



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Yüksek Lisans Tezi

**İSTANBUL BOĞAZI'NDA AFALİNALARIN (*Tursiops truncatus*)
PASİF AKUSTİK İZLEME SİSTEMİ GECE VERİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Beril GÜL

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Deniz Biyolojisi Programı

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Mehmet Arda TONAY**

Haziran, 2021

İSTANBUL

Bu çalışma, 23.06.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, Deniz Biyolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. M. Arda TONAY (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi

Prof. Dr. Tayfun AKGÜL
İstanbul Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Fakültesi

Doç. Dr. Ayhan DEDE
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca yanımda olan, bilgi ve tecrübelerini her zaman benimle paylaşan, başta değerli danışman hocam Doç. Dr. M. Arda TONAY'a ve aynı süreçte, her zaman beni destekleyen Doç. Dr. Ayhan DEDE hocama, hayatımın bu önemli bölümünde bana yol gösterici oldukları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kıymetli hocalarım Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'e ve Dr. Ayaka AMAHA ÖZTÜRK'e, öğrenim hayatımda her zaman daha iyiye ulaşabilmem için bana sundukları destek ve gösterdikleri özverilerden dolayı en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Hayatımın kahramanı başta annem Seval GÜL ve babam Nurettin GÜL'e bana inançlarını hiçbir zaman yitirmedikleri ve hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak hayata karşı dik durmamı sağladıkları, her şeyden önemlisi iyi bir insan olmayı yaşam öğretilerinde üst sıraya koydukları için çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca zorlu süreçlerimde yanımda olmayı ihmal etmeyen ve isimleri buraya sığmayacak kadar çok olan, değerli arkadaşlarıma ve ailemin diğer üyelerine tüm desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Haziran 2021

Beril GÜL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
KISALTMA LİSTESİ.....	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	8
2.1. AFALİNA <i>TURSİOPS TRUNCATUS</i> (MONTAGU,1821)	8
2.1.1. Taksonomisi ve Dağılımı	8
2.1.2. Morfolojisi	10
2.1.3. Ekolojisi.....	10
2.1.4. Davranış ve Yaşamları.....	11
2.2. AFALİNA VOKALİZASYONU VE AKUSTİK İZLEMELER.....	11
2.2.1. Işıklar	12
2.2.2. Bireye özgü ışıklar.....	12
2.2.3. Gemi ve ortam gürültüsünün afalina vokalizasyonuna etkisi.....	14
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	16
3.1. ÇALIŞMA BÖLGESİ	16
3.2. AKUSTİK VERİ KAYDI	17
3.2.1. Kullanılan çeşitleri ve kontur ölçüm parametleri	19
3.3. ÇEVRESEL PARAMETRELER	21
4. BULGULAR.....	22
4.1. İNCELENEN ISLIKLARIN ANALİZLERİ	22
4.1.2. Işıkların Süre ve Frekans Analizleri	26
4.1. ÇALIŞMADA TESPİT EDİLEN ISLIK KONTUR ÖRNEKLERİ	32
4.2. BİREYE ÖZGÜ ISLIKLARIN ANALİZLERİ	35
4.2.1. Tespit edilen bireye özgü olma ihtimali olan ıslık kontur örnekleri	40
4.3. BÖLGEDEKİ SUALTI GÜRÜLTÜSÜ	44

4.4. ÇEVRESEL PARAMETRELER (DENİZ VE HAVA KOŞULLARI).....	50
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
5.1. ISLIKLAR.....	52
5.1.1. Bireye Özgü Islıklar.....	53
5.2. ÇEVRESEL PARAMETRELER	54
5.2.1. Çalışma alanındaki balık durumu ile afalina varlığının ilişkisi.....	54
5.2.2. Sualtı Gürültüsü ve Olası Gemi Geçişleri	57
5.2.3. Deniz ve Hava koşulları	58
5.3. SONUÇ	59
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: -Au ve Moore (1990 ♦) ve Johnson (1968 ■) çalışmalarından alınan afalina işitme frekans aralıkları (CR-dB) odiogramı. - Beluga için Johnson ve diğ. (1989) tarafından belirlenen eğilim çizgisi. – Houtsma (2005 •), insanlar için CR verileri. Kalın çizgi, JunoBioacoustics tarafından önerilen afalina CR'leri için kılavuzdur (Verboom, 2017'den değiştirilmiştir).....	4
Şekil 2: Afalinanın baş bölümünün ses ile ilişkili kısımları. BH (hava deliği-blowhole); DB (dorsal bursa); MLDB (monkey-lips); N (burun deliği-bony nares); PS (premaksiller kese- premaxillary sac); VS (vestibüler kese- vestibular sac) (Cranford ve diğ. 1996; Morisaka, 2007).....	5
Şekil 3: Afalinanın dünya denizlerinde dağılımı (Jefferson ve diğ. 2011'den değiştirilmiştir.).....	9
Şekil 4: <i>Tursiops truncatus</i> , Afalina (Jefferson, 2011).....	10
Şekil 5: (A) İstanbul Boğazı ve çalışma alanının konumu ve (B) Kayıt cihazının (AUSOMS mini) İstanbul Boğazı'ndaki yeri (QGIS 3.18).	17
Şekil 6: Kayıt cihazının (AUSOMS mini) Fil Burnu dalyanlarına olan yaklaşık konumu (QGIS 3.18).	17
Şekil 7: AUSOMS mini (Aqua Sound Inc., Japonya).....	18
Şekil 8: Çalışmada kullanılan ıslık frekans kontur tipleri (Au and Hastings, 2008).	20
Şekil 9: Islık konturlarının ölçüm parametreleri (Au and Hastings, 2008' den değiştirilmiştir).	20
Şekil 10: Toplam ıslık konturlarının kategorilerine göre yüzdeleri.	22
Şekil 11: Toplam 2920 ıslığın, 10 dakikalık zaman aralıklarındaki dağılımı.	24
Şekil 12: Sayısal olarak en fazla görülen ilk 3 ıslığın (çıkıcı, inici, sabit) her 10 dakikalık zaman dilimdeki dağılımı.	24
Şekil 13: Toplam ıslık sayılarının günlük dağılımı.....	25
Şekil 14: Çıkıcı, inici ve sabit frekanslı ıslık tiplerinin günlük dağılımları.	25
Şekil 15: Kaydedilen ıslıklar arasında en yüksek sayıya sahip üç kontur tipi (çıkıcı, inici, sabit) haricindeki kontur tiplerinin günlük dağılımları.	26
Şekil 16: Islıkların sürelerine göre dağılımı.....	27

Şekil 17: Işık sürelerinin kategorilerine göre ortalama süre dağılımları.....	27
Şekil 18: Tespit edilen toplam ışıkların tepe frekanslarının frekans bandındaki sayısal dağılımları.....	28
Şekil 19: Tespit edilen toplam ışıkların taban frekanslarının frekans bandındaki sayısal dağılımları.....	28
Şekil 20: Işıkların ortalama tepe ve taban frekans değerlerinin kategorilerine göre dağılımları.....	29
Şekil 21: Toplam bireye özgü ışık sayılarının günlük dağılımı.	36
Şekil 22: Bireye özgü ışıkların, gün ve ışık tiplerine göre dağılımı.	36
Şekil 23: Bireye özgü olarak kod oluşturulmuş ışıkların kayıt günlerine göre dağılım kıyaslanması	39
Şekil 24: İstanbul Boğazı'ndaki gemi geçiş yolları ve çalışma alanı (Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği, 2019).....	45
Şekil 25: Gemi gürültüsü altında üretilen ışık frekans konturlarının günlere göre dağılımı.....	46
Şekil 26: Gemi gürültüsü altında üretilen ışık frekans konturlarının kategorilerine göre yüzdeleri.	47
Şekil 27: Gürültülü ve gürültüsüz ortamda üretilen ışık frekans kontur tiplerinin, sayısal dağılım kıyaslaması.....	48
Şekil 28: Çıkıcı ve İnci frekans kontur tipindeki ışıkların ışık sürelerinin, gürültü varlığındaki ve yokluğundaki karşılaştırması.....	49
Şekil 29: Bölgenin, kayıt tarihlerindeki yüzey suyu sıcaklığı (CDS Data, 2021).....	50
Şekil 30: Bölgenin, kayıt tarihlerindeki rüzgâr hızı (NCEI, 2021).	50
Şekil 31: Bölgenin, kayıt tarihlerindeki deniz yüzeyine indirgenmiş hava basıncı (NCEI, 2021).....	51
Şekil 32: Dalyanda avlanan toplam balık miktarının tarihlere göre dağılımı (Ercan, 2018).....	55
Şekil 33: Fil Burnu dalyanında avlanan balık miktarı ve türlerinin günlere göre dağılımı (Ercan, 2018).	56

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1: ıslık seslerinin niceliksel analiz sonucu, kontur tiplerine göre günlük dağılımı.	23
Tablo 2: Kontur tiplerine göre, ıslıkların, taban frekans, tepe frekans, frekans bant aralığı ve ıslık süreleri ortalamaları.	31
Tablo 3: Çalışmada tespit edilen ıslık frekans konturları.	32
Tablo 4: Bireye özgü ıslıkların, gün ve kontur tiplerine göre dağılımı.	35
Tablo 5: Bireye özgü ıslık olarak kod oluşturulmuş her bir ıslığın, kayıt tarihlerine göre tekrarlanma adedi.	38
Tablo 6: Çalışmada tespit edilen bazı bireye özgü olma ihtimali olan ıslık konturlarının spektrogram görüntüleri	40
Tablo 7: Gemi gürültüsü altında üretilen ıslık konturlarının kategorilerine göre dağılım sayıları.	46
Tablo 8: ıslık frekans konturlarının gürültü varlığında ve yokluğundaki dağılımı.	47
Tablo 9: Çıkıcı ve inici frekans kontur tiplerinin, kayıt gürültü varlığında ve yokluğundaki sayısal dağılımının kayıt tarihlerine göre ayrımı.	48
Tablo 10: Tüm ıslık sürelerinin (milisaniye), gürültü varlığında ve yokluğundaki karşılaştırması.	49
Tablo 11: Çıkıcı ve İnici frekans kontur tipindeki ıslıkların ıslık sürelerinin, gürültü varlığında ve yokluğundaki karşılaştırması.	49

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
TBS	: Türk Boğazlar Sistemi
kHz	: Kilohertz
Hz	: Hertz
dB	: Desibel
ms	: Milisaniye
km	: Kilometre
cm	: Santimetre
örn.	: Örneğin
dk	: Dakika

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL BOĞAZI'NDA AFALINALARIN (*Tursiops truncatus*) PASİF AKUSTİK İZLEME SİSTEMİ GECE VERİLERİNİN İNCELENMESİ

Beril GÜL

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. M. Arda TONAY

Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nın oluşturduğu Türk Boğazlar Sistemi (TBS), Karadeniz ile Akdeniz'i birbirine bağlar. Bu sistem, iki deniz arasında göç eden canlılar için biyolojik bir koridor görevi görür. TBS'de ve İstanbul Boğazı'nda; mutur *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758), tırtak *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758 ve afalina *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) olmak üzere üç farklı yunus türü gözlenmektedir. Bu çalışmada, İstanbul Boğazı'nın Kuzeyinde yer alan Fil Burnu Koyu'nda gerçekleştirilen 21 günlük akustik gece kayıtları, kulaklıkla dinleme ve spektrogramda dinlenen sesin frekans konturlarının izlenmesi yoluyla incelenmiştir. Bölgedeki afalinalara ait toplam 7428 ıslık belirlenerek bunların 2920'si, spektrogramda görünen frekans konturuna göre işaretlenmiş ve incelenmiştir. Bu veriler daha önce aynı bölgede çalışılmış olan gündüz verileri ve çevresel parametreler ile kıyaslanarak gece aktiviteleri hakkında fikir sahibi olmaya çalışılmıştır. Yapılan analizlerle birlikte, bölgede yerel bir popülasyon olabileceği, bu bölgeyi, beslenme, sosyalleşme gibi aktiviteler için seçtikleri söylenebilir. Ayrıca, bu bölge, anne ve yavru yunuslar için sosyalleşme bölgesi olarak da düşünülebilir. İleri sonuçlara varabilmek için bölgede daha fazla çalışma

yapılmasına ihtiyaç vardır. Türkiye'de deniz memelileri akustiği ile ilgili az sayıda çalışma olmasından dolayı yeni yapılacak alışmalar Türkiye denizlerindeki setase ses repertuarlarının belirlenmesi için katkı sağlayacaktır.

Haziran 2021, 83 sayfa.

Anahtar kelimeler: setase, cetacea, afalina, ıslık, pasif akustik izleme, İstanbul Boğazı



SUMMARY

M.Sc. THESIS

AN ANALYSIS OF NIGHTTIME PASSIVE ACOUSTIC MONITORING SYSTEM DATA OF BOTTLENOSE DOLPHINS (*Tursiops truncatus*) IN THE ISTANBUL STRAIT

Beril GÜL

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Marine and Freshwater Resources Management

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. M. Arda TONAY

The Turkish Straits System (TSS) connects the Black Sea and the Aegean Sea, formed by the Çanakkale Strait (Dardanelles), the Sea of Marmara, and the Istanbul Strait (Bosphorus). This system is fundamental in terms of biodiversity, serving as a biological corridor for those migrating between the two seas. Three cetacean species are observed in the TSS, namely *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758), *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758, and *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In the present study, acoustic data were collected with hydrophones for 21 nights in Fil Burnu Bay, which is located in the north of the Istanbul Strait and the frequency contours of the sound in the spectrogram were analyzed. A total of 7428 whistles of the bottlenose dolphins in the region were recorded and 2920 of them were examined based on the whistle contour in the audiogram. By comparing these data with the daytime data and environmental parameters previously studied in the same area, it was aimed to understand cetacean presence and activities at night. As a result of the analyzes, it can be said that there may be a local population in the region and they chose this region for activities such as feeding

and socializing. Also, this area can be considered as a travel destination for mother and calf. More studies are needed in the region to get clear conclusions. Considering there are only few studies have been done on cetacean acoustics in Turkey, each new study will contribute to the determination of cetacean sound repertoires in Turkish waters.

June 2021, 83 pages.

Keywords: cetacea, bottlenose dolphin, whistle, passive acoustic monitoring, Istanbul Strait



1. GİRİŞ

Türkiye üç tarafı dört denizle çevrili (Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz) bir yarımada ülkesidir. Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nın oluşturduğu Türk Boğazlar Sistemi (TBS), Karadeniz ve Ege Denizi'ni ve dolayısıyla Akdeniz'i birbirine bağlayan sistemdir. Denizel canlılar için bir biyolojik koridor ve adaptasyon bölgesi olan bu sistem, bazı deniz canlıları için ise doğal bir bariyer görevi görür (Öztürk ve Öztürk, 1996). TBS, bahar aylarında, Ege Denizi'nden Karadeniz'e veya tersi istikamette üreme amacıyla göç eden pelajik balıklar için göç yolu vasfındadır (Kocataş ve diğ. 1993; Öztürk, 1995). Palamut, hamsi gibi bazı deniz canlılarının zaman içerisinde genetik farklılıklarından kaynaklanan alt popülasyonlarının oluştuğu ve TBS sayesinde bu genetik farklılıklara sahip türlerin birbirinden ayrıldığı bildirilmiştir (Kalkan ve diğ. 2016) Tüm bu özellikler ışığında, TBS'nin biyoçeşitlik açısından dikkate değer bir öneme sahip olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır (Kocataş ve diğ. 1993; Öztürk, 1995; Öztürk ve Öztürk, 1996).

Setase (Cetacea) takımı (balina ve yunuslar), dişsizler (Mysticeti) ve dişliler (Odontoceti) olarak iki alt takımda incelenmektedir. Dünya deniz ve tatlısularında 90 setase türü yaşamaktadır (Committee on Taxonomy 2020). Akdeniz ve Karadeniz sularında, 14'ü yerleşik, 3'ü ziyaretçi, 8'i geçit, 2'si yabancı tür olmak üzere toplam 27 setase türü yaşamaktadır (Notarbartolo di Sciara ve Birkun 2010). Türkiye denizlerinde; afalina *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), mutur *Phocoena phocoena*, (Linnaeus, 1758), tırtak *Delphinus delphis*, Linnaeus, 1758 ve çizgili yunus *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) en yaygın küçük Setase türleridir (Öztürk ve diğ. 2016). Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN)'e göre; afalinanın Karadeniz alt popülasyonu, nesli tehlike altında (EN - endangered) (Birkun, 2012), Akdeniz popülasyonu hassas (VU-vulnerable) (Bearzi ve diğ. 2012); mutur, nesli tehlike altında (EN) (Birkun ve Frantzis, 2008), tırtağın Karadeniz popülasyonu hassas (VU) (Birkun, 2008), Akdeniz alt popülasyonu ise nesli tehlike altında (EN) (Bearzi 2003) kategorisindedir.

TBS'nin deniz memelileri ve özellikle setaseler için gerek yaşam alanı gerek göç güzergahı olarak önemli bir bölge olduğu bilinmektedir. Ayrıca, ACCOBAMS (The 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 Dair Anlaşma) TBS'nin deniz memelileri için oldukça önemli bir bölge olduğunu belirtmiştir (Notarbartolo di Sciara ve Birkun, 2010). TBS'de yıl boyunca gözlenebilen, Setase takımının Odontoceti alttakımına ait 3 farklı yunus türü vardır (Beaubrun, 1995; Öztürk ve Öztürk, 1997). Deveciyan (1926) tarafından bölgedeki varlıkları ilk kez rapor edilen bu türler; mutur, tırtak ve afalina'dır. Diğer bir küçük setase türü olan çizgili yunus türünün de Marmara Denizi'nde varlığı bilinmektedir (Tonay ve diğ. 2009; Altuğ ve diğ. 2011).

İstanbul Boğazı'nın en dar kısmı 700m en geniş kısmı 3500m (Ortalama 1600m), toplam uzunluğu ise 32km'dir. En derin yeri 112m olan bu su yolunun ortalama derinliği ise 35 m'dir. Sıcaklığı, 4°C ila 24 °C; tuzluluğu ise ‰10 ile ‰18 aralığındadır (Öztürk, 1995; Özsoy ve diğ. 2000). Karadeniz ve Ege Denizi sularının çift yönlü akıntı ile taşındığı bu su yolu iki denizi birbirine bağlar, böylelikle denizlerimiz arasında çevresel parametreler ile organizma transferi konusunda bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Bu çift katlı akıntı sisteminde alt katman olarak Akdeniz'den yaklaşık ‰38 tuzluluktaki sular önce Marmara Denizi'ne oradan da İstanbul Boğazı'nı geçerek Karadeniz'e dökülür. Ters istikametli olarak katmanın üst akıntısı ise, yaklaşık ‰18 tuzlulukta olan Karadeniz, İstanbul Boğazı'nı geçerek önce Marmara Denizi'ne ulaşır ve oradan da Akdeniz'e dökülür (Kocataş ve diğ. 1993). TBS'de Akdeniz ve Karadeniz kökenli türlerin oluşturduğu fauna bu çift yönlü akıntı sistemin bir parçasıdır ve bölgedeki besin zincirinin en üstünde yer alan setase türleri İstanbul Boğazı'nda varlıklarını sürdürmektedirler.

