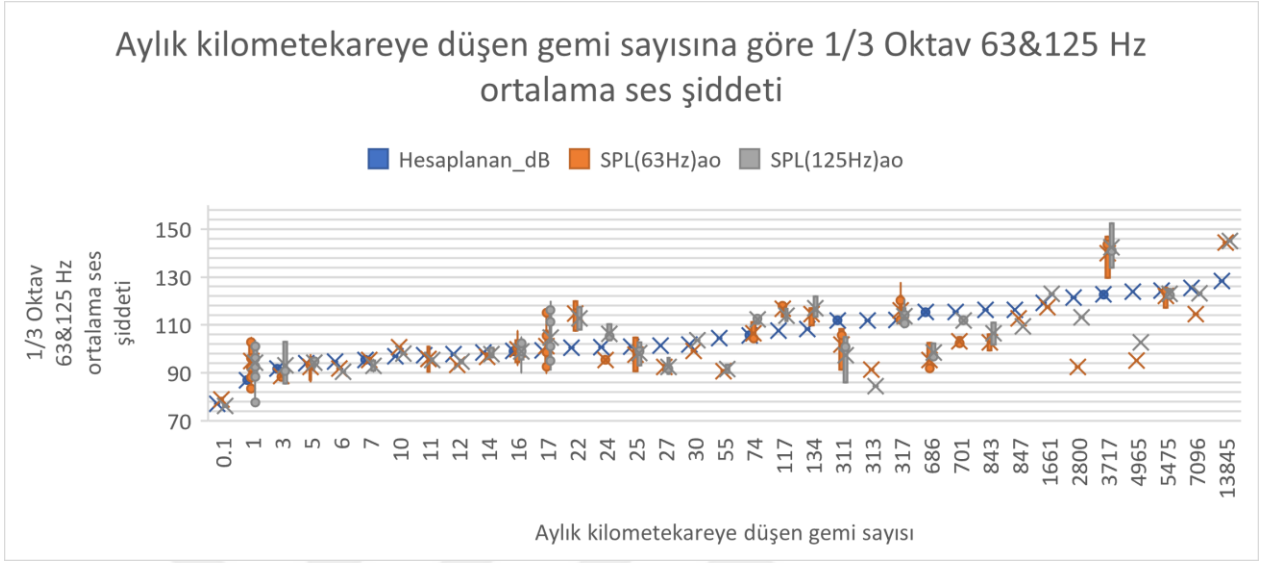


Şekil 50. Türk Boğazlar Sisteminde Boylama göre ölçülen 63 Hz ortam gürültüsü (dB) ve gemi trafiği ortalaması dağılımı



Şekil 51. Türk Boğazlar Sisteminde Boylama göre ölçülen 125 Hz ortam gürültüsü (dB) ve gemi trafiği ortalaması dağılımı

Bu grafiklerde ölçülen değerler kullanılarak gemi trafik yoğunluğuna göre Türk Boğazlar Sisteminde aylık kilometrekareye düşen gemi sayısına göre 1/3 Oktav 63&125 Hz ortalama ses şiddeti bir grafik üzerinde sunulmuş ve bu grafikte görülen ölçüm sonuçlarının trafik yoğunluğu ile ilişkisi üzerine bir yaklaşım hesabı geliştirilmiştir. Bu şekilde hesaplanan dB değeri de aynı grafik üzerinde Şekil-52’de sunulmuştur.



Şekil 52. Türk Boğazlar Sisteminde aylık kilometrekareye düşen gemi sayısına göre 1/3 Oktav 63&125 Hz ortalama ses şiddeti

Km² başına bir ayda düşen gemi sayısına göre 1/3 oktav bandında 63 Hz ortalama ses şiddetinin kuramsal hesaplamasında referans düzeyi olarak ölçümlerimizde 78 dB olarak tespit edilen en düşük ortam gürültüsü ortalaması alınmıştır. Gemi trafik ortalaması aylık olarak hesaplanan ortalama ses şiddeti değeri ile çalışmada alınan anlık değerler arasında önemli farklar olabilir ki bu normal bir durumdur. Bunun sebebi tek bir geminin geçişinde bile trafik ortalaması yüksek olan yerlere yakın bir gürültü oluşmasıdır. Ancak bunu aylık ortalama aldığımızda bu seviyelerin çok daha düşük olacağı aşıkardır.