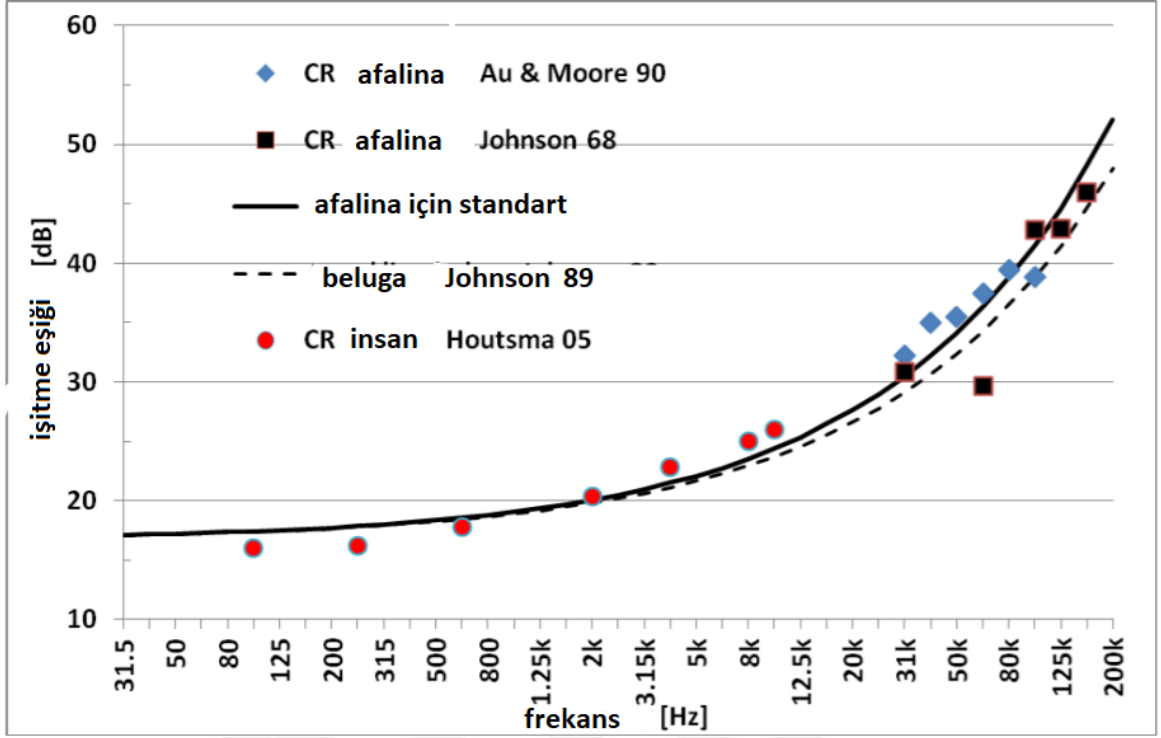
2006 yılında yapılan bir çalışmada, İstanbul Boğazı'nda 387 setase gözlemi kaydedilmiştir (Dede ve diğ. 2008). Bu gözlemlerin %39'unun afalina olduğunu belirtilmiştir. Öztürk ve diğ. (2009) tarafından 2007-2008 yılları arasında yapılan gözlem çalışmasında ise 139 setase kaydedilmiş, afalina gözlemi ise %52 olarak belirtilmiştir. Baş ve diğ. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise 2011-2016 yılları arasında foto kimlikleme çalışması yapılmış ve afalina için her 10km'de 4 grup (22 birey) olduğu tahmin edilmiştir. İstanbul Boğazı'nın diğer bölgelerine göre insan etkisinin daha az olduğu kuzeyinde daha fazla yunus gözlemi kaydedildiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Dede ve diğ. 2008; Öztürk ve diğ. 2009; Baş ve diğ. 2015).

İstanbul Boğazı'nda mutur, tırtak ve afalina tür gözlemlerinin ilkbahar ve sonbahar aylarında diğer aylara göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Öztürk ve Öztürk, 1997; Dede ve diğ. 2008). Bunu destekleyen diğer bir çalışmada ise İstanbul Boğazı'ndaki akustik aktivitenin Mart ve Nisan aylarında arttığı bildirilmiştir (Dede ve diğ. 2014). TBS lüfer, palamut gibi bazı pelajik

balıklar için göç yoludur ve bu balıklar, Nisan-Ağustos aylarında, Ege Denizi'nden Marmara Denizi'ne ve Marmara Denizi'nden de Karadeniz'e göç etmekte ve üreme sürecini tamamlayan bu balık sürüleri Ağustos-Ekim aylarında ise tersi istikamette göç etmektedirler (Öztürk ve Öztürk, 1996). Ayrıca, hamsi ve istavrit gibi pelajik balıkların da mevsimsel göçü TBS yoluyla Karadeniz ve Ege Deniz'i arasında olmaktadır (Kocataş ve diğ. 1993; Öztürk, 1995).

Yunus popülasyonunun herhangi bir bölgedeki varlığı, belli bir sistem içerisinde (line transect, vb.) anlık gözlemlere ve bu gözlemleri temel alarak bütünsel tahminler ile araştırılabilir; fakat yunusların kendi aralarında ses ile iletişim kuruyor olmaları, ses analizinin popülasyon varlığını anlamamıza önemli bir katkısının olabileceğini de gösterir (Herzing, 2000; Janik, 2009). Yunuslar için yapılan popülasyon araştırmaları, akustik çalışmalar ve gözlemlerle birlikte yapılabildiği gibi sadece akustik verilere dayanarak da yapılabilmektedir.

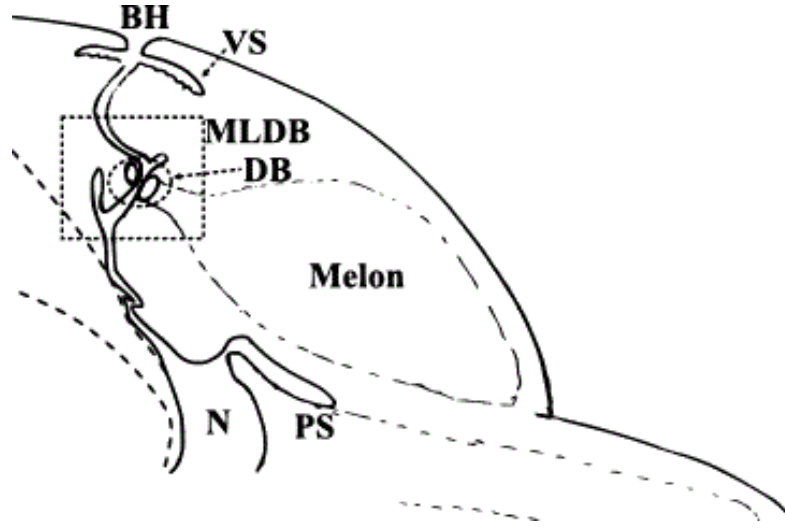
Deniz canlıları için görüşün yerini tutabilecek diğer unsur sestir. Dünyadaki sucul ortamın gerek derinlik gerek yatay eksenindeki alanı ve sesin sudaki iletim hızı göz önüne alındığında ses ile iletişim kurmanın son derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Au ve diğ. 2012). Setaseler için de bu durum aynıdır. Setaseler, birbirleriyle iletişim kurmak, kendilerini herhangi bir tehlikeden korumak, kendi popülasyonlarıyla birlikte hareket edebilmek ve avlarını bulmak için kendilerine özelleşmiş sesler kullanırlar. Bu sesler oldukça karmaşık ve anlaşılabilir; fakat genel olarak bilinen, kullandıkları sesler ile çevrelerini idrak ederler, kendi aralarında iletişim kurar ve yönlerini tahlil ederler (Richardson, 1995). Dişli balinalar, geniş frekans aralığını işitebilirler, optimum aralık 10-100 kHz olsa da bazen duyma kabiliyetleri 150 kHz'e ulaşabilmektedir (Au, 2000) (Şekil 1).



Şekil 1: -Au ve Moore (1990 ♦) ve Johnson (1968 ■) çalışmalarından alınan afalina işitme frekans aralıkları (CR-dB) odigramı). - Beluga için Johnson ve diğ. (1989) tarafından belirlenen eğilim çizgisi. - Houtsma (2005 •), insanlar için CR verileri. Kalın çizgi, JunoBioacoustics tarafından önerilen afalina CR'leri için kılavuzdur (Verboom, 2017'den değiştirilmiştir).

Odontoceti'ler, 3 farklı ses üretirler. Bu sesler; “Whistle” (ıslık) sesleri, “Click” (klik) sesleri ve “Burst-pulse” (seri atışlı sesler) sesleridir (Au, 2000). Islık sesleri frekans değişimli tonal seslerdir ve dar bant aralığına sahiptir, Klik sesleri ise geniş bant aralığına sahiptir ve ekolokasyon (ses yardımı ile yön bulma ve çevreyi algılama) amaçlı kullanılırlar. Seri atışlı sesler ise kliklerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. Ayrıca, bireyi kendi türleri arasında kimlikleyen ve parmak izi gibi her birey için farklı olan diğer bir ıslık türü de literatürde “Signature Whistle” (Bireye özgü ıslık) olarak adlandırılır (Sayigh ve diğ. 1999).

Dişli balinalar, gırtlak kısmında vokal kıvrımlara sahiptirler. Bu vokal kıvrımlar dişli balinalarda ses üretimi için kullanıldığı henüz kesin olmasa da (Reidenberg ve Laitman, 2007), kullandıkları klik ve ıslıklar baş kısımlarındaki nasal bölgede üretilmektedir (Cranford, 2000) (Şekil 2). Kaşalot balinası (*Physeter macrocephalus*) dışındaki diğer tüm dişli balina türlerinin baş bölgelerinin üzerinde, solunum deliğinin aşağısında bir çift ses teli (“monkey lips” – dorsal bursae – MLDB) bulunur (Frankel, 2009) (Şekil 2). Bu ses telleri sayesinde aynı anda farklı sesler üretebilirler (Cranford, 2000).



Şekil 2: Afalinanın baş bölümünün ses ile ilişkili kısımları. BH (hava deliği-blowhole); DB (dorsal bursa); MLDB (monkey-lips); N (burun deliği-bony nares); PS (premaksiller kese- premaxillary sac); VS (vestibüler kese- vestibular sac) (Cranford ve diğ. 1996; Morisaka, 2007).

Delphinidae familyası sıklıkla ses üreten bir ailedir ve bu sesli iletişim, sosyal etkileşimlere aracılık etmede önemli bir rol oynar (Herzing, 2000; Janik, 2009). Delphinid vokalizasyonu ile ilgili çoğu çalışma, afalinalar (*Tursiops truncatus* ve *T. aduncus*) üzerinde yoğunlaşmıştır. Doğadaki afalinaların ıslıkları hakkında çalışmalar devam etse de bu ıslıkları farklı bağlamlarda nasıl kullandıkları hakkında çok az şey bilinmekte ve ıslık özelliklerinin bağlam özgünlüğüne ilişkin veri mevcut değildir (López, 2011).

Afalinalar, sosyal etkileşimlerde rol oynadığı düşünülen iki ana tip ses üretebilirler. Bunlar; (i) tonal, frekans modülasyonlu ıslıklar ve (ii) “burst-pulse” seri atışlı sesler (Herzing, 2000; Boisseau, 2005; Janik, 2009, López ve Shirai, 2009). Tonal, frekans modülasyonlu ıslıklar, şimdiye kadar afalinalarda en çok incelenen sosyal sinyallerdir. Çünkü insanın işitme frekans aralığında sıklıkla görülür, bununla birlikte diğerlerinden daha kolay kaydedilir ve analizi yapılabilir (Au, 2000).

Islıklar, yunus akustiği çalışmalarında kullanılan iyi bir araştırma verisidir, çünkü hem frekans konturlarından ölçülebilen çeşitli karakteristik özelliklere sahiptirler, hem de iletişim ve sosyalleşme için kullanılan bu sesler iyi kalitede kayıt altına alınabilmektedir (Ralston ve Herman, 1995; Boisseau, 2005). Bu ıslıkların ince ölçekli akustik özelliklerinin bireyler arasındaki bilgi alışverişinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Janik ve Slater, 1998; Sayigh ve diğ. 1990, 1999). Afalinalar ıslık frekans konturlarını bireye özgü ıslık olarak kullanabilirler ve bu bireysel kimlik ipuçlarının varlığı, uzun vadeli bireysel tanıma, rekabet ve

ittifak oluşumu gibi sosyal bağlamlarda kilit unsur olarak kabul edilir (Luís ve diğ. 2016). Literatürde bireye özgü ıslıkların kısaca, sosyal etkileşimlerde ve grup uyumunun sürdürülmesinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir (Caldwell ve diğ. 1990; Sayigh ve Janik, 2010). Bu nedenle, bireye özgü ıslıklar türdaşları arasında bireysel tanınma için bir mekanizma sağlanmıştır (Sayigh ve diğ. 1999).

Afalinaların ıslık akustik özellikleri (ıslıklarının karakterizasyonu için frekans ve süre gibi belirleyiciler) kullanılarak gruplar ve popülasyonlar arasında karşılaştırma yapılmasına olanak sağlanmıştır (Rendell ve diğ. 1999; Bazúa-Duran ve Au, 2004; dos Santos ve diğ. 2005; Azevedo ve diğ. 2007).

Çevresel etken olarak doğal ve antropojenik kaynaklardan gelen ortam gürültüsü, yunusların akustik davranışları üzerinde çeşitli etkilere sahiptir ve araştırmalar, ortalama ortam gürültü seviyelerinin yunusların akustik davranışını değiştirdiğini göstermektedir (van Ginkel ve diğ. 2018). İnsan kaynaklı sualtı gürültüsünün en yaygın kaynağı; yük gemileri, balıkçı gemileri, yolcu ve araç gemileri, balina izleme tekneleri ve eğlence amaçlı kullanılan tekneleri kapsayan motorlu araçlardır (NRC, 1994, 2003; McCarthy, 2004; Erbe, 2019). Setase popülasyonu olan bölgelerde artan gemi sayıları ve hızları, sualtı gürültü seviyelerini arttırarak habitat kalitesini düşürme konusunda kümülatif etkiye sahip olabilir (Erbe, 2019). Deniz trafiğinin, İstanbul Boğazı'ndaki afalina ve diğer yunus popülasyonları için önemli bir rahatsızlık kaynağı olduğu bilinmektedir (Baş ve diğ. 2015, 2017). Bu deniz trafiğinin, İstanbul Boğazı, Karadeniz ve Marmara Denizi'nde arka plan gürültüsü oluşturduğu söylenebilir (Mutlu, 2005). İstanbul Boğazı'ndaki ortam gürültüleri dikkate alındığında, Fil Burnu'ndaki yunus sesleri frekanslarının (1-3,5 kHz) Baltalimanı'ndan (8-15 kHz) daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir (Fırat ve diğ. 2018).

Oldukça aktif olarak ses üreten bir canlı olan yunuslar için (Herzing, 2000; Janik, 2009), ses konusunda yapılan ve yapılacak olan çalışmalar büyük öneme sahiptir. Bu tezin de çalışma alanı olan İstanbul Boğazı'nda setase akustiği hakkında gerçekleştirilen çalışmalar Dede ve diğ. 2014b, 2017; Kameyama ve diğ. 2014 ve Ercan, 2018'dir. Dede ve diğ. (2014b) 2009-2010 yıllarında A-tag yani bir pasif akustik izleme sistemi kullanarak boğazda yunus varlığını ve akustik özellikleri saatlik, günlük ve mevsimsel olarak gece-gündüz farklılıklarıyla çalışılmıştır. Aynı bölgede, aynı yöntem ile yapılan 2009-2016 yılları arasındaki çalışmada da bölgedeki yunus varlığı ve akustik özellikleri mevsimsel olarak incelenmiş ve bölgedeki balık

göçü ile ilişkilendirilmiştir (Dede ve diğ. 2017). Kameyama ve diğ. (2014) tarafından İstanbul Boğazında yapılan bir çalışmada ise, Delphinidae ve Phocoenidae ailelerine ait, iki bant frekansının (130 ve 70 kHz) yoğunluk oranlarının karşılaştırılmasına dayanan bir ayırım yöntemi önerilmektedir. Ercan (2018) tarafından, İstanbul Boğazı'ndaki yunusların yüzey davranışları ve aynı zamanda ürettikleri ses konturları incelenerek çeşitli çevresel parametrelerle (deniz suyu sıcaklığı, deniz trafiği, ortamdaki balık varlığı) ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışma, İstanbul Boğazı'nın kuzey girişinde, Fil Burnu koyundaki 2015 yılında kaydedilmiş olan akustik veriler incelenerek yapılmıştır. Gece verilerinin incelendiği bu çalışma yunusların belirlenen ses repertuarlarının kendileri arasında ve aynı zamanda; gündüz verileri ile kıyaslanmasını sağlayacaktır. İstanbul Boğazı'nda gece verilerinin ayrıntılı inceleneceği ilk çalışma olan bu çalışmada, çevresel parametrelerin afalinaların gece ürettikleri sesleri nasıl etkilediğini ortaya konması da hedeflenmiştir. Elde edilen bilgiler nesli tehdit altındaki afalinaların koruma çalışmalarına veri sağlayacaktır.

2. GENEL KISIMLAR

Türkiye denizlerinde dağılım gösteren setase türlerinden biri olan afalinanın vokalizasyonu hakkında hem ülkemizde hem de dünyada çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle, ıslıkların karakterizasyonu, ıslık süresi ve frekansındaki değişimler, ıslık üretiminin avlanma ile olan ilişkisi, ıslığın sualtı gürültüsünden etkilenme durumu ve ıslıkların bireye özgü ıslık olarak kullanımı konularını kapsamaktadır.

2.1. AFALİNA *Tursiops truncatus* (MONTAGU,1821)

2.1.1. Taksonomisi ve Dağılımı

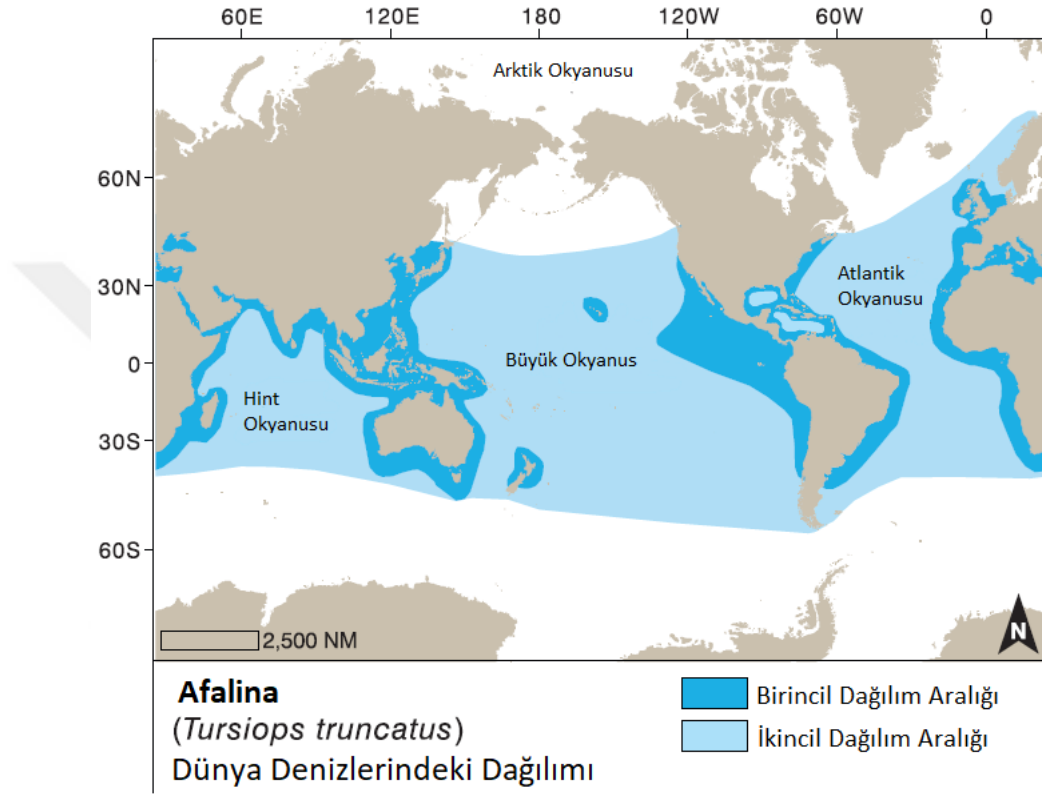
Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class:	: Mammalia
Order	: Cetacea
Suborder	: Odontoceti
Family	: Delphinidae

Kıyasal bir tür olan afalinalar, Dünya'nın, kutup bölgesi hariç, neredeyse her bölgesinde dağılım gösterirler (Şekil 3) ve bölgesel olarak kendi aralarında morfolojik farklılıkları vardır. Genellikle kıyasal bölgelerde yaşayan bu tür, dağılım farklılaşmalarıyla birlikte, açık denizlerde de yaşamlarını sürdürürler. Çoğunlukla ılık ve tropik denizler yaşam alanlarını oluşturur. Afalinalar için bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Setase türleri arasında, hakkında en çok şey bilinen tür afalinlardır (Wells ve Scott, 2009).

T. truncatus ve *T. aduncus* Indo-Pasific afalina olmak üzere afalinaların iki farklı türü olduğu bilinmektedir (Wang ve diğ. 1999, 2000a, b). Karadeniz'de yaşayan türün ise morfolojik olarak, Atlantik ve Pasifik'de yaşayan türlere göre genetik farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Barabash-Nikiforov 1935; Geptner ve diğ. 1976; Dowling ve Brown 1993). Akdeniz ve kuzeydoğu Atlantik popülasyonlarından da genetik olarak farklı oldukları yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Natoli ve diğ. 2005), Karadeniz'de yaşayan tür ise bir alt popülasyon

olarak kabul edilmiş ve *T. truncatus ponticus* olarak isimlendirilmiştir (Barabash–Nikiforov, 1940).

Türkiye suları dahil olarak, afalinaların Akdeniz’de ve TBS’de en sık rastlanan kıyısız setase türü olduğu bilinmektedir (Öztürk 1996; Öztürk ve diğ. 2004).

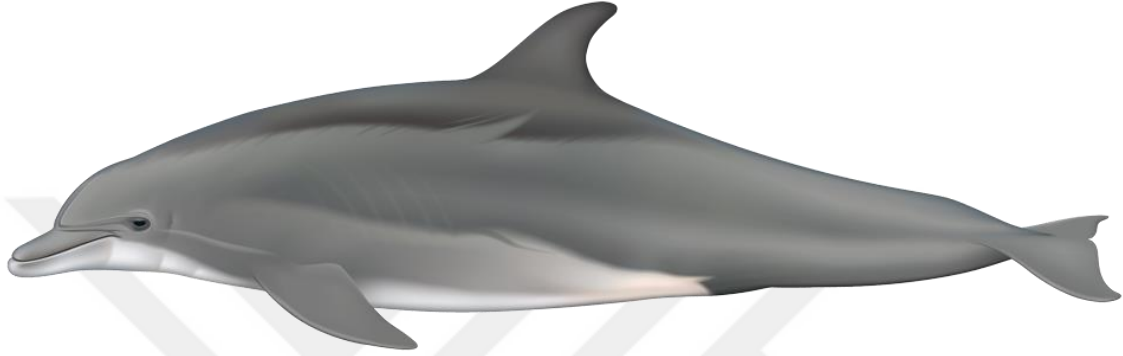


Şekil 3: Afalinaların dünya denizlerinde dağılımı (Jefferson ve diğ. 2011’den değiştirilmiştir.)

Dünya üzerinde toplamda 600.000 birey olduğu düşünülen afalinaların (Wells ve Scott, 2009) (Şekil 2), ACCOBAMS, (2021a) tarafından son yapılan çalışmaya göre, Karadeniz’de afalina toplam birey bolluğu, Rusya verileri dahil 44.527, Rusya verileri hariç, 19.650; “model based”, çalışma bölgesindeki tahmini tür dağılım modellemesinin “R” kullanılarak hesaplanması, çalışmasına göre tahmin edilen Rusya verileri dahil 72.369, Rusya verileri hariç 18.091’dur. Akdeniz’de ise, afalina toplam birey bolluğu, 63.398; “model based” hesaplamasına göre 57.120 olduğu bildirilmiştir (ACCOBAMS, 2021b).

2.1.2. Morfolojisi

Ortalama total boyu 250 – 380 cm aralığında olan bu türün vücut şekli fuziform ve kalıplıdır. Orak biçimindeki sırt yüzgeçleriyle diğer türlerden kolaylıkla farkedilebilirler (Öztürk, 1996) (Şekil 4). Cinsel olgunluğa 3 yaşından sonra ulaşırlar ve bir erişkin erkek birey 255cm, dişi birey ise 240 cm ortalama uzunluğa sahip olur (Öztürk, 1996; Gol'din ve Gladilina, 2015).



Şekil 4: *Tursiops truncatus*, Afalina (Jefferson, 2011).

2.1.3. Ekolojisi

Kozmopolit olan bu tür, Karadeniz ve Akdeniz'de kıyısız ve bazen de pelajik yaşam gösterir (Öztürk, 1996; Wells ve Scott, 2009). Afalina, çoğunlukla ılıman ve sıcak bölgelerdeki deniz ve nehirlerin denize döküldükleri bölgelerde yaşamlarını sürdürdükleri gibi, bazen yaşam alanı olarak nehirlere adaptasyonları tespit edilmiştir (Wells ve Scott, 2009).

Karadeniz'deki birincil avları; mezigit (*Merlangius merlangus euxinus*), kalkan (*Scophthalmus* sp.) ve kefal (*Lisa* spp.) (Birkun, 2002a,b) olsa da diyetlerini çeşitli balık türleri oluşturabilir. Genel olarak Sciaenidae, Scombridae, Mugilidae familyalarından türlerle de avları arasında yer aldığı bilinmektedir (Wells ve Scott, 2009). Gladilina ve Gol'din, (2014)'in yaptığı çalışmada Karadeniz'de afalina için mezigit türünün hala en önemli avı olduğu, kalkan balığı için ise mide içeriği kaydının yapılamadığı bildirilmiştir. Bunun yanında barbun (*Mullus barbatus*) türü de kış aylarındaki avı olarak tespit edilmiştir. Ayrıca tırsı (*Alosa* sp.), gümüş (*Atherina* sp.), istavrit (*Trachurus mediterraneus*), ıstrongilos (*Spicarafl exuosa*), kum balığı (*Gymnammodytes cicerellus*), kurbağa balığı (*Uranoscopus scaber*), zargana (*Belone belone*) ve kaya balığı (Gobiidae) türleri afalının mide içeriğinde bulunmuş ve yeni kayıt olarak avları arasına girmiştir. (Gladilina ve Gol'din, 2014). Marmara Denizi'nde ise yapılan bir çalışmada ise

afalinanın midesinden çıkan başlıca avlar; lüfer (*Pomatomus saltatrix*), istavrit (*Trachurus trachurus*), çaça (*Sprattus sprattus*) ve zargana (*Belone belone*)'dir (Dede ve diğ. 2016).

2.1.4. Davranış ve Yaşamları

Ömürleri ortalama 20 ila 32 yıl arasındadır (Gol'din ve Gladilina, 2015) ve şimdiye kadar kaydedilen en yaşlı birey Karadeniz'de 41 (Gol'din ve Gladilina, 2015) Atlantik Okyanusu'nda 50 yaşındadır veya daha çoktur (Wells ve Scott, 2009). Genel olarak dişi afalinalar cinsel olgunluğa 5-13 yaşları arasında; erkek afalinalar ise 9-14 yaşları arasında erişirler (Wells ve Scott, 2009). Karadeniz'de yaşayan dişi afalinalar doğu Akdeniz'de yaşayanlardan daha geç cinsel olgunluğa erişirler, bunun olası sebebi Doğu Akdeniz'in çevresel koşullarının (daha sıcak ve daha tuzlu) Karadeniz'den farklı olması olabilir (Gol'din ve Gladilina, 2015). Cinsel olgunluğa erişmiş bir afalina, doğum yaptıktan sonra, yaklaşık iki yıl emzirir ve bir sonraki doğumunu en az 2 en fazla 6 yıl sonra yapar (Wells ve Scott, 2009).

Genelde küçük gruplar oluşturan bu tür (2-15 birey), açık denizlerdeki popülasyonlarında oluşturdukları grupların 1000 bireye ulaştığı gözlemlenmiştir (Leatherwood ve diğ. 1982; Shane ve diğ. 1986). Saatte 5 mil hız yapabilen bu tür oldukça hareketlidir. Açık denizde 4200 km yol kat ettiği gözlemlenen afalina, günlük 33-89 km yüzebilir (Tanaka, 1987; Wells ve diğ. 1999). Tek seferde 10 dakikadan fazla dalış yapabildiği gibi 500 metreden fazla derine dalış gerçekleştirebilir (Wells ve Scott, 2009).

Ürettikleri seslerin çoğu insanların duyabilme frekans aralığındadır. Afalinalar 1-30 kHz aralığında ses üretirken insanlar, 20 Hz-20 kHz aralığındaki sesleri duyabilir (Dudzinski ve diğ. 2009). Bu tür, hem dar bant aralıklı hem de geniş bant aralıklı ses üretebilir; dar bant aralıklı ürettikleri sesler, frekans değişimli ısıklardır. (Dudzinski ve diğ. 2009).

2.2. AFALİNA VOKALİZASYONU VE AKUSTİK İZLEMELER

Setaseler, yırtıcılar veya avlar için iletişimi, navigasyonu ve tespiti dahil olmak üzere bir dizi hayati süreç için sesi kullanmalarını sağlayan, işitme ve ses üretim sistemleri geliştirmişlerdir (Au, 1993). Akustik iletişim sırasında bir birey, bilgiyi diğer bireylere ses sinyalleri kullanarak iletir (López, 2011).

2.2.1. Işıklar

Afalinaların sesleri, 60 yılı aşkın süredir araştırmacılar tarafından kaydedildiği ve tanımlandığı bilinmektedir (Jones ve diğ. 2020). Fakat ıslık ses konturlarının değişkenliği ve birbiri ardına gelerek farklı konturlara evrilebilmeleri sebebiyle afalinaların ıslık repertuarlarının belirlemenin zorluğu da bilinmektedir. Işıklar, afalina türünün sudaki dağılık bireyleri arasındaki teması sürdürmede önemli bir rol oynar (López, 2011).

López (2011) tarafından 2006-2008 yılları arasında, İtalya'nın Sardunya adası, sularında akustik kayıtların yapıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, 35 saatin üzerinde davranış gözlemleriyle birlikte eş zamanlı kayıt gerçekleştirilerek 3032 adet frekans modülasyonlu ıslık tespit edilmiştir. Bunlardan yüksek kaliteye sahip olan 1050 ıslık analize dahil edilmiştir. Bu araştırma ile birlikte Akdeniz'de ilk kez doğadaki afalinaların repertuarlarındaki ıslık özellikleri geniş bir şekilde tanımlanmaktadır. Eş zamanlı yapılan davranış gözlemleri ile birlikte, çok döngülü (multi-looped) ışıkların afalinaların iletişimde önemli bir rol oynadığı ortaya konulmaktadır. Aynı şekilde, bu çalışma, afalinaların ıslık özelliklerinin ne kadar dinamik olduğunu ve analizde birçok faktörü dikkate alınmanın ne kadar gerekli olduğunu göstermiştir. Islık özelliklerindeki tür içi değişkenliklerin doğadaki afalinaların karmaşık sosyal yaşamlarında önemli bir rolü olduğu ortaya konulmuştur.

Acevedo-Gutiérrez ve Stienessen (2004), 1993-1994 yıllarında, Costa Rica'nın Isla del Coco adasında, akustik verilerindeki afalinaların beslenme sırasında ses üretim oranlarının arttığı hipotezini incelemişlerdir. Toplamda 135,5 dakikalık ses kaydı yapılmıştır. Avlanan (sekiz grup) ve avlanmayan (üç grup) olarak veriler ayrılmıştır. Birey başına düşen ıslık sayısı, beslenen gruplarda beslenmeyen gruplara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca yunusların beslenirken seri atışlı veya klik seslerinden daha fazla ıslık ürettikleri görülmüştür. Tüm bunların yanısıra, yunus gruplarının büyüklüğünün ıslık sayısındaki artışa bağlı olarak arttığı ve özel beslenme çağrılarının kullanılması gibi karıştırıcı faktörlerin, avlanırken ses hızının artması hipotezini desteklemek için hesaba katılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

2.2.2. Bireye özgü ışıklar

Afalinalar, bireyler arasında düzenli iletişimin sürdürülmesi için bireysel ve parmak izi gibi kendine özgü bir tanıma sistemi olarak işlev gördüğü düşünülen, her birey için farklı bireye özgü ıslık olarak adlandırılan, bireysel ayırt edici sesler üretir (Nakahara ve Miyazaki, 2011).

Bireye özgü ıslık, bir yunus bireyinin doğumunun ardından bir yıl içinde oluşur ve hayatının geri kalanında aynı şekilde kalır (Jones ve Sayigh, 2002). Bu sesler bireysel tanınma ve grup bütünlüğünün sürdürülmesinde rol oynar (Kershenbaum ve diğ. 2013). İlk kez Caldwell ve Caldwell (1965) tarafından dile getirilen bireye özgü ıslık; bazı eş ıslıkların birbiri ardına tekrarlanmasından oluşmakta fakat her tekrarlanan ıslık bireye özgü ıslık olmamaktadır. Bu ıslıkların her birinin frekans konturları birbirinden farklıdır (Caldwell ve Caldwell, 1967; Tyack, 1986). Ayrıca, bireye özgü ıslıkların bazı sosyalleşme esnalarında ve sürüyü biraraya toplamada kullanıldığı düşünülmektedir (Janik ve Slater, 1998).

Nakahara ve Miyazaki, (2011) Japonya'da bulunan Minamichita Beachland Akvaryum ve Shinagawa Akvaryum'da yaptıkları bir çalışmada, afalınarın ıslık-ses (whistle-vokal) değişimlerini incelemek için gözlemler ve deneysel araştırmalar yapmışlardır. Bu çalışmada, ardı ardına gelen iki ıslık arasındaki iç iletişim aralıkları analiz edilerek zamansal vokal şekillenmeleri incelenmiştir. İkinci bir birey, birinci bireyin sesinden farklı bir ses ürettiğinde, bu seslerin çoğu bir saniyeden kısa olmakta ve bununla birlikte aynı birey tarafından birbirini izleyen iki ses üretildiğinde, ikinci ses nadiren ilkini takiben bir saniye içerisinde gerçekleşmiştir. Bu varılan sonuçlar, ilk ıslığa yanıt olarak başka bireyin ikinci bir ıslık üretebileceği ortaya konmuştur. Fakat bir yanıtın olmaması durumunda, ilk ses üreten birey muhtemelen daha fazla ıslık üretecektir. Bu akustik analiz, bu çalışmadaki yunusların, en çok aralarındaki ses alışverişi sırasında bireye özgü ıslık ürettiklerini göstermiştir.

Sayigh ve diğ. (2007), 20 afalina bireyinin her birinden rastgele 20 ıslık seçmişlerdir ve bu seslerin spektrogramlarının kontur benzerliğine göre gruplandırılmıştır. Bu çalışma, ıslıkların görsel sınıflandırılmasının güvenilirliği için güçlü bir doğrulama ortaya koyar ve afalınaların ses repertuarlarında bireysel olarak ayırt edici bireye özgü ıslıkların varlığını doğrulamaktadır.

Kershenbaum ve diğ. (2013) ABD'nin Florida eyaletinde, Sarasota Körfezi'nde sesleri kaydedilmiş olan 20 afalınanın, 400 bireye özgü ıslığını incelemişlerdir. Bu seslerin performansını yeni geliştirilen "Parsons kodu" ile test etmişlerdir. Bu kod, her bir zaman adımıdaki frekans değişiminin yönünü ayırt eden ve kaydeden bir matematiksel algoritmadır. Sonuç olarak, kullanılan "Parsons kodu", bireye özgü ıslıklarda bulunan bireysel kimlik bilgilerinin çoğunu yakaladığı ve ıslık benzerliğinin ölçülmesini gerektiren çalışmalarda yararlı olabileceği ortaya konmuştur. Çünkü bu yöntem ile sadece frekans değişiminin yönü kaydedilerek bu koddaki varyasyonlar ile frekans değişiminin büyüklüğü ve yönü anlaşılmıştır.

Kriesell (2014), 2009-2013 yılları arasında Namibia'nın Walvis Körfezi'nde yaptıkları araştırmada, 100 afalina bireyinin, ıslık oluşumunu, bu ıslıkların akustik parametrelerini ve zamansal üretimini tanımlamışlardır. Bu çalışmada 79 saatlik akustik kayıtlar analiz edilmiş ve birbirini tekrar eden 43 ıslık tipini içeren bir katalog oluşturmuşlardır. Bunun sonucunda, ıslık dizilerindeki zamansal kalıplara dayanan bir yöntem kullanarak 28 bireye özgü ıslık belirlemişlerdir.

2.2.3. Gemi ve ortam gürültüsünün afalina vokalizasyonuna etkisi

Afalinalar birbiriyle ses sinyalleri kullanarak iletişim kurdukları için, ortamdaki sualtı gürültüsünün, akustik davranışlarını değiştirdiği gözlenebilir (López, 2011; van Ginkel ve diğ. 2018).

Papale ve diğ. (2015), okyanus gürültü seviyesindeki artışın, deniz memelilerinin akustik iletişimini engelleyebileceği hipoteziyle bir çalışma ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, antropojenik ve doğal gürültünün bir yunus iletişim sinyali olan ıslığın akustik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, ses basınç seviyeleri (Sound Pressure Levels-SPL) arasındaki sinerjinin hem doğal hem de antropojenik gürültü açısından küçük yunusların ıslık yapısını şekillendirmede rolü olduğuna varılmıştır.

van Ginkel ve diğ. (2018), 2008 ve 2015 yılları arasında Tampa Körfezi'nde (batı Florida, ABD) kaydedilen afalina seslerini incelemişlerdir. Arka plan gürültü seviyeleri çok değişken olduğunda, kısa zaman periyotlarında gürültü ve akustik davranış arasındaki ilişkiler muhtemel önemi göz önünde bulundurulan bu çalışmada, afalinaların ıslık ürettiği sırada mevcut olan ortam gürültüsüyle ilişkili olarak ıslıkların zamansal ve spektral niteliklerini değiştirip değiştirmediği araştırılmıştır. Altı ıslık parametresi spektrogram yazılımında analiz edilmiştir (minimum frekans, maksimum frekans, bant genişliği, tepe frekansı, süre ve bükülme noktalarının sayısı) ve ortam gürültü seviyeleri her ıslık öncesinde hesaplanmıştır. Ortam gürültüsü tipik olarak düşük frekansta olduğundan dolayı, afalinalar sesi maskeleyen kaçınmayı hedefleyerek, gürültü seviyelerine yanıt olarak ıslık frekansını arttırdıkları sonucuna varılmıştır.