Yapılmış ölçümlerimizin tarihindeki yıl ve aya ait aylık ortalama gemi adedi değerleri <https://gmts.maplarge.com/public/ext/GMTDS/Main> adresinden Marmara Denizi için csv formatında indirilmiş ve gemi yoğunlukları ile ölçülen değerler arasındaki ilişki aranmıştır. Km² başına bir ayda düşen gemi adedinin artışının logaritmik değerinin dB değerinde ifade edilen ses şiddetinin artışı ile uyumlu gözükmektedir. Ancak burada en düşük gürültü seviyesi ofset değeri olarak bu hesaba eklenmelidir. Dolayısıyla en düşük gürültüye etken olan yoğunluk arttıkça bu artışın logaritmik değeriyle orantılı olarak ortalama gürültü değeri de artacaktır.

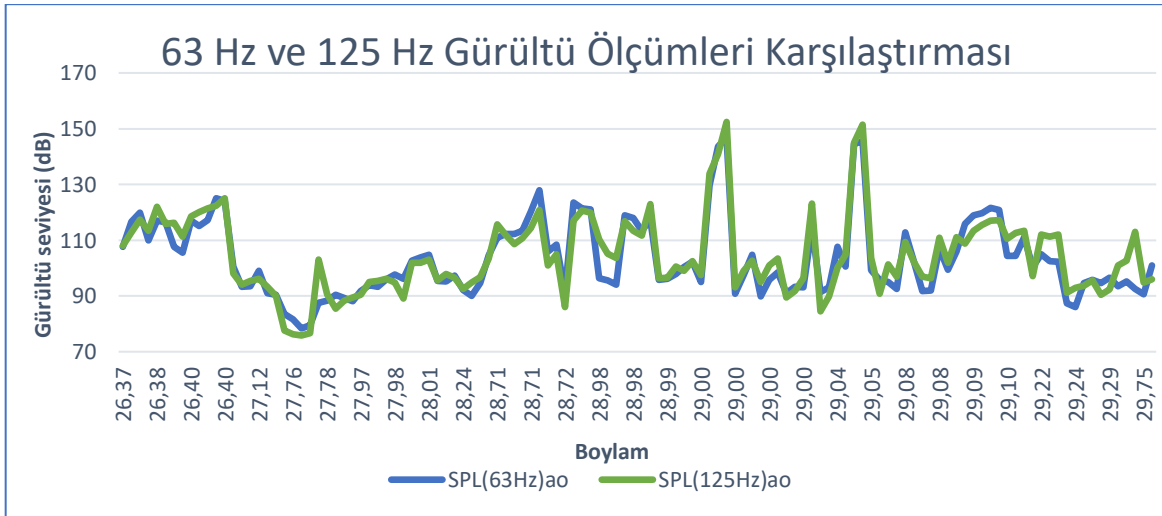
Logaritmik artış için en uygun hesap $10 \cdot \log(\text{gemi sayısı ortalaması})$ olarak kullanılmıştır.

Bu hesaplama metodu ile yaklaşık olarak her gemi adedine ait aylık ortalama dB seviyesi hesaplanmıştır.

$TL=20*\log(\text{mesafe})$ formülünden yayılım kaybının ses kaynağından ne kadar uzaklaşıldığında kaç dB azalacağı hesaplanabilmektedir. Buradaki hesaplamalar yüzeydeki akustik ölçümler için yapılmıştır. Akustik şiddetin 78 dB olarak belirlediğimiz referans düzeyine ineceği mesafe için her noktada gürültü değerleri en düşük seviye olan 78 dB'den çıkarılarak yayılım kaybına esas olan dB farkı bulunmuş ve buradan da mesafe hesap edilebilmiştir.

Nihai harita gösterimi olarak her ses kaynağından hesap edilen etki alanı da kadar bir kaynak için QGIS CBS yazılımı ile o mesafe yarıçapında bir etki dairesi çizilmiş ve her etki dairesine karşılık dB değerleri en düşüğü mavi en yükseği kırmızı olarak belirlenen bir lejant (turbo) ile etki daireleri renklendirilmiştir. Kesişen dairelerde en yüksek değere sahip dairenin üstte kalması sağlanarak gerçek duruma yakın bir nihai gösterim sağlanmıştır.

63 Hz ve 125 Hz Gürültü ölçümleri incelendiğinde yapılan 122 ölçümde aritmetik ortalamaların çok yakın olduğu ve değişkenliklerin noktasal kaynaklara bağlı olduğu Şekil 53'de görülmüştür. Kimi noktalarda 63 Hz. değeri yüksek iken diğer noktalarda 125 Hz değeri yüksek ölçülmüştür. Gemi trafiğine karşılık gürültü seviyesini gösteren nihai bir harita çizilmesi için iki veri seti arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Bu sebeple her iki bant için ortak bir harita sunulmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.



Şekil 53. 63 Hz ve 125 Hz Gürültü Ölçümleri Karşılaştırması

Belirgin olan değişkenlik ise aylık ortalamalarda gözlenen bölgesel değişikliklerdir Buna örnek olarak yaz aylarında yapılan ilave feribot ve yolcu vapuru seferleri ve balıkçılık faaliyetlerindeki dönemsellik gösterilebilir.

Gemi yoğunluklarının trafik hattında belirgin bir iz oluşturduğu görülmekle beraber kıyılarda, liman bölgelerinde ve demirleme yerleri çevresinde, boğazlarda ve giriş/çıkış bölgelerinde en yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir.

İstanbul Boğazı, İzmit Körfezi Limanları, Bandırma, Ambarlı, Çanakkale Boğazı gürültü seviyesinin en yüksek olduğu bölgelerdir. Marmara Ereğlisi ve Silivri gibi diğer limanlar bunları takip etmektedir. İstanbul Boğazı-Çanakkale Boğazı arasındaki trafik hattının feribot hatlarına göre daha baskın olduğu görülmektedir.

Gürültünün en düşük olduğu yerler Kapıdağı yarımadası çevresinde trafik hattı ve aktif limanlardan uzak olan Erdek ve İmralı adası batısı bölgeler olarak görülmektedir. İmralı adasının özel statüsü sebebiyle çevresinde gemi trafiğinin çok düşük olduğu ancak Mudanya ile arasında işleyen bir hattın olduğu görülmektedir. İmralı adasının batısında yapılacak bir ölçümün Marmara Denizi'nde en düşük gürültü seviyesini verebileceği değerlendirilebilir.