2007 yılında Jensen ve diğ. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Avustralya'nın batısında bulunan iki bölgede (Koomana Körfezi, Bunbury) gemi gürültüsünün afalinalara olan etkisi çalışılmıştır. Burada kıyısal bölgeye gelen gemi gürültüsü ve ses yayılımı incelenmiş ve

delphinid iletişimi üzerindeki potansiyel etkisi görölmüştür. Yapılan bu çalışmanın sonucunda, ortamdaki gemi gürültüsünün afalina iletişim menzilini %26 oranında azaltabildiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, küçük ölçekli gemilerin de yani balıkçı tekneleri veya yat gibi deniz araçlarının da delphinidlerin akustik iletişimini maskeleyebileceğini ve bu durumun yunusların sağlıkları üzerinde var olan olumsuzluklara katkıda bulacağı ortaya konulmuştur.



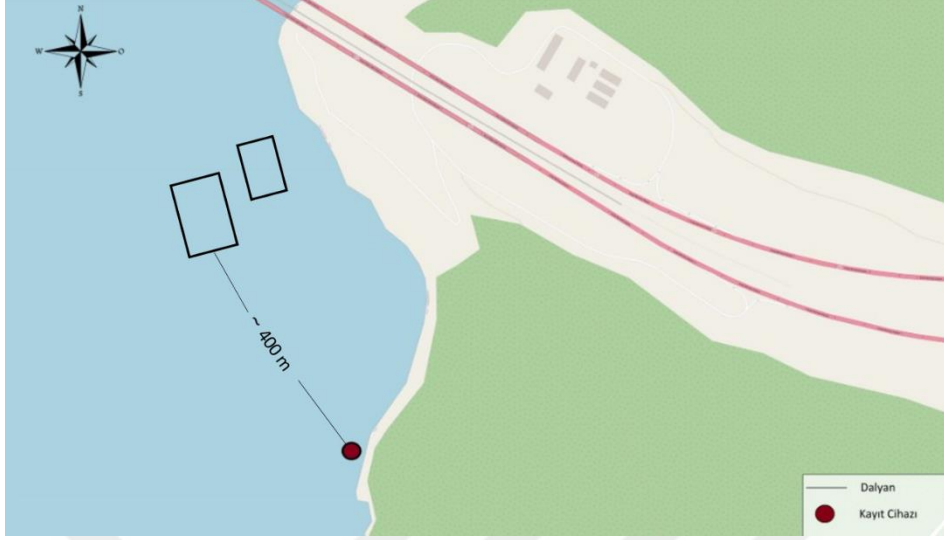
3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA BÖLGESİ

Çalışma bölgesi İstanbul Boğazı'nın kuzeyinde olup önceki çalışmalarda da belirtildiği üzere yunus gözlem sıklığının yüksek olduğu bir alandır (Dede ve diğ. 2014a). İstanbul Boğazı'nın kuzey kıyılarında yerleşim ve insan aktivitesi az olan sakin koylar vardır. Fil Burnu Koyu da bunlardan biridir. Aynı zamanda ilkbahar ve yaz aylarında bu bölgede dalyan kurulmaktadır (Şekil 5). Bu bölgedeki afalinaların geceleri akustik davranışlarını anlamak için, Karadeniz'den İstanbul Boğazı'nın kuzey girişinde, Anadolu yakası, $41^{\circ}11'44.76''K$ enlemi ve $29^{\circ}7'11.05''D$ boylamındaki Fil Burnu Koyu'nda veri kayıtları toplanmıştır (Şekil 5, 6). Kayıt cihazının bulunduğu noktadan karşı kıyıya yaklaşık uzaklık 2050 m'dir. Çalışma bölgesinin açığındaki derinlik ise 40 m ila 56 m arasında değişmektedir.



Şekil 5: (A) İstanbul Boğazı ve çalışma alanının konumu ve (B) Kayıt cihazının (AUSOMS mini) İstanbul Boğazı'ndaki yeri (QGIS 3.18).



Şekil 6: Kayıt cihazının (AUSOMS mini) Fil Burnu dalyanlarına olan yaklaşık konumu (QGIS 3.18).

3.2. AKUSTİK VERİ KAYDI

Bu çalışmada incelenen verilerin kaydı, 2015 yılının Mayıs ve Haziran aylarında yapılmıştır. Sualtı ıslık ses kayıtlarında AUSOMS mini (Aqua Sound Inc., Japonya) kullanılmıştır (Şekil 7). Sualtındaki ıslık gibi düşük frekanslı sesleri kaydetmek için kullanılan bu cihaz; 100 Hz - 23 kHz ses frekansı aralığında kaydedebilir. AUSOMS mini, PCM 44.1 kHz 16 bit sıkıştırılmamış WAV formatta kayıt yapmaktadır. Bu cihaz ile 01.05.2015 – 23.06.2015 tarihleri arasında toplam 21 gün olmak üzere her gün 00:00 ila 02:00 saatleri arasında iki saatlik kayıtlar yapılmıştır.



Şekil 7: AUSOMS mini (Aqua Sound Inc., Japonya)

Kaydedilen 21 günlük ses dosyalarındaki veriler; sesin varlığı, odyogram ıslık konturu ve ıslık sayısını belirlemek için Adobe Audition'da (Vr 13.0.1 1) manuel olarak incelenmiştir. Her ıslık, aşağıdaki ölçekler kullanılarak analize dahil edildi:

- Analize dahil edilen ıslıklar net dış hatlara ve başlangıç / bitişe sahipti.
- Çevresel parametre olarak gemi mevcudiyet verileri ıslık analizi sırasında gemi gürültüsü olarak işaretlendi.
- Dört akustik parametre; tepe frekans, taban frekans, süre ve bant genişliği, işaretlenen her ıslıkta analize dahil edildi.
- Adobe Audition'da ses dosyaları incelenirken gözlem ekranı 3sn ila 6sn'lik ekran görünümünde izlendi ve konturlarına göre kategorilere ayrıldı. Bu 9 kategori; sabit, çıkıcı, inici, konkav, konveks, sinüs (Au ve Hasting 2008), dalga, uzun dalga ve kopuk (Dreher 1966) (Şekil 7).

Tüm bu niteliklere uygun veriler öncelikle Adobe Audition'da kaydedilmiş sonra ise excel dosyasına elle girilmiştir. Bu dosyalama işlemi 3 aşamada gerçekleştirildi. İlk olarak Adobe Audition'da, önceden belirlenen konturlara uygun, başlangıcı ve sonu belli net konturlar işaretlendi. İkinci olarak, bu ses dosyalarının başlangıç, bitiş ve uzunluk süreleri excel dosyasına girildi. Son olarak ise, tepe ve taban frekansları excel dosyasına girilerek bant aralıkları da hesaplandı.

3.2.1. Kullanılan çeşitleri ve kontur ölçüm parametreleri

Islık sesleri, zamansal frekans değişimi gösteren seslerdir ve spektrogramdaki kontur şekilleri ile tanımlanırlar ve bu konturlar, çeşitli değişkenlere göre ölçülebilir; başlangıç-bitiş frekansı ve aralığı, kıvrılma noktaları, ıslık süresi. Çıkıcı Frekans, İnici Frekans, Sabit Frekans, Konkav, Konveks, Sinüzoidal olmak üzere altı temel kontur Au ve Hastings (2008) tarafından tanımlanmıştır. Bunlar:

Çıkıcı Frekans; net ve büyük kıvrılma göstermeyen, başlangıcından itibaren aşağıdan yukarı doğru ivme gösteren ıslık konturudur.

İnici Frekans; net ve büyük kıvrılma göstermeyen, başlangıcından itibaren yukarıdan aşağıya doğru ivme gösteren ıslık konturudur.

Sabit frekans; ıslık başlangıcından bitimine kadar frekans değişimi %25'i geçmeyecek şekilde değişim gösteren veya hiç değişim göstermeyen ıslık konturudur.


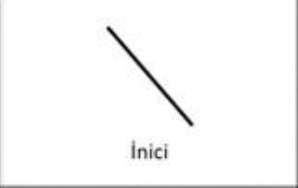
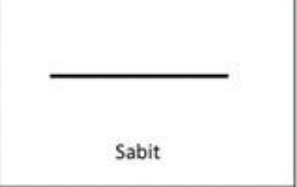



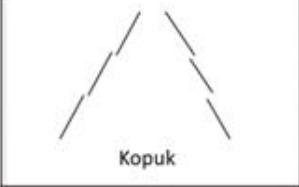
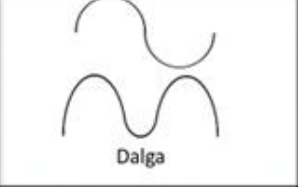

Konkav; önce aşağıdan yukarı doğru ve ardından aşağı doğru ivme gösteren ıslık konturudur.

Konveks; birden fazla kıvrılma noktasına sahip bu ıslıklar, önce yukarıdan aşağı doğru ve ardından yukarı doğru ivme gösteren ıslık konturudur.

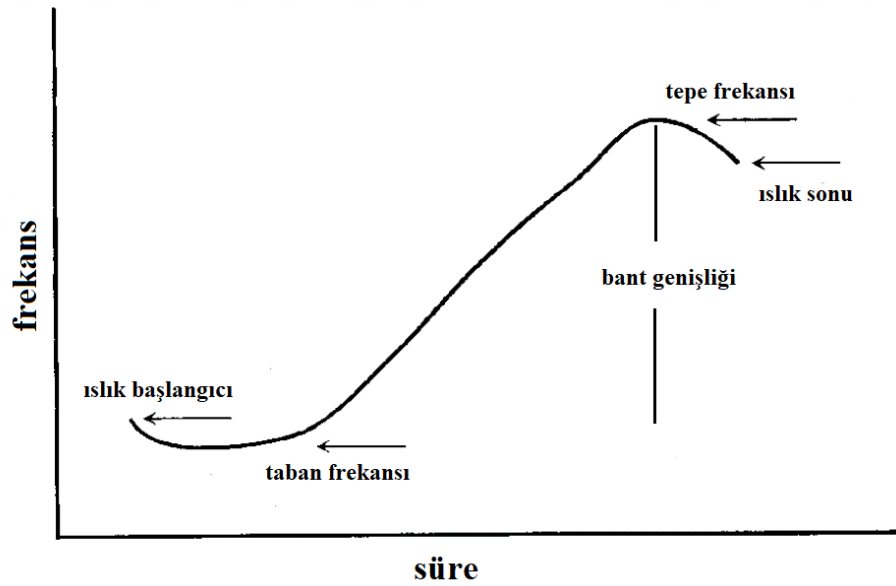
Sinüzoidal; bu ıslıklar, konkav veya konveks konturlarının birleşimi şeklinde yukarı veya aşağı doğru ivme gösterebilirler.

Altı temel kontura ek olarak, Dreher (1966) tarafından kategorileştirilen ve bölgede Ercan, (2018)'in tespit ettiği, aynı şekilde bu çalışmada da tespit edilen 3 kontur (dalga, uzun dalga ve kopuk) analize dahil edilmiştir (Şekil 8). Çünkü 6 temel ıslık konturları küçük değişikliklerin tespiti ile çoğaltılabileceği veya alt kategorilere ayrılabilceğinin bilinmesi (Au and Hastings, 2008) ve daha önce Ercan (2018) tarafından da bölgede tespitinin yapılmış olması referans alınmıştır. Belirlenen 9 kontur referans alınarak, tespit edilen ıslıklarda ana hatların varlığına önem verilmiştir. Bu konturlara ve gerekliliklerine uygun tüm ıslıkların frekans ölçümleri 4 farklı parametreye göre kaydedilmiştir (Şekil 9).

Bu çalışmada, kontur şekilleri birebir uyumlu, frekanslarında minimal farklılıklar olsa da aynı kontur olduğu açık olan bireye özgü ıslık olma ihtimali olan ıslıklar olarak belirlenmiş ve analize dahil edilmiştir.

Şekil 8: Çalışmada kullanılan ıslık frekans kontur tipleri (Au and Hastings, 2008).



Şekil 9: ıslık konturlarının ölçüm parametreleri (Au and Hastings, 2008' den değiştirilmiştir).

3.3. ÇEVRESEL PARAMETRELER

Çalışma bölgesindeki deniz ve hava koşulları verileri, çalışma günlerinin tarihlerine göre veri merkezlerinden alınmıştır. Bölgenin yüzey suyu sıcaklığı (SST- Sea Surface Temperature), 1981'den günümüze kadar, uydu gözlemlerinden elde edilen günlük verilerin biriktirildiği CDS Data (2021)'den, Level-4 (L4) “birden fazla sensörden gelen verilere dayalı küresel SST sonuçları” kullanılarak hazırlanmıştır.

Bölgenin kayıt tarihlerindeki rüzgâr hızı, deniz yüzeyine indirgenmiş hava basıncı verileri, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration - Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi) veri tabanına bağlı, NCEI (2021) (National Centers for Environmental Information - Ulusal Çevre Bilişim Merkezleri) günlük verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Çalışmada kullanılan bir diğer çevresel parametre bölgede bulunan balık verisidir. Dalyanda avcılığı yapılan balık türlerini içeren veriler için Ercan (2018)' den faydalanılmıştır.

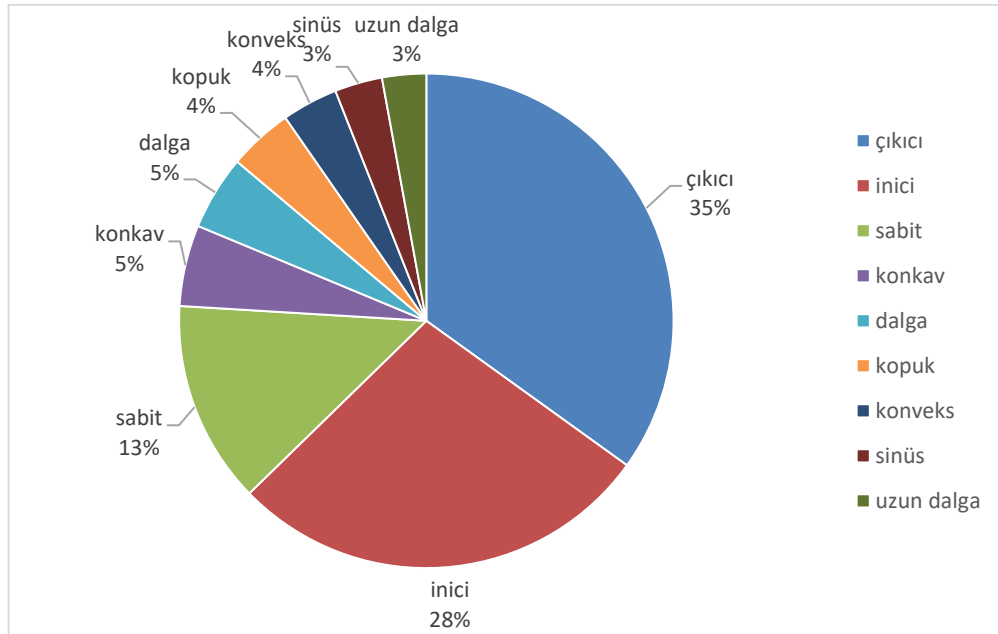
Sualtı gürültüsü olarak çalışmaya dahil edilen gürültü parametresi, ortamdaki gemi gürültüsünün varlığıdır. Gemi gürültü verileri, kayıt anında duyulması ve spektrogramda gürültü görüntüsünün değişen dB değerleriyle belirlenmesi sonucunda analize dahil edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışılan toplam 21 günün bir günü (14.05.2015) 43:30 dakika; diğer günler 2 saat olmak üzere toplamda 2423 dk (40:38.33) incelenmiştir. Çalışmanın diğer bir günü ise (21.06.15) belirlenen konturlara uygun hiç marker yapılamadığı için analize dahil edilmemiş ve bulgulara eklenmemiştir.

4.1. İNCELENEN ISLIKLARIN ANALİZLERİ

Spektrogram analizlerde görseli belirgin ve tam olmayan ıslık konturları analiz sonuçlarına dahil edilmemiştir. Bu sebep ile toplamda 7428 adet ıslık işaretlenmiş fakat, başlangıcı ve sonu belli, net konturlara sahip, toplam 2920 adet ıslık belirlenmiş ve analize dahil edilmiştir (Tablo 2). Bu belirlenen konturlara göre en fazla olan kontur tipi, çıkıcı olandır (Şekil 10). Çıkıcı konturunu inici ve sabit konturlar takip etmektedir. En fazla toplam konturun belirlendiği gün ise, 20.05.2015 tarihidir (Tablo 1). Spektrogramdaki kontur şekilleri belirlenmesinden dolayı niceliksel değerlendirmeye dahil edilen sesler, toplam seslerin % 39,3'ünü oluşturmaktadır. Bu sesler kontur şekillerine göre incelendiğinde en çok kullanılan ilk üç ıslık; çıkıcı (/), inici (\) ve sabit (-) frekans konturlarıdır ve bu ıslık konturları toplam ıslıkların sırası ile; %35, %28 ve %13'üdür (Şekil 10).



Şekil 10: Toplam ıslık konturlarının kategorilerine göre yüzdeleri.

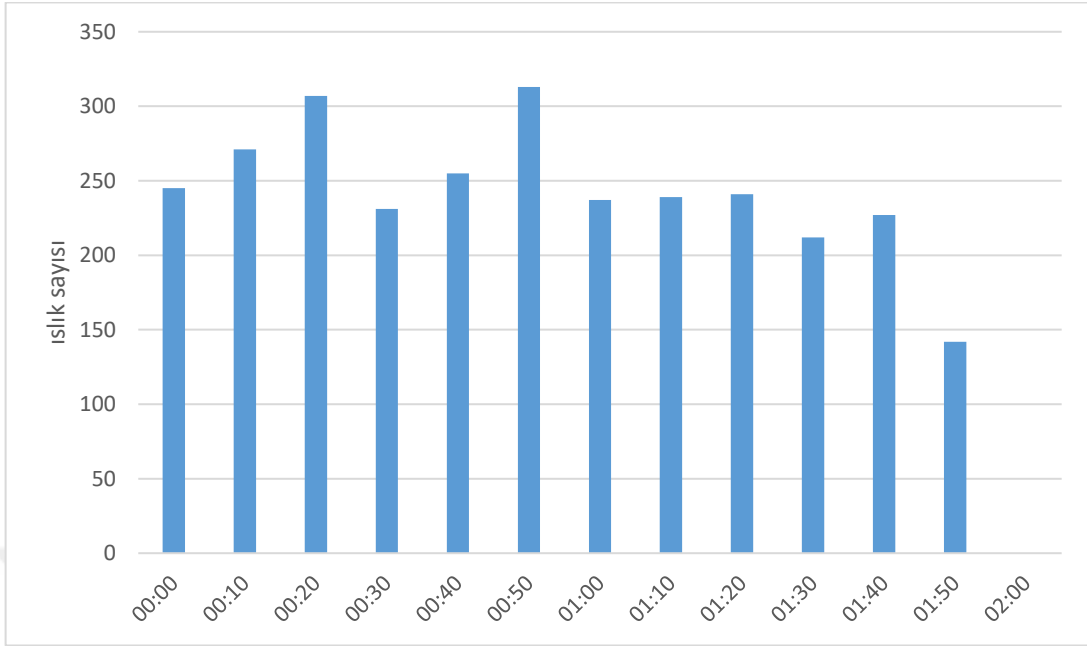
Tablo 1: ıslık seslerinin niceliksel analiz sonucu, kontur tiplerine göre günlük dağılımı.

Tarih	Toplam	İnici	Çıkıcı	Sabit	Konkav	Konveks	Kopuk	Sinüs	Uzun dalga	Dalga
1.5.2015	178	27	65	7	7	21	28	12	3	8
2.5.2015	85	33	18	10	6	5	9	1	3	0
3.5.2015	85	10	48	4	5	0	16	1	1	0
5.5.2015	192	31	92	23	11	7	11	10	4	3
7.5.2015	307	85	58	83	17	16	11	9	9	19
8.5.2015	173	46	53	26	17	5	2	5	5	14
13.5.2015	34	9	15	3	0	1	0	5	0	1
14.5.2015	59	18	26	6	4	1	1	2	1	0
18.5.2015	124	21	81	6	4	5	3	0	0	4
20.5.2015	476	152	137	120	7	12	5	16	16	11
21.5.2015	113	25	67	2	3	3	4	2	1	6
1.6.2015	154	37	40	15	12	6	4	6	12	22
4.6.2015	227	65	114	6	14	4	3	8	2	11
5.6.2015	112	27	35	2	19	4	1	4	9	11
8.6.2015	84	23	18	5	8	4	1	3	8	14
9.6.2015	239	134	38	41	10	3	1	4	0	8
16.6.2015	41	5	19	4	0	1	8	1	0	3
17.6.2015	78	17	31	6	5	2	12	1	2	2
22.6.2015	87	32	34	3	2	0	3	1	7	5
23.6.2015	72	14	31	15	4	7	0	0	1	0
Total	2920	811	1020	387	155	107	123	91	84	142

Islıklar en çok 00:50 ila 01:00 arasında tespit edilmiştir ve her hangi bir 10 dakikalık zaman diliminde ani artış gözlenmemiştir. Fakat en az ıslık konturu 01:50 ila 02:00 arasında üretilmiştir (Tablo 2, Şekil 11). En fazla ıslık sayısına sahip olan çıkıcı ıslık tipi ise, 00:10 ila 00:30 arasında en fazla kaydedilmiştir (269 adet ıslık konturu) (Tablo 2).

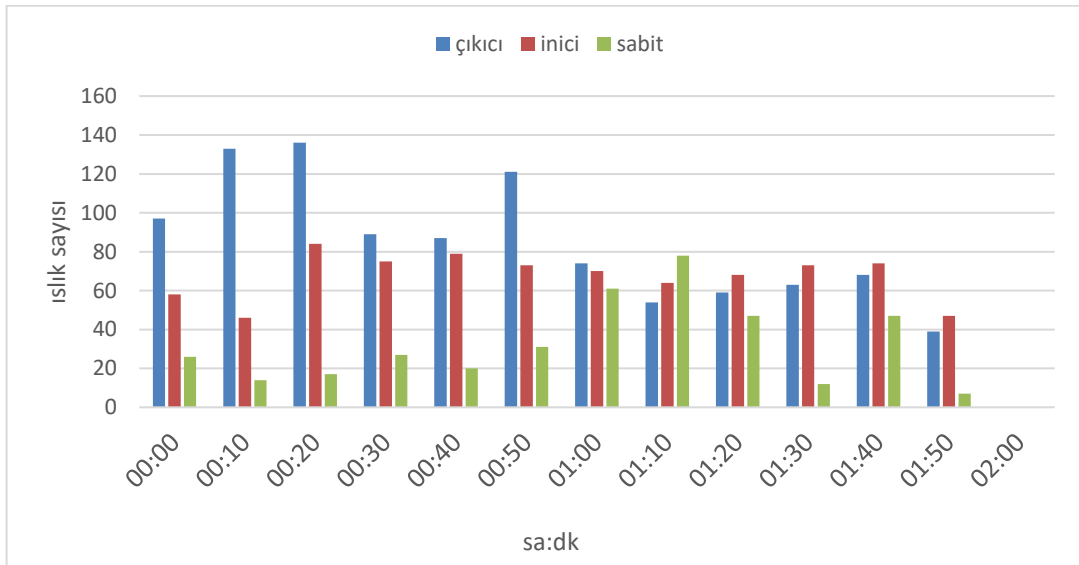
Tablo 2: ıslık kontur tiplerinin her 10 dakikalık zaman aralığındaki dağılımı.

Saat	Toplam	İnici	Çıkıcı	Sabit	Konveks	Konkav	Kopuk	Sinüs	Uzun dalga	Dalga
00:00	245	58	97	26	5	20	12	7	7	13
00:10	271	46	133	14	11	13	8	24	6	16
00:20	307	84	136	17	9	18	14	7	11	11
00:30	231	75	89	27	3	20	8	3	5	1
00:40	255	79	87	20	14	9	24	5	8	9
00:50	313	73	121	31	21	11	8	10	10	28
01:00	237	70	74	61	5	10	3	3	2	9
01:10	239	64	54	78	6	6	14	4	5	8
01:20	241	68	59	47	12	8	13	9	12	13
01:30	212	73	63	12	12	11	8	8	6	19
01:40	227	74	68	47	5	12	4	7	4	6
01:50	142	47	39	7	4	17	7	4	8	9
02:00										
Toplam	2920	811	1020	387	107	155	123	91	84	142



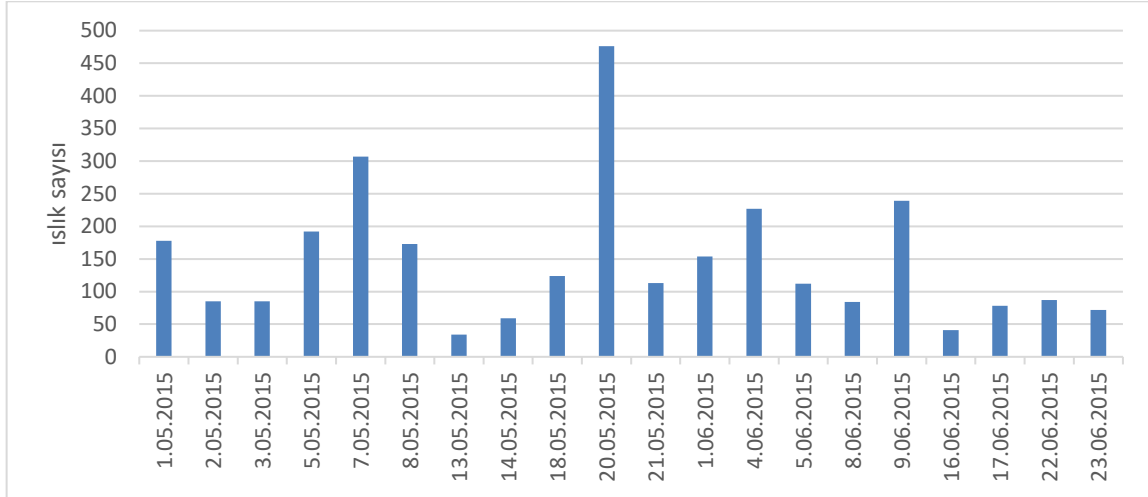
Şekil 11: Toplam 2920 ışığın, 10 dakikalık zaman aralıklarındaki dağılımı.

Yapılan analizde, çıkıcı ve inici frekanslı kontur tipinin artış gösterdiği zaman aralıklarında sabit frekanslı kontur tipinin azaldığı görülmekte; sabit frekanslı kontur tipini arttığında ise, çıkıcı ve inici kontur tipinde azalma görülmemektedir (Şekil 12).



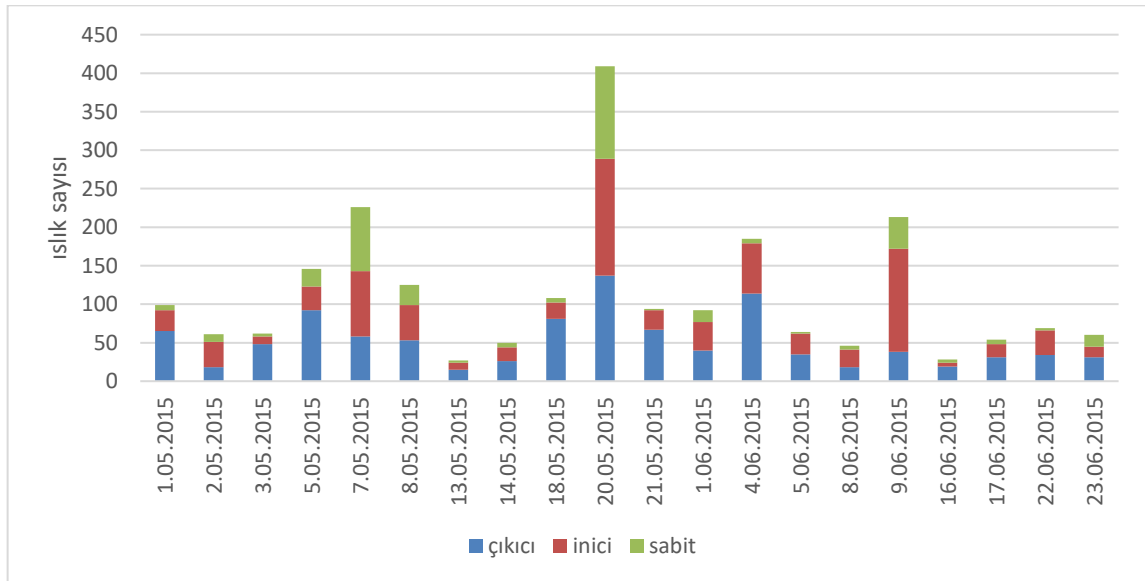
Şekil 12: Sayısal olarak en fazla görülen ilk 3 ışığın (çıkıcı, inici, sabit) her 10 dakikalık zaman dilimindeki dağılımı.

20.01.2015 tarihinde toplam ıslık sayısının diğer günlere göre daha fazla artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 13) ve en yüksek ıslık sayısına sahip olan, çıkıcı, inici, sabit frekanslı kontur tiplerinin gün içindeki dağılımlarında belirgin fark bulunmamaktadır fakat inici kontur tipi en yüksek üretim sayısına sahiptir.



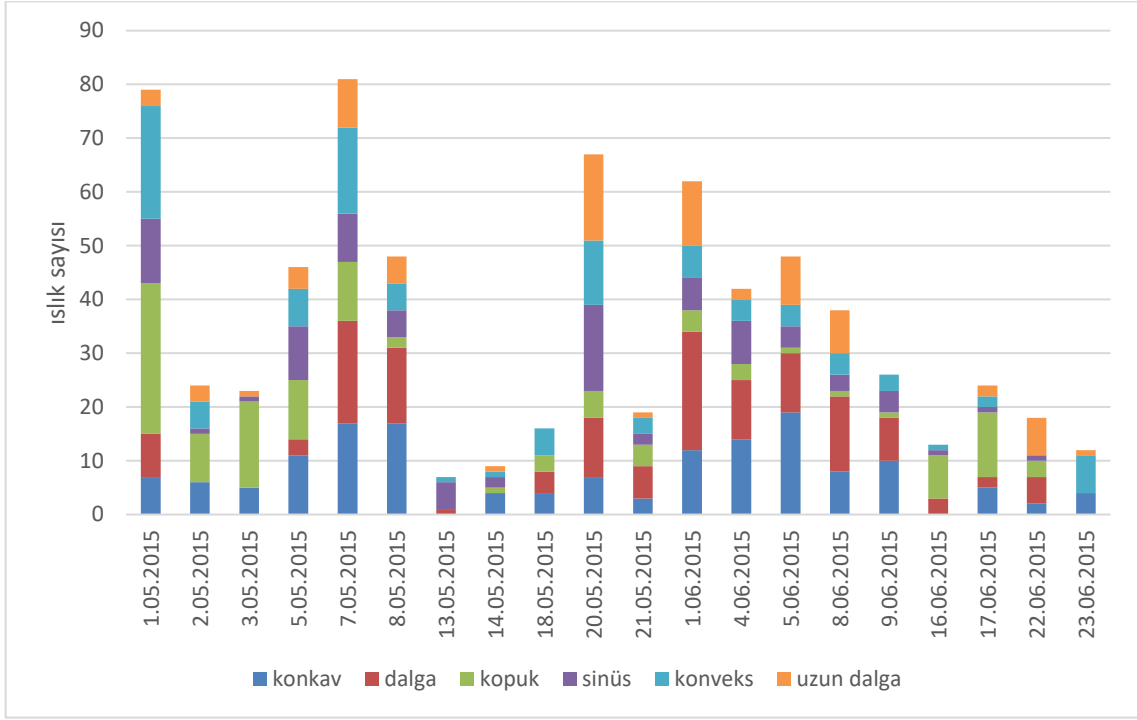
Şekil 13: Toplam ıslık sayılarının günlük dağılımı.

13.05.2015 tarihinde ise toplam ıslık sayısı en azdır ve aynı üçlü oranda çıkıcı konturu en fazladır (Şekil 14).



Şekil 14: Çıkıcı, inici ve sabit frekanslı ıslık tiplerinin günlük dağılımları.

Diğer frekans kontur tiplerinin (konkav, dalga, kopuk, sinüs, uzun dalga, konveks) sayıları kayıt günlerine göre incelendiğinde, çıkıcı, inici ve sabit frekans konturlarının artış miktarları kıyaslandığında belirgin bir ilişki şu aşamada söylenememektedir, fakat konkav, konveks ve dalga frekans ıslık konturunun her kayıt gününde tespit edildiği görülmüştür (Şekil, 15).



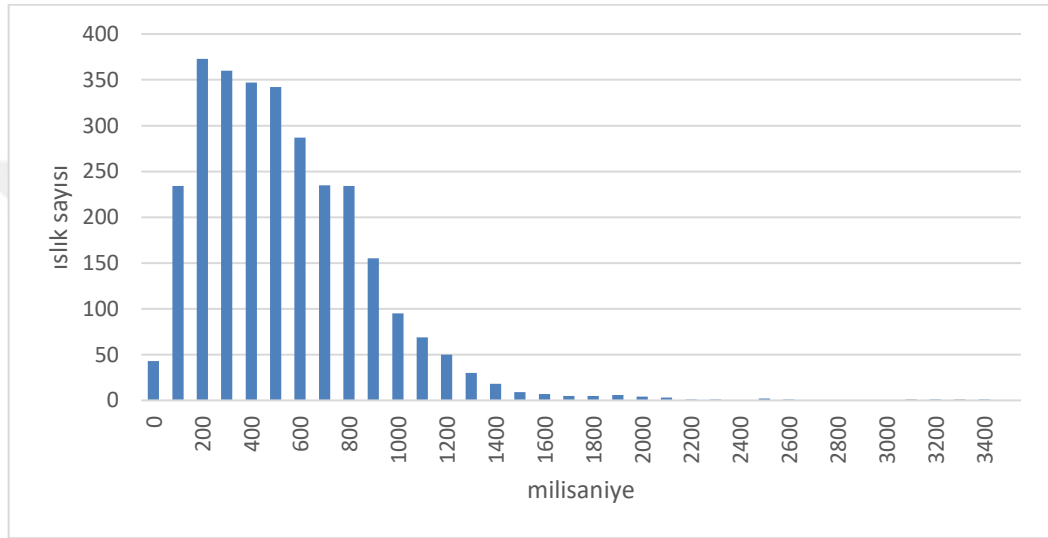
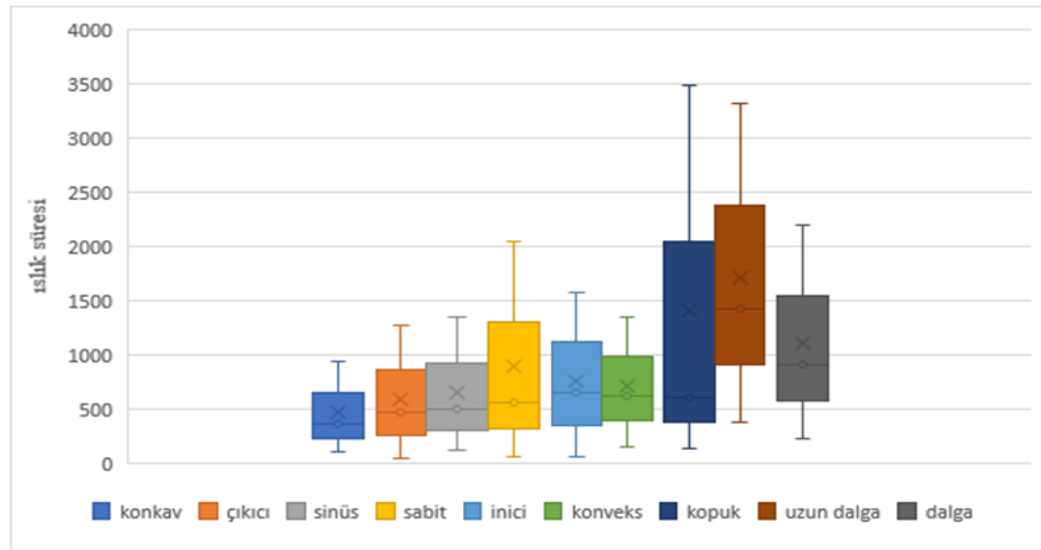
Şekil 15: Kaydedilen ıslıklar arasında en yüksek sayıya sahip üç kontur tipi (çıkıcı, inici, sabit) haricindeki kontur tiplerinin günlük dağılımları.