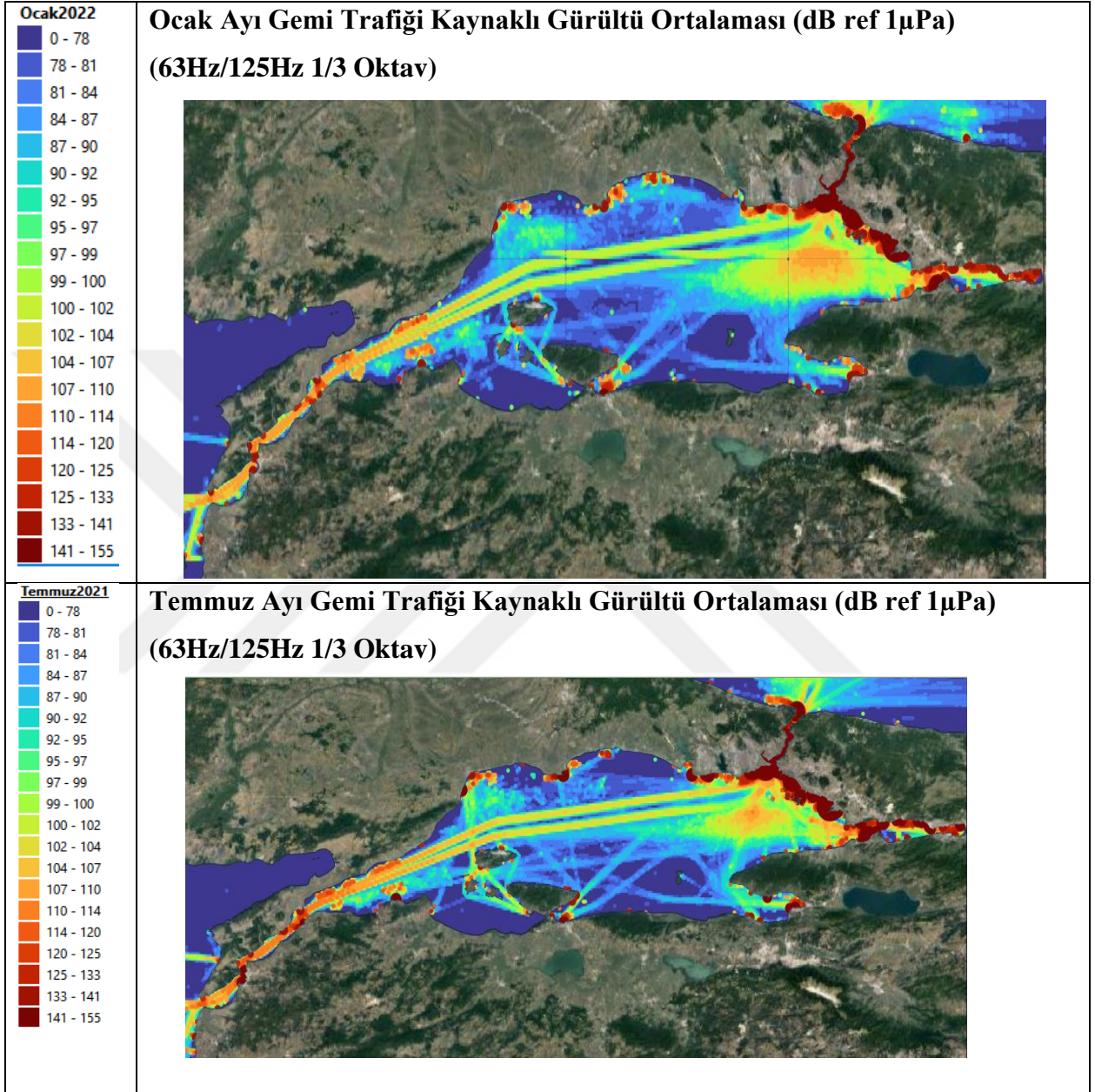
Türk Boğazları Trafik Sisteminde her 10 dakikada 1 geminin yaklaşık 10 knot süratle geçmesi bu hat üzerindeki gemi gürültüsünün her zaman etkisinin devam etmesine neden olmaktadır.

Limanlar ise daha önce tabloda belirtildiği üzere faaliyet yoğunlukları değişkenlik göstermektedir. Ancak aktif bir gemi hareketi olduğunda duyulan gürültü seviyesi gemilerin tonajı ve sürati ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Trafik hattı kadar kararlı bir gürültü seviyesi limanlar çevresinde olmasa da potansiyel olarak sık sık bu gürültüye maruz kalan yerlerdir. Kocaeli ve Ambarlı Liman Başkanlıkları hem limanlarında işlem gören gemi sayısı ve hem de elleçlenen yük miktarı açısından “çok yüksek” kategorisinde değerlendirilen Liman Başkanlıklarıdır. Kocaeli bölgesinin bu yoğunluğu İzmit Körfezi'ndeki trafik hattında da doğal ortam gürültüsünün çok üzerinde değerler ölçülmesine sebep olarak tespit edilmiştir.