4.1.2. ıslıkların Süre ve Frekans Analizleri

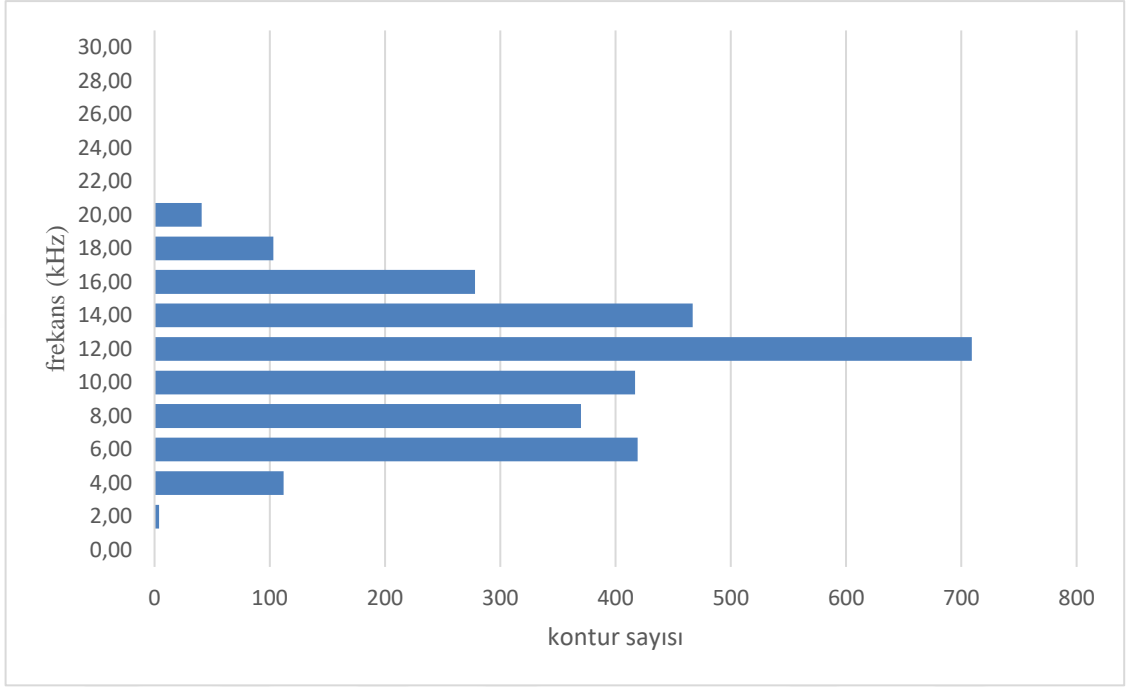
Bu çalışmada tespit edilen ıslıkların çoğunlukla 200 ila 600 milisaniye aralığında olduğu gözlenmiştir (Şekil 16). Bu ıslıklardan en kısası 39 milisaniye, uzununu ise 3481 milisaniyedir (Tablo 3). En yüksek süreli ıslık tipi, kopuk kontur iken en kısa süreye sahip ıslık tipi çıkıcı konturudur (Tablo 3; Şekil 17). Diğer kontur tipleri, kendi aralarında ortalama sürelerine göre değerlendirildiğinde ise; uzun dalga ıslık tipi, 1423 milisaniye olarak en uzun ortalama süreye sahiptir. Konkav ıslık tipi ise en kısa ortalama süreye (366 milisaniye) sahiptir. En yüksek süreye sahip ıslık tipi olan kopuk ıslık konturu ise 606 milisaniye ortalama süreye sahiptir (Tablo 3; Şekil 17). Tüm ıslıkların ortalama süresi 678,22 ms'dir (Tablo 3).

Tablo 3: Islık sürelerinin kontur tiplerine göre dağılımı.

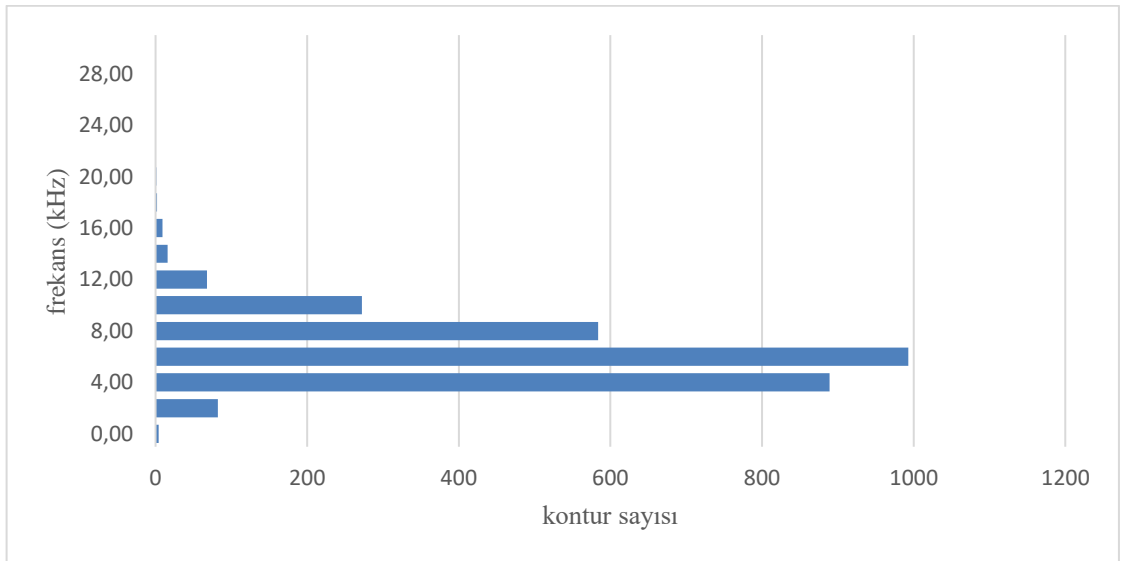
	Çıkıcı	İnici	Sabit	Konkav	Konveks	Kopuk	Sinüs	Uzun dalga	Dalga	Toplam
En kısa süre (ms)	39	58	64	102	156	138	118	383	234	39
En uzun süre (ms)	1278	1583	2048	945	1355	3481	1349	3326	2193	3481
Ortalama süre (ms)	466	648	563	366	624	606	498	1423	909	678,22

**Şekil 16:** Islıkların sürelerine göre dağılımı.**Şekil 17:** Islık sürelerinin kategorilerine göre ortalama süre dağılımları

Toplam ıslık kontur üretiminin en fazla olduğu tepe frekans aralığının 12,00-14,00 kHz; taban frekans aralığının ise 6,00-8,00 ve 4,00-6,00 kHz olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 18, 19).

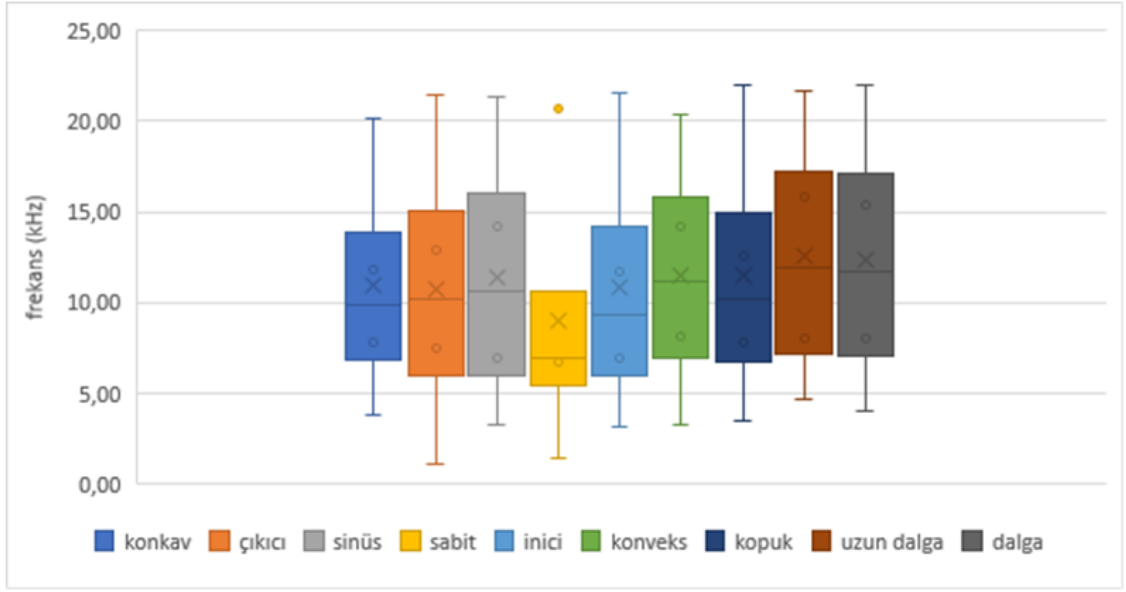


Şekil 18: Tespit edilen toplam ıslıkların tepe frekanslarının frekans bandındaki sayısal dağılımları.



Şekil 19: Tespit edilen toplam ıslıkların taban frekanslarının frekans bandındaki sayısal dağılımları.

Çalışmada tespit edilen ıslık kontur kategorilerinin frekans ortalamaları incelendiğinde, ortalama en dar frekans aralığına sabit kontur tipinin sahip olduğu görülmektedir. En geniş band aralığına ise sırası ile uzun dalga, dalga ve sinüs kontur tipleri sahiptir (Şekil 20).



Şekil 20: ıslıkların ortalama tepe ve taban frekans değerlerinin kategorilerine göre dağılımları.

Kayıt günlerine ve kontur tiplerine göre ıslıkların, taban frekans, tepe frekans, frekans bant aralığı ve ıslık süreleri ortalamaları ve bu değerlerin standart sapmaları incelenmiştir (Tablo 4, 5).

Tablo 4: Kayıt günlerine göre, ıslıkların, taban frekans, tepe frekans, frekans bant aralığı ve ıslık süreleri ortalamaları.

Tarih	Taban Frekans Ortalamaları	Tepe Frekans Ortalamaları	Frekans Bant Aralığı Ortalamaları	Islık Süresi Ortalamaları
1.05.2015	8,49 (± 2,37)	13,52 (±3,75)	5,03 (±3,12)	00,483 (±00,318)
2.05.2015	7,38 (± 1,90)	11,05 (±2,80)	3,67 (±2,40)	00,564 (±00,396)
3.05.2015	7,84 (± 2,15)	11,24 (±2,54)	3,40 (±2,40)	00,483 (±00,318)
5.05.2015	8,05 (± 2,27)	12,54 (±4,12)	4,48 (±3,08)	00,459 (±00,336)
7.05.2015	7,17 (± 2,20)	11,13 (±3,99)	3,96 (±3,21)	00,590 (±00,343)
8.05.2015	7,49 (± 2,49)	11,48 (±4,26)	3,98 (±3,27)	00,519 (±00,346)
13.05.2015	7,40 (± 2,01)	11,11 (±2,48)	3,71 (±2,28)	00,385 (±00,256)
14.05.2015	8,01 (± 2,43)	11,55 (±3,22)	3,54 (±2,58)	00,414 (±00,286)
18.05.2015	7,02 (± 2,22)	12,15 (±3,29)	5,13 (±2,98)	00,526 (±00,276)
20.05.2015	7,09 (± 2,30)	10,53 (±3,90)	3,44 (±3,20)	00,534 (±00,318)
21.05.2015	6,34 (± 1,81)	12,95 (±3,38)	6,60 (±2,80)	00,651 (±00,301)
1.06.2015	7,48 (± 2,14)	13,34 (±3,52)	5,85 (±3,09)	00,682 (±00,348)
4.06.2015	6,77 (± 1,82)	13,27 (±2,63)	6,45 (±2,59)	00,684 (±00,289)
5.06.2015	7,46 (± 1,90)	13,18 (±3,54)	5,72 (±3,33)	00,720 (±00,469)
8.06.2015	7,82 (± 2,59)	14,74 (±3,64)	6,91 (±3,55)	00,807 (±00,627)
9.06.2015	6,97 (± 2,03)	12,37 (±3,58)	5,39 (±3,18)	00,685 (±00,292)
16.06.2015	7,41 (± 1,84)	10,80 (±2,77)	3,39 (±2,22)	00,491 (±00,269)
17.06.2015	7,84 (± 2,73)	11,53 (±3,01)	3,69 (±2,30)	00,517 (±00,292)
22.06.2015	6,70 (± 2,30)	11,96 (±2,97)	5,26 (±2,95)	00,773 (±00,343)
23.06.2015	6,96 (± 1,10)	12,15 (±3,90)	5,18 (±3,56)	00,697 (±00,383)

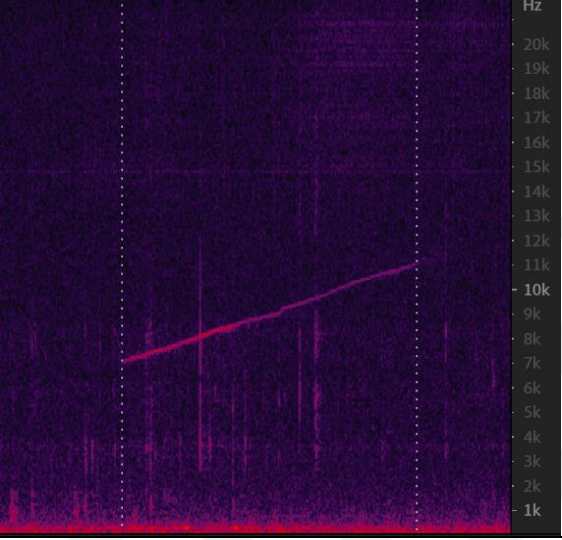
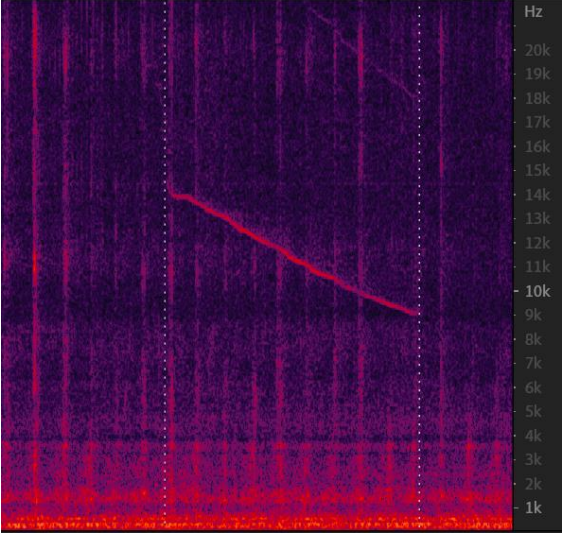
Tablo 2: Kontur tiplerine göre, ıslıkların, taban frekans, tepe frekans, frekans bant aralığı ve ıslık süreleri ortalamaları.

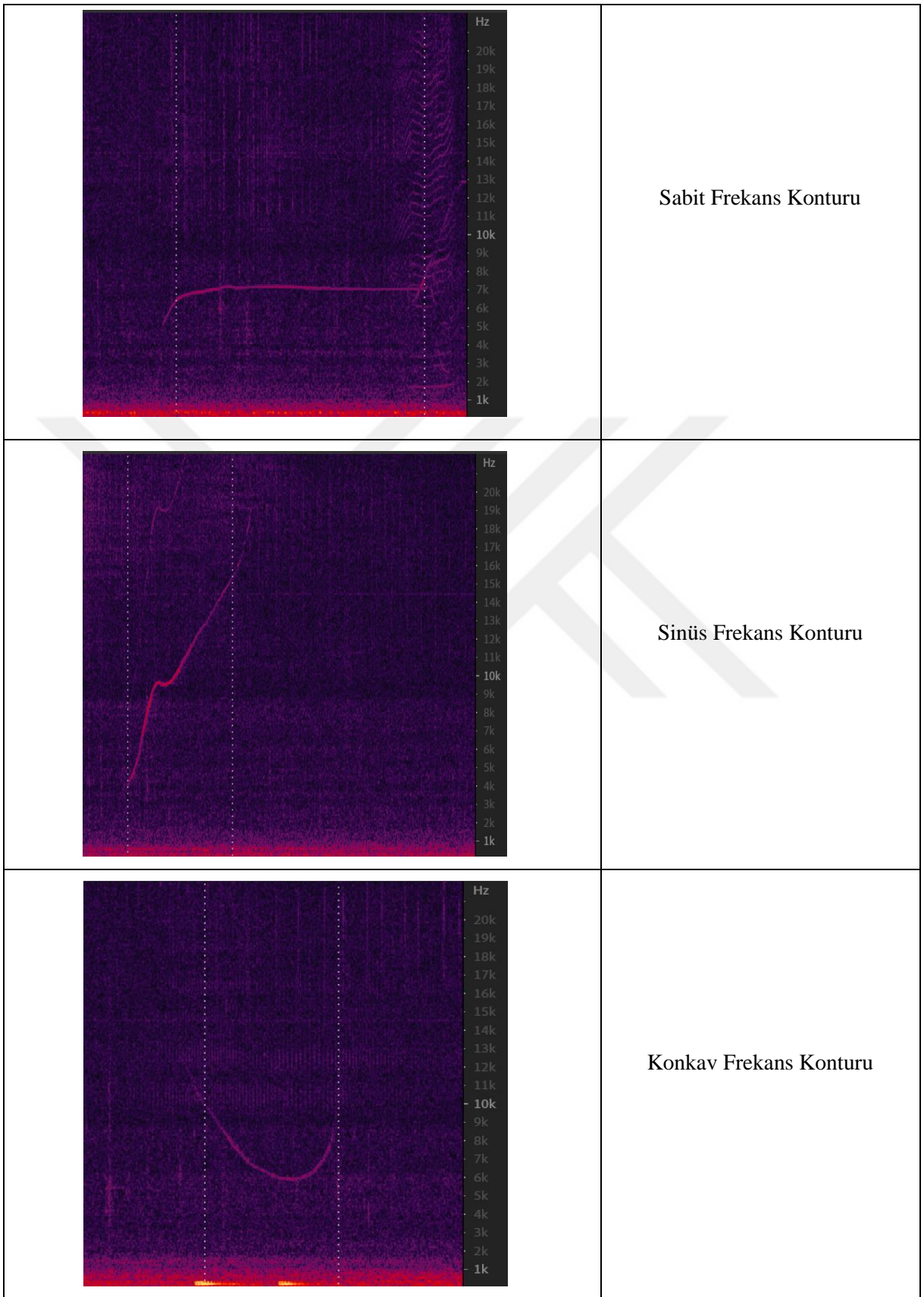
Kontur Tipi	Taban Frekans Ortalamaları	Tepe Frekans Ortalamaları	Frekans Bant Aralığı Ortalamaları	Islık Süresi Ortalamaları
çıkıcı	7,53 (± 2,27)	12,87 (± 3,09)	5,33 (± 2,83)	00.465 (± 00.254)
inici	6,92 (± 2,05)	11,72 (± 3,21)	4,80 (± 2,70)	00.648 (± 00.289)
sabit	6,70 (± 2,43)	7,21 (± 2,43)	0,50 (± 0,75)	00.563 (± 00.331)
konkav	7,85 (± 1,78)	11,79 (± 3,13)	3,93 (± 2,59)	00.365 (± 00.197)
dalga	8,01 (± 1,81)	15,43 (± 2,69)	7,42 (± 2,70)	00.908 (± 00.378)
kopuk	7,85 (± 2,77)	12,58 (± 4,66)	4,73 (± 3,40)	00.605 (± 00.391)
sinüs	6,93 (± 2,34)	14,21 (± 2,72)	7,27 (± 2,94)	00.498 (± 00.249)
konveks	8,15 (± 2,57)	14,23 (± 2,50)	6,07 (± 3,33)	00.624 (± 00.298)
uzun dalga	8,04 (± 1,40)	15,79 (± 2,47)	7,74 (± 2,44)	01.423 (± 00.615)

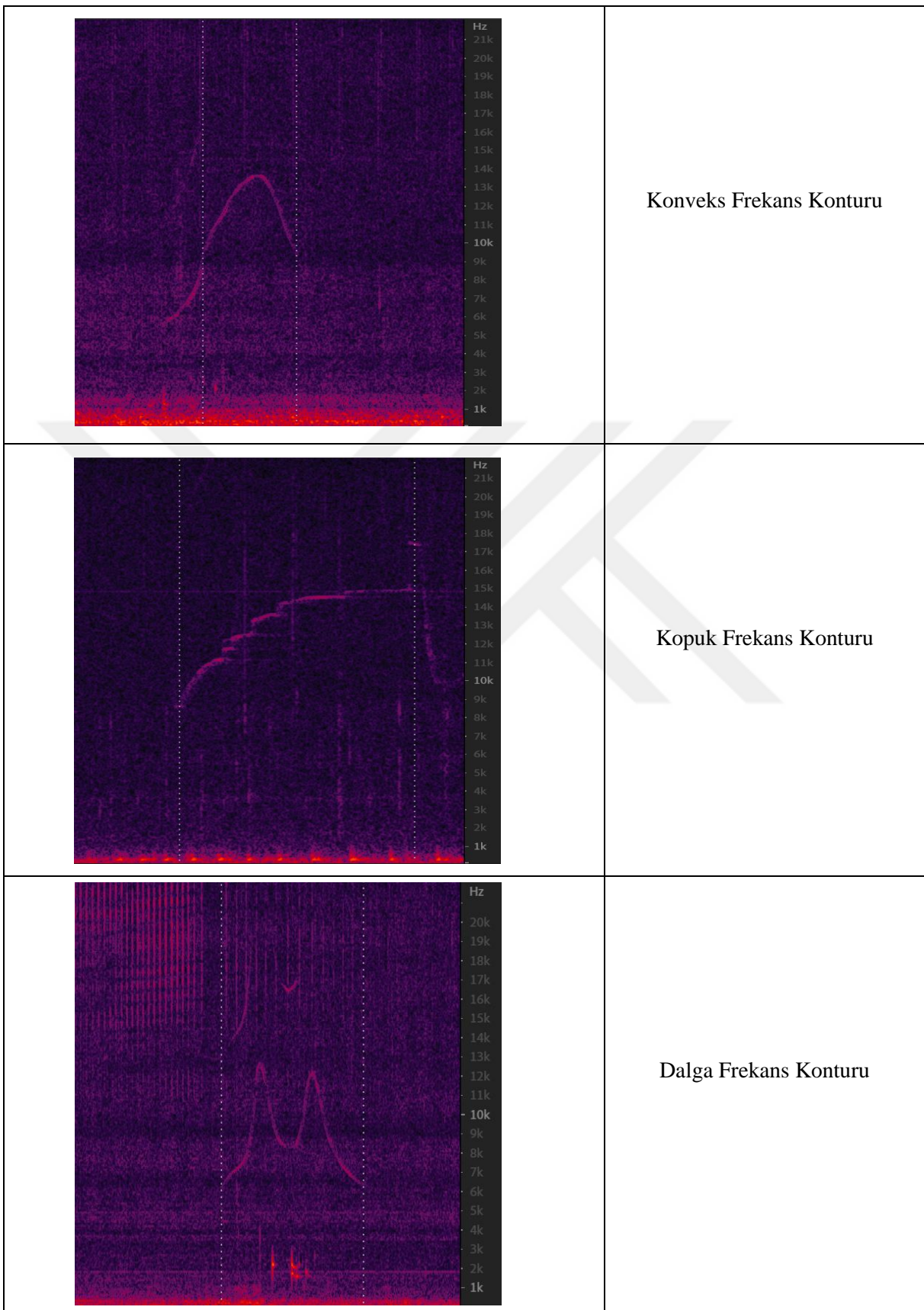
4.1. ÇALIŞMADA TESPİT EDİLEN ISLIK KONTUR ÖRNEKLERİ

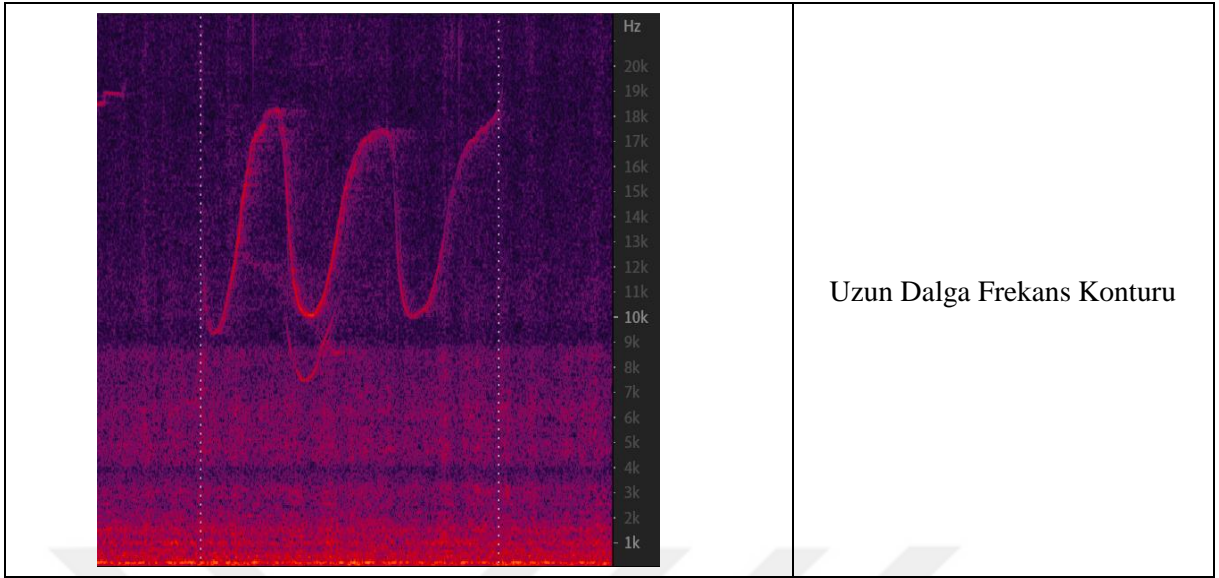
Bu çalışmada tespit edilen; çıkıcı, inici, sabit, sinüs, konkav, konveks, kopuk, dalga, uzun dalga frekans konturlarının birer spektrogram görüntü örneği Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Çalışmada tespit edilen ıslık frekans konturları.

SPEKTROGRAM GÖRÜNTÜSÜ	KONTUR TİPİ
	<p>Çıkıcı Frekans Konturu</p>
	<p>İnici Frekans Konturu</p>





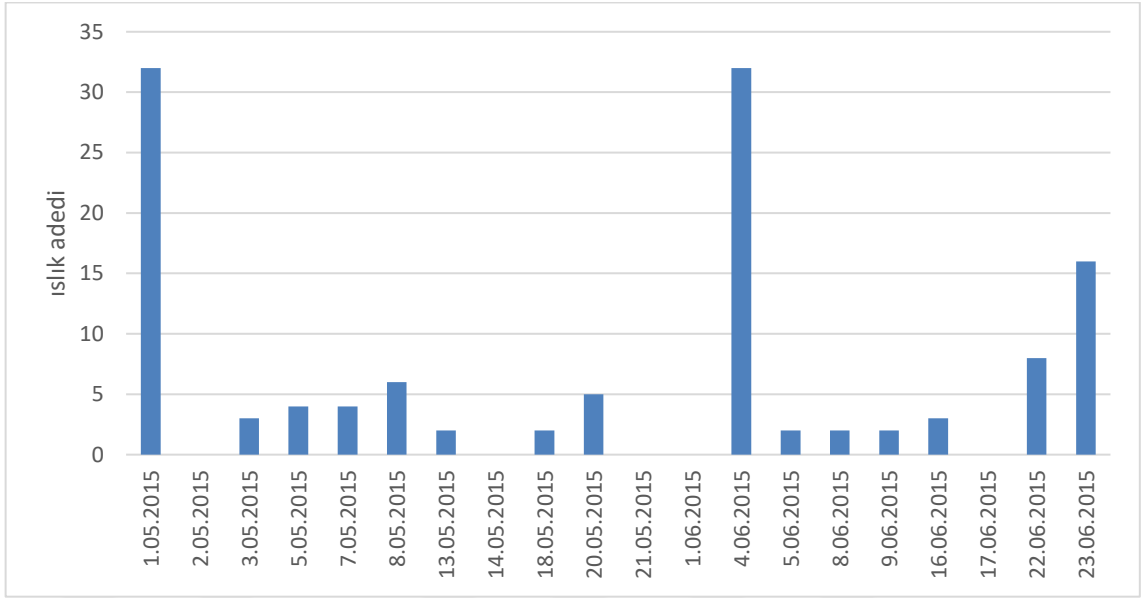


4.2. BİREYE ÖZGÜ ISLIKLARIN ANALİZLERİ

Çalışmada tespit edilen toplam 2920 ıslığın 17 tanesi (%0.58) bireye özgü ıslık olma ihtimalli ıslıklar olarak belirlenmiştir. Toplamda 123 bireye özgü ıslığın üretildiği belirlenmiş ve bu ıslıkların gün ve ıslık tiplerine göre dağılımı Tablo 8’de verilmiştir.

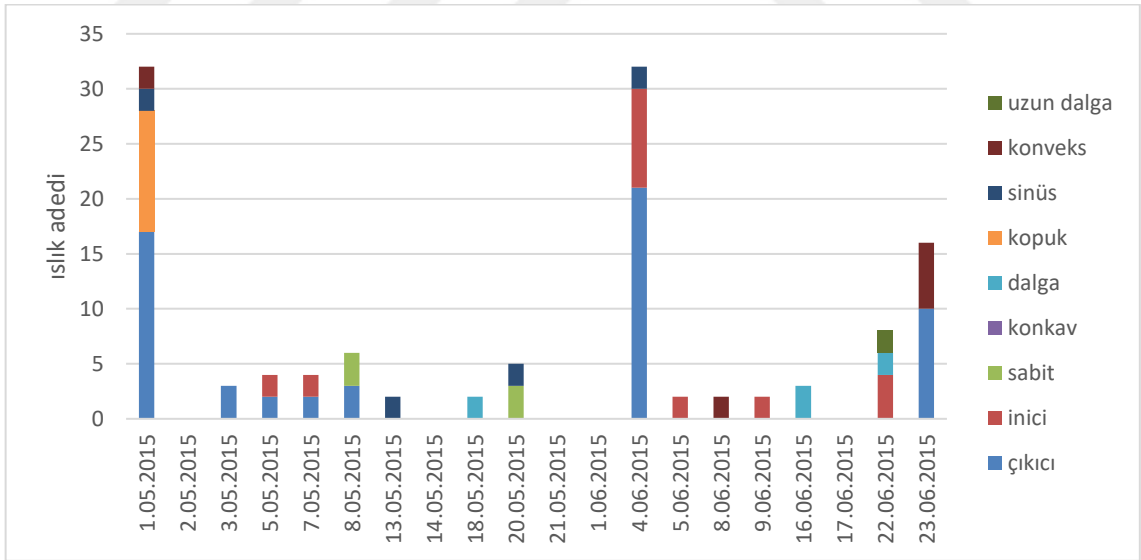
Tablo 4: Bireye özgü ıslıkların, gün ve kontur tiplerine göre dağılımı.

Tarih	çıkıcı	inici	sabit	konkav	dalga	kopuk	sinüs	konveks	uzun dalga	Toplam
1.05.2015	17	0	0	0	0	11	2	2	0	32
2.05.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.05.2015	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5.05.2015	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
7.05.2015	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
8.05.2015	3	0	3	0	0	0	0	0	0	6
13.05.2015	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
14.05.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.05.2015	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
20.05.2015	0	0	3	0	0	0	2	0	0	5
21.05.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.06.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.06.2015	21	9	0	0	0	0	2	0	0	32
5.06.2015	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
8.06.2015	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
9.06.2015	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
16.06.2015	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
17.06.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.06.2015	0	4	0	0	2	0	0	0	2	8
23.06.2015	10	0	0	0	0	0	0	6	0	16
Toplam	58	21	6	0	7	11	8	10	2	123



Şekil 21: Toplam bireye özgü ıslık sayılarının günlük dağılımı.

En fazla bireye özgü olma ihtimali olan ıslık tespiti, 01.05.2015 ve 04.06.2015 tarihlerinde yapılmıştır (Şekil 21). Bu iki günde de çıkıcı ıslık kontur adedinin kontur tiplerinin oransal dağılımı arasında en fazla olduğu görülmektedir (Şekil 22).



Şekil 22: Bireye özgü ıslıkların, gün ve ıslık tiplerine göre dağılımı.

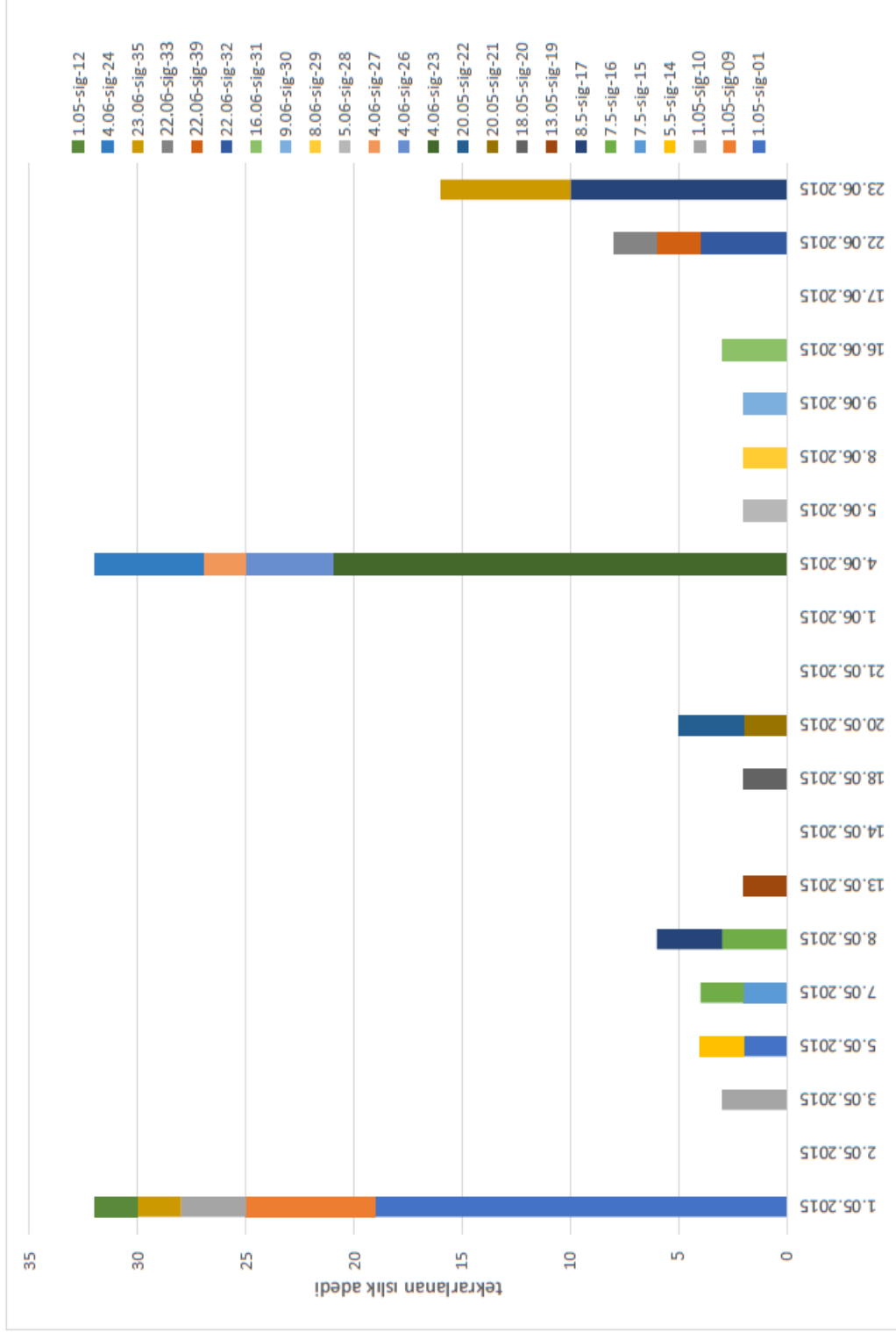
Her bir bireye özgü ıslık olma ihtimali olan ıslıkların, kayıt günlerindeki (gece 00:00 ila 02:00 arasında) tekrarlanma sayıları analiz edilmiştir. Bu incelemeye göre, ıslık sayısı olarak en çok

4.06-sig-23 kodlu bireye özgü ıslık tekrarlanmıştır (26 kere), fakat bu ıslık sadece bir gün (4.06.2015) içerisinde birbiri ardına üretilmiştir. Farklı günlerde tekrarlanan bireye özgü ıslıklar incelendiğinde ise, 1.05-sig-01, 1.05-sig-10, 7.5-sig-16, 8.5-sig-17 kodlu ıslıkların farklı günlerde tekrarlandığı görülmüştür. 4.06-sig-23 ve 4.06-sig-24 kodlu bireye özgü ıslıkların 4.06.2015 tarihinde; 8.5-sig-17 ve 23.06-sig-35 kodlu bireye özgü ıslıkların ise 23.06.2015 tarihinde aynı anda üretildiği belirlenmiştir (Tablo, 8). En fazla bireye özgü ıslığın belirlendiği 1.05.2015 ve 4.06.2015 tarihlerinde sırasıyla; 5 ve 4 farklı bireye özgü ıslığın üretildiği tespit edilmiştir (Şekil, 23).



Tablo 5: Bireye özgü ıslık olarak kod oluşturulmuş her bir ıslığın, kayıt tarihlerine göre tekrarlanma adedi.