Balıkçı Barınakları ve Yat Limanlarının gürültü seviyelerinin büyük limanlara göre daha düşük olduğu kaydedilmiştir. Yine birçok müstakil iskele sadece anlık sayılabilecek düşük yoğunlukta gemi trafiği oluşturmaktadır.

Trafik hattına ilave olarak feribot hatları da bilinmektedir. Ancak feribot seferleri işleten kurum web sayfalarında yayınlanmakta olup günde 5-10 seferi geçmemektedir. Dolayısıyla bu hatlarda da bu geçişler esnasında gürültü seviyesi ortam gürültüsünün çok üzerine çıkmaktadır. Ancak 24 saat üzerinden düşünüldüğünde bu etki en fazla 2 saat sürmektedir. Bu hatlarda sefer süresi boyunca yüksek ses basıncında gürültünün olduğu düşünülürse yıllık ortalama gürültüyü artıracığı aşikârdır. Feribot hatlarının gürültünün en düşük olduğu bölgelerde de bulunması özellikle bu bölgelerde uzun dönemli gürültü ölçümlerinin yapılmasını da gerektirmektedir.

Marmara Denizi ortam gürültüsü haritasından elde edilen bu sonuçlar ileri araştırmalar ve karar vericiler için bazı önemli bilgileri sağlamıştır. İnsan kaynaklı etkiler ile bu gürültü seviyesi ortalama olarak 152 dB anlık olarak 170 dB seviyelerine kadar yükselmekte ve bu durumdaki bölgelerde gürültüden etkilenen deniz canlılarına olumsuz baskı bölgeleri olarak yansımaktadır. Erdek bölgesinde en düşük gürültü seviyeleri ölçülmüş ve 1/3 oktav bandında 63 Hz için ortalama 78 dB olan gürültü değeri anlık olarak en düşük 59 dB olarak ölçülmüştür. Bu değer gürültünün Marmara Denizi'nde insan kaynaklı etkilerden etkilenmediği ya da en az etkilendiği değer olarak Wenz (1962) grafiği ile karşılaştırıldığında aynı frekans bandında okyanusta 40 dB ortam gürültüsü görülürken ölçümlerimizdeki 19 dB farkın ölçüm süresinin kısalığı ve Marmara Denizi'nin okyanusa göre her zaman daha gürültülü bir iç deniz olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca okyanuslarda da 1962'den bu yana son 60 yılda gürültü seviyelerinin her 10 yılda 3 dB arttığına yönelik çalışmalar da bu sonuçla örtüşmektedir. (OSPAR, 2009).



Şekil 54. Türk Boğazlar Sistemi Ocak/Temmuz ayları gemi trafiği kaynaklı 1/3 oktav bandı 63/125 Hz Gürültü Haritaları

Türk Boğazlar Sisteminde gemi trafiği kaynaklı gürültüler yerinde ölçüm sonuçlarına dayalı olarak modellenmiş ve bunun sonrasında Ocak ve Temmuz ayları için hesaplanan gürültü değerlerine göre tüm bölgeyi kapsayan gürültü haritaları Şekil 54'te sunulmuştur.

Ocak ve Temmuz ayı grafiklerinde belirgin olarak kabotaj hatlarında gerekleŒen yaz tarifesindeki ilave feribot seferlerindeki yoğunluğa iliŒkin hatlar görülmektedir. Bunun haricinde genel kargo taŒınması vb. diğer gemi kaynaklı gürültüde belirgin bir deęiŒiklik gzlenmemiŒtir.

Kırmızı bölgeler tedbir alınması gereken bölgelerin baŒında gelmektedir. Mavi renkli bölgeler ise gürültü etkisinin daha az hissedildiği ve en nihayetinde lacivert renk ile insan kaynaklı gürültü etkisinin en aza indirildiği bölgeler görülmektedir. Bu bölgelerde alıŒan feribotlardan yayılan gürültünün de ayrıca araŒtırılması gerekmektedir.

Gürültü skalasının logaritmik olduğu ve her 3 dB artıŒta gürültü yayılımının 2 kat arttığı değerlendirildiğinde $152-78=74$ dB lik bir deęiŒkenlięin sualtında canlıları ciddi derecede etkileyebilecek bir deęiŒkenlik olduğu aıka görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Türk Boğazlar Siteminde 51 noktada yapılan 122 ölçümde 63/125 Hz 1/3 oktav bandında ortalama 78 dB ile 152 dB aralığında sualtı gürültüsü tespit edilmiştir. Anlık olarak ise 59 dB ile 170 dB arasında değerler ölçülmüştür. Gürültü ortalamalarında 74 dB değerinde bölgesel değişkenlik tespit edilmiştir.

63/125 Hz gürültülerin aritmetik ortalamaların çok yakın olduğu görülmüştür.

Gemi yoğunluklarının trafik hattında belirgin bir iz oluşturduğu görülmekle beraber kıyılarda, liman bölgelerinde ve demirleme yerleri çevresinde, boğazlarda ve giriş/çıkış bölgelerinde en yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir.

İstanbul Boğazı, İzmit Körfezi Limanları, Bandırma, Ambarlı, Çanakkale Boğazı gürültü seviyesinin en yüksek olduğu bölgeler olup Marmara Ereğlisi ve Silivri gibi diğer limanlar bunları takip etmektedir.

Gürültünün en düşük olduğu yerler Erdek ile İmralı adası batısı bölgeler olarak görülmektedir.

Yaz aylarında yapılan ilave feribot seferleri ve kış aylarındaki balıkçılık faaliyetleri dönemsel değişkenliklere örnek gösterilebilir.

Sessiz bölgelerin korunması, gürültülü bölgelerde ise sürekli izleme ile idari tedbirlere dayanan bir yönetim modeli oluşturulması halinde insan kaynaklı ortam gürültüsünün deniz canlılarına etkisinin izlenmesi ve önlenmesi konusunda Avrupa Birliği standartlarında çevreye duyarlı ve yaşadığımız doğaya daha uyumlu hale gelebiliriz.

Bir veri tabanındaki hazır veriler ile değil yerinde ölçümler yapılarak bu alandaki veri eksikliği azaltılmış, ölçümler ve analizlerin tek elden yapılması ile ölçüme etken değişkenler iyi bir şekilde gözlemlenebilmiştir.

Türk Boğazlar sistemindeki gemi trafiği etkisi başta olmak üzere insan kaynaklı gürültünün değer aralıkları ve bölgesel farklılıkları tespit edilmiş, oluşturulan model ile gemi yoğunluğuna bağlı olarak hesabi tahminler yapılabilmesi sağlanmıştır.

Bu tez çalışmasında toplanan veriler, yapılan analizler ve üretilen haritaların gelecekte yapılacak ölçüm ve analizlerde referans olarak kullanılacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- ACCOBAMS-MOP6/2016/Doc28Rev1 report, (2016) "Overview of the noise hot spots in the ACCOBAMS area –Part 1, Mediterranean Sea", Erişim adresi: http://www.accobams.org/new_accobams/wp-content/uploads/2017/05/MOP6.Doc28.pdf
- Akamatsu T., A. Dede, S. Kameyama, M.A. Tonay, and A. Amaha Öztürk. (2013). Passive acoustic monitoring of multiple cetacean species in the Istanbul strait. The Seventh Annual Meeting of Asian Fisheries Acoustics Society, Session IV, 09:55 November 6, AFAS2013 Tokyo Japan.
- Besiktepe, Ş.T., Sur H.İ., Özsoy E., Latif M.A., Oğuz E., Ünlüata U. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. Progress in Oceanography, I, 285-334.
- Coates, R. (2002). The Advanced SONAR Course, Seiche, ISBN 1-904055-01-X.
- Commission Decision 2010/477/EU of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters (notified under document C(2010) 5956) Text with EEA relevance , [http://data.europa.eu/eli/dec/2010/477\(2\)/oj](http://data.europa.eu/eli/dec/2010/477(2)/oj)
- Commission Directive (EU) 2017/845 of 17 May 2017 amending Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council as regards the indicative lists of elements to be taken into account for the preparation of marine strategies <http://data.europa.eu/eli/dir/2017/845/oj>
- Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU <http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj>
- Dahl, P.H., J.H. Miller, D.H. Cato, and R.K. Andrew. (2007). Underwater ambient noise, Acoustics Today, 3: 23–33.
- Diebold, John, https://pages.uoregon.edu/drt/MGL0910_Science_Report/pages/_54.html
- Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive),(2018), Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&from=EN>
- EMODnet Bathymetry portal - <http://www.emodnet-bathymetry.eu>
- Erbe, Christine, Underwater Acoustics: Noise and the Effects on Marine Mammals, Pocket Handbok Third Edition, JASCO Applied Sciences 2011 <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&from=EN>
- Gazioğlu and Okutan, (2016). Underwater Noise Pollution at the Strait of Istanbul (Bosphorus), International Journal of Environment and Geoinformatics, December 2016 , vol 3: Issue:3, pp.26-39
- Global Marine Traffic Web Sayfası <https://globalmaritimetraffic.org/gmtds.html?>
- Güler, I. (2006). Measurement and evaluation of the hydrodynamics and secondary currents in and near a strait connecting large water bodies—A field study. Ocean Engineering 33, 1718-1748.

- Kameyama S., A. Amaha Öztürk, T. Akamatsu, A. Dede, and N. Arai. (2015). Fine scale habitat sharing between harbor porpoises and delphinids in the Istanbul Strait, 29th Annual Conf. European Cetacean Society, St Julian's Bay, Malta, 23-25 March 2015, vol. 29, pp.110-110.
- Maglio, A. (et. al), ACCOBAMS-MOP6/2016/Doc28Rev1 report, 13/10/2016 "Overview of the noise hot spots in the ACCOBAMS area –Part 1, Mediterranean Sea"
http://www.accobams.org/new_accobams/wp-content/uploads/2017/05/MOP6.Doc28.pdf
- Marine Vessel Traffic Web Sayfası <https://www.marinevesseltraffic.com>
- Mutlu E. (2005). A comparison of the contribution of zooplankton and Nekton Taxa to the near-surface acoustic structure of three Turkish Seas. Marine Ecology-An Evolutionary Perspective, vol.26, pp.17-32, 2005.
- National Research Council (NRC). (2003). Ocean Noise and Marine Mammals (National Academies Press.
- Sertlek, H.Ö., Slabbekoorn, H., ten Cate, C., Ainslie, M.A. (2019). Source specific sound mapping: spatial, temporal and spectral distribution of sound in the Dutch North Sea. Environment Pollution 247, 1143–1157
- Sertlek, Hüseyin Ö. (2021). Hindcasting Soundscapes before and during the COVID-19 Pandemic in Selected Areas of Northern Sea and the Adriatic Sea. Journal of Marine Science and Engineering, 9 no 7:702.
- SonarTech Firma Web Sitesi hidrofona özellikleri, Erişim adresi:
<http://sonartech.net/product-detail.php?prd=hknDe86VW7hqv3lwVK-5JlhWc-z3BjG9xSIo6DJKIOk>
- Tombul, S., Elge M., Tükenmez E., Osanmaz İ. (2018), Marmara Denizi ve Türk Boğazları Sistemine Etki Eden İnsan Kaynaklı Sualtı Gürültülerinin İncelenmesi ve Haritalandırılması, II. Deniz Bilimleri Konferansı, Dokuz Eylül Üniversitesi Bildiri
- Tombul, S., Altıok, H. Soran, M. B., Marmara Denizi'nde Sualtı Gürültü Ölçümleri ve Değerlendirilmesi, II. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 11-13 Aralık (2019), Ankara.
- UDHB. (2022). Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Resmi Sitesi, Erişim adresi:
<https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/turk-bogazlari-gemi-gecis-istatistikleri>
- Ülüş, U. (2009). Analysis and Modeling of Underwater Ambient Noise of Istanbul Strait (Istanbul Boğazı Sualtı Ortam Gürültüsünün İncelenmesi ve Modellenmesi), Thesis, Istanbul Technical University (In Turkish).
- Van der Graaf A.J., M.A. Ainslie, M. André, K. Brensing, J. Dalen, R.P.A. Dekeling, S. Robinson, M.L. Tasker, F. Thomsen, and S. Werner. (2012). European Marine Strategy Framework Directive -Good Environmental Status (MSFD GES): Report of the Technical Subgroup on Underwater noise and other forms of energy.
https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/MSFD_reportTSG_Noise.pdf
- Walkinshaw, H.M. (2005). Measurements of Ambient noise spectra in South Norwegian Sea. IEEE Journal of Ocean Engineering, 30(2): 262–266.
- Wenz G.M. (1962). Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. Journal of the Acoustic Society of America 34: 1936-1955.

ÖZGEÇMİŞ

Lise : (1994-1997), Gölcük Anadolu Lisesi

Lisans : (1997- 2001), Deniz Harp Okulu

Yüksek Lisans : (2004-2007), Naval Post Graduate School, USA (ABD Deniz Yüksek Lisans Okulu)

Çalıştığı Kurumlar : (2001- devam ediyor), Deniz Kuvvetleri Komutanlığı





T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI :SERDAR TOMBUL
ÖĞRENCİ NO :3002130001
ÖĞRETİM YILI :2021-2022
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI :FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ
PROGRAM TÜRÜ : YÜKSEK LİSANS DOKTORA
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI :DOÇ.DR. HÜSNE ALTIOK
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI :
TEZ BAŞLIĞI : TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE
ETKİ EDEN SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN
İNCELENMESİ

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam 94 sayfalık kısmına ilişkin, 27/07/2022 tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 2 'dir.*

Tezimin benzerlik oranı, 06/122017 tarih ve 20 sayılı Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

SERDAR TOMBUL

Tarih: 26/08/2022

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANISMAN ONAYI
UYGUNDUR / UYGUN DEĞİLDİR

Doç.Dr. Hüsne ALTIOK

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE ETKİ EDEN SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN İNCELENMESİ

Yazar Serdar Tombul

Gönderim Tarihi: 27-Tem-2022 11:35AM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1875765140

Dosya adı: O_AZLAR_S_STEM_NE_ETK_EDEN_SUALTI_G_R_LT_LER_N_N_NCELENMES.docx (14.79M)

Kelime sayısı: 12961

Karakter sayısı: 78425

TÜRK BOĞAZLAR SİSTEMİNE ETKİ EDEN SUALTI GÜRÜLTÜLERİNİN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%**2**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**2**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

3udbk.deu.edu.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

2

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

3

tudav.org

İnternet Kaynağı

<%**1**

4

acikerisim.istanbul.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

nek.istanbul.edu.tr:4444

İnternet Kaynağı

<%**1**

6

Submitted to University of Oxford

Öğrenci Ödevi

<%**1**

7

marmara.gov.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

8

Submitted to Karadeniz Teknik University

Öğrenci Ödevi

<%**1**

9

www.slideshare.net

İnternet Kaynağı

<%**1**

10

docplayer.biz.tr
İnternet Kaynağı

<% 1

11

www.tandfonline.com
İnternet Kaynağı

<% 1

12

biasproject.files.wordpress.com
İnternet Kaynağı

<% 1

Alıntılarını çıkart

üzerinde

Eşleşmeleri çıkar

< 5 words

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde