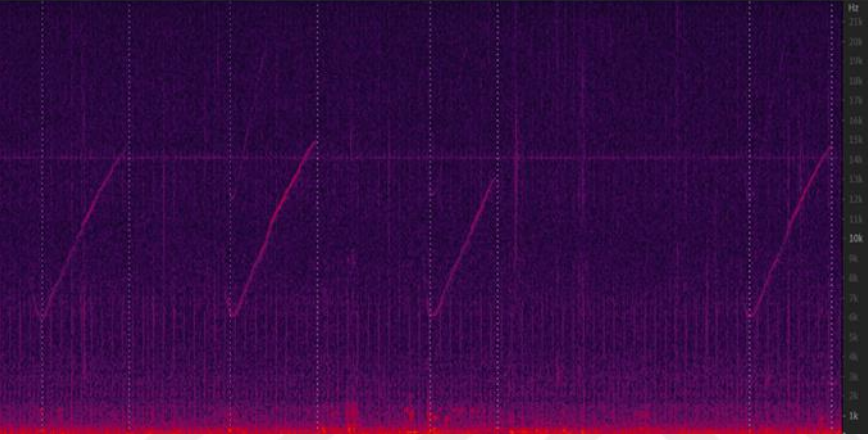
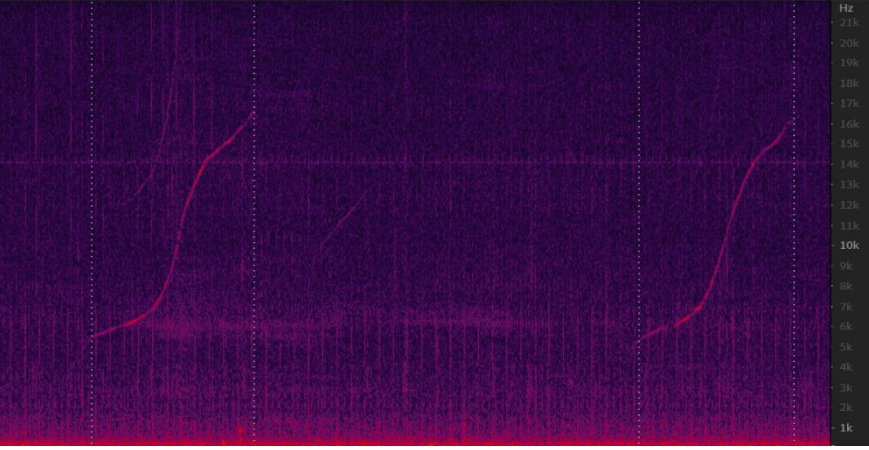
Bireye özgü ıslık kodu	Tarih	Toplam																					
		1.05.2015	2.05.2015	3.05.2015	5.05.2015	7.05.2015	8.05.2015	13.05.2015	14.05.2015	18.05.2015	20.05.2015	21.05.2015	1.06.2015	4.06.2015	5.06.2015	8.06.2015	9.06.2015	16.06.2015	17.06.2015	22.06.2015	23.06.2015		
1.05-sig-01		19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
1.05-sig-09		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1.05-sig-10		3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1.05-sig-12		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5.5-sig-14		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7.5-sig-15		0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7.5-sig-16		0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
8.5-sig-17		0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13
13.05-sig-19		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18.05-sig-20		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20.05-sig-21		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20.05-sig-22		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4.06-sig-23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	21
4.06-sig-24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
4.06-sig-26		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4.06-sig-27		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5.06-sig-28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
8.06-sig-29		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
9.06-sig-30		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
16.06-sig-31		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
22.06-sig-32		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
22.06-sig-39		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
22.06-sig-33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
23.06-sig-35		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
Toplam		32	0	3	4	4	6	2	0	2	5	0	0	32	2	2	3	0	0	8	16	123	

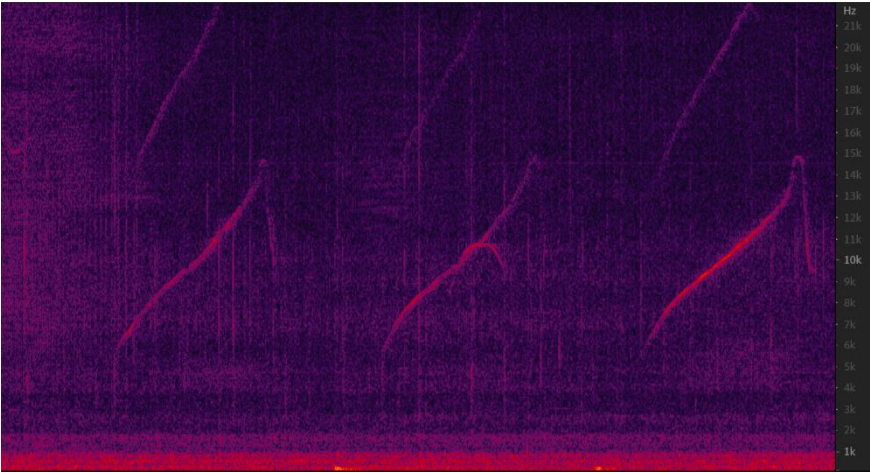
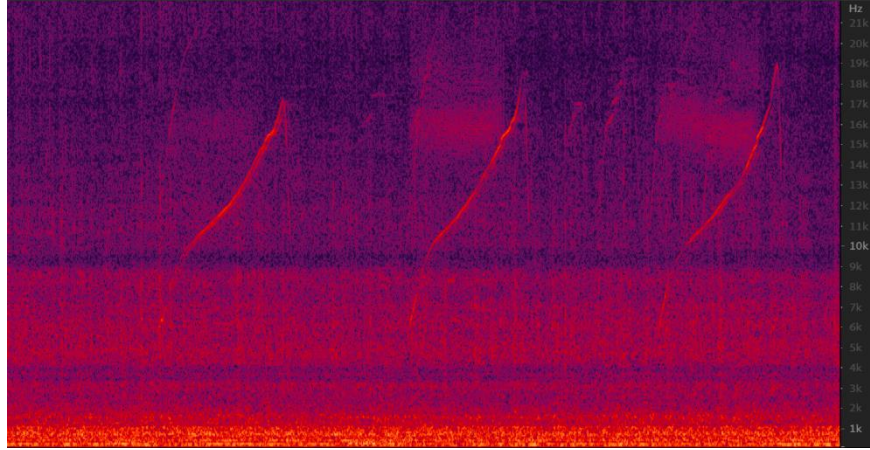
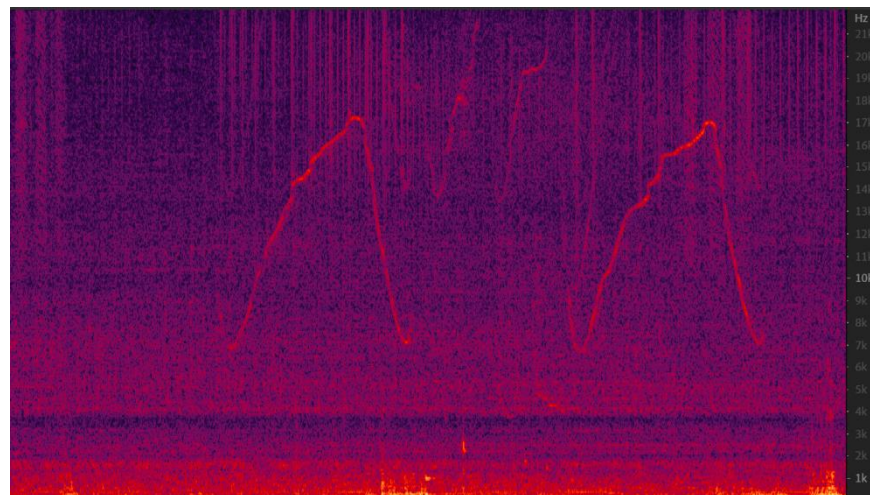


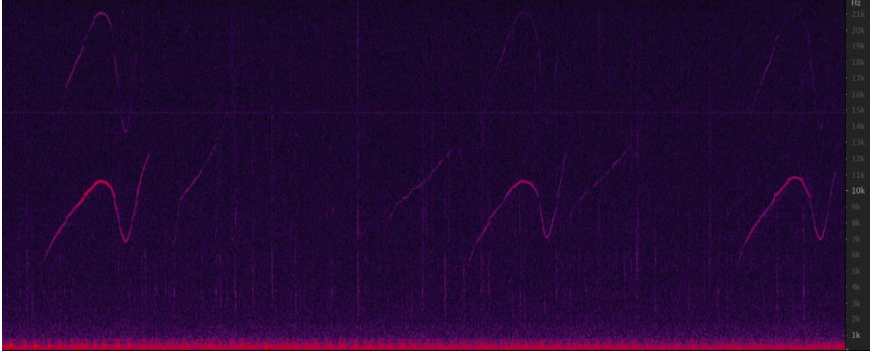
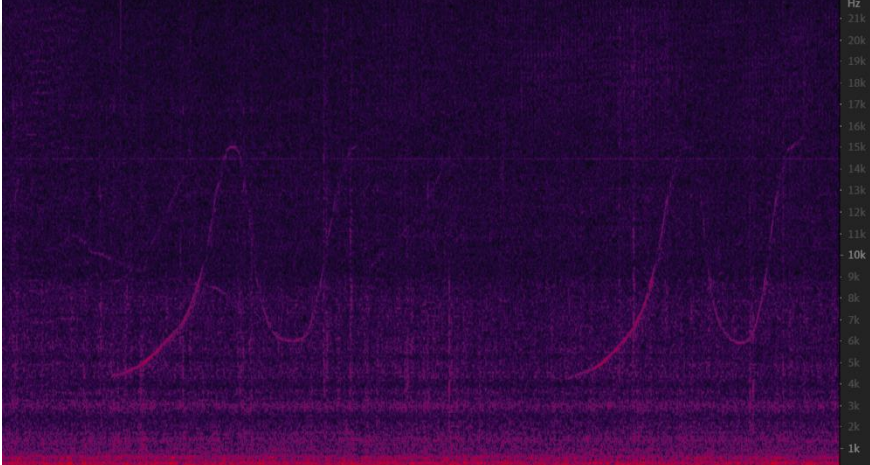
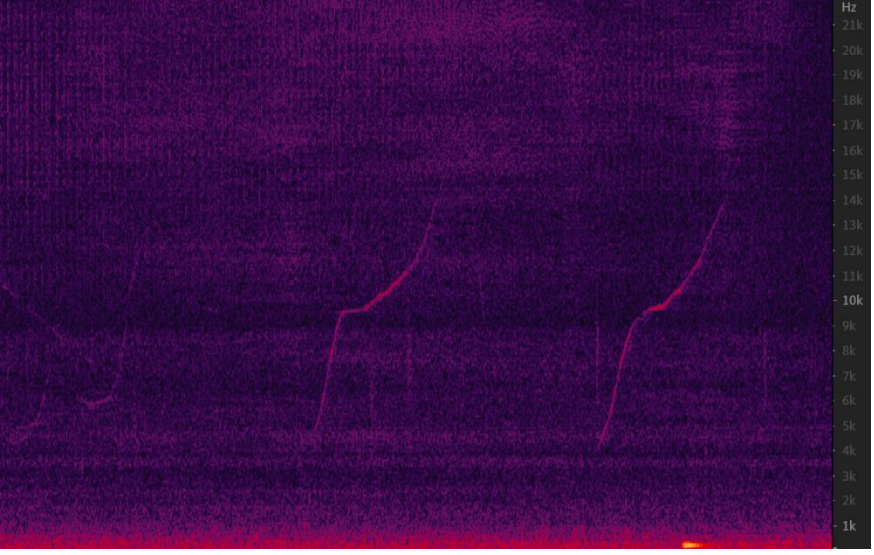
4.2.1. Tespit edilen bireye özgü olma ihtimali olan ıslık kontur örnekleri

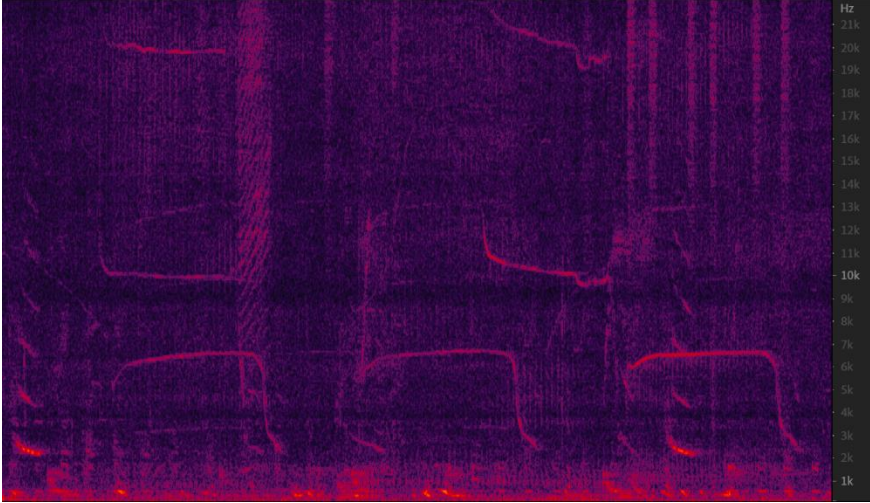
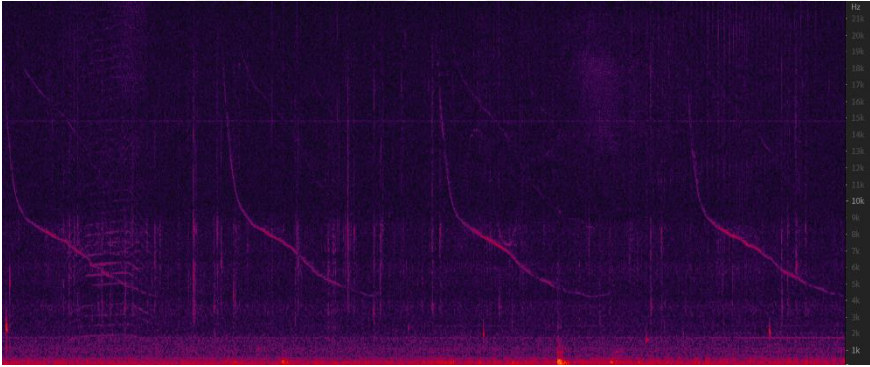
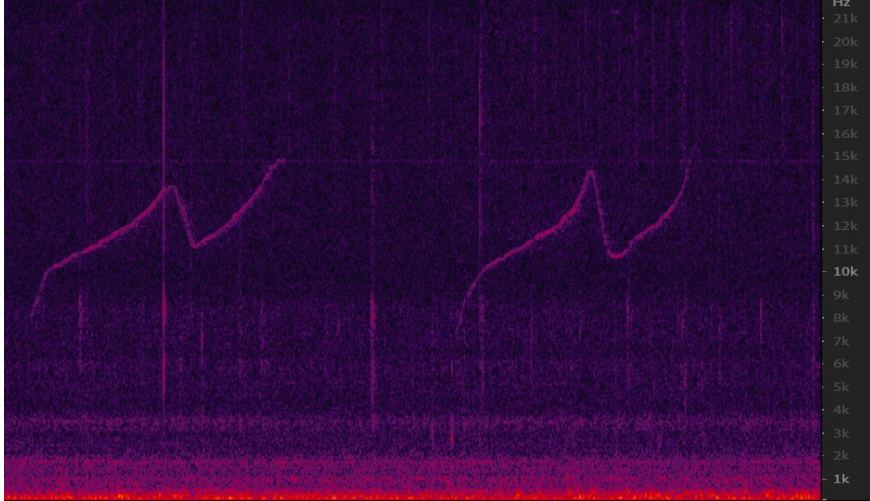
Bu çalışmada tespit edilen; bireye özgü olma ihtimali olan frekans konturlarının 12 tanesi için birer spektrogram görüntü örneği Tablo 9’da gösterilmiştir.

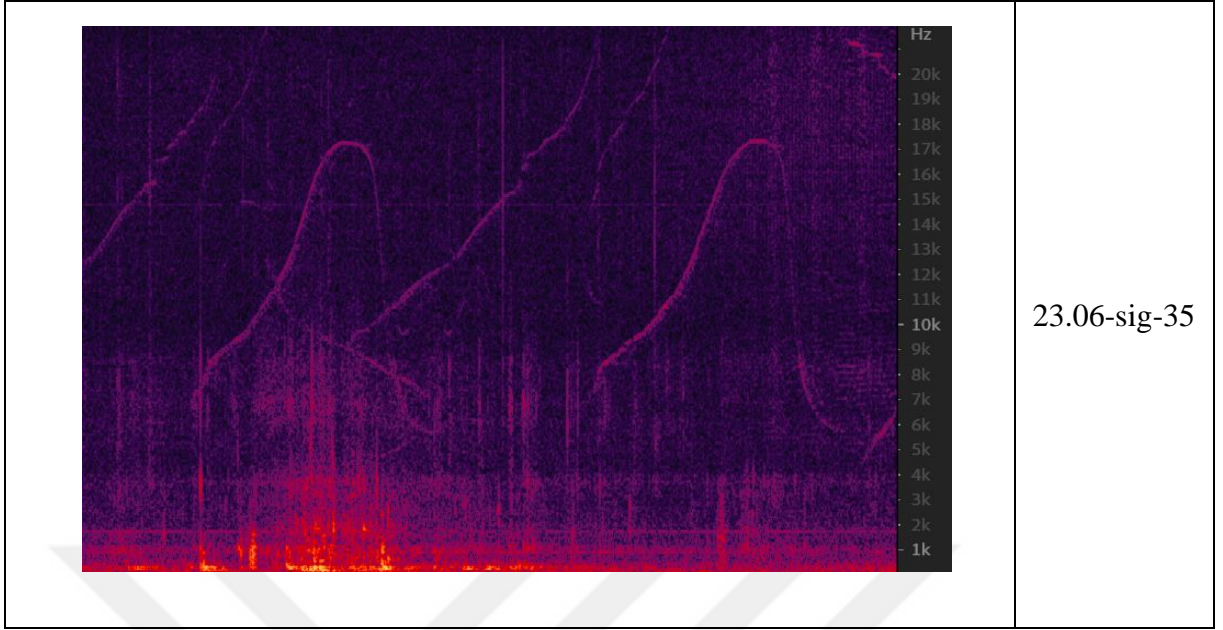
Tablo 6: Çalışmada tespit edilen bazı bireye özgü olma ihtimali olan ıslık konturlarının spektrogram görüntüleri

SPEKTROGRAM GÖRÜNTÜSÜ	Birey Kodu
	1.05-sig-11
	1.05-sig-12

 A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k in increments of 1k. The plot shows several distinct, upward-sloping frequency bands that appear to be part of a complex signal. The color scale transitions from dark purple at the bottom to bright red at the top, indicating intensity.	4.06-sig-23
 A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k in increments of 1k. The plot shows several distinct, upward-sloping frequency bands. The color scale transitions from dark purple at the bottom to bright red at the top, indicating intensity.	8.5-sig-17
 A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k in increments of 1k. The plot shows several distinct, upward-sloping frequency bands. The color scale transitions from dark purple at the bottom to bright red at the top, indicating intensity.	8.06-sig-29

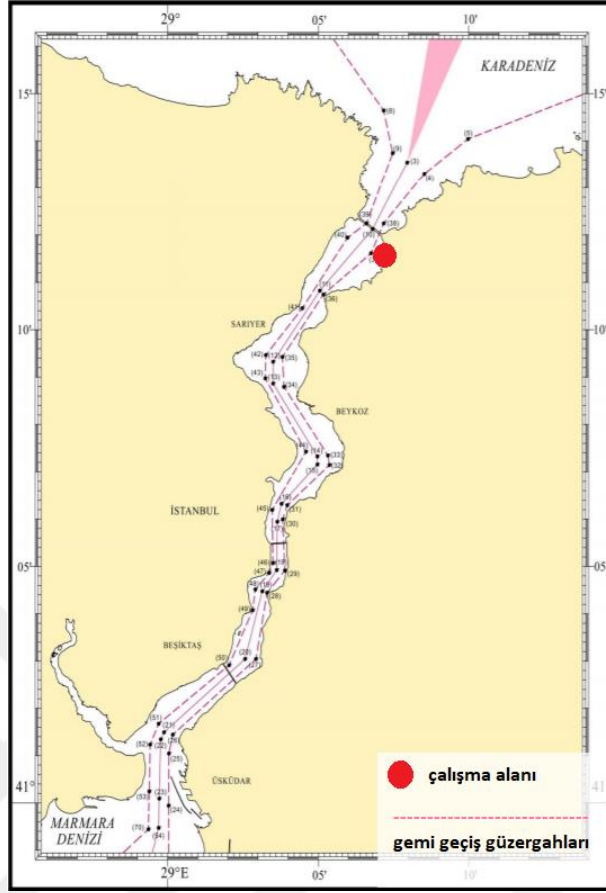
 <p>A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k. The horizontal axis represents time. The plot shows a complex signal with multiple peaks and troughs, primarily concentrated between 10k and 15k Hz.</p>	16.06-sig-31
 <p>A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k. The horizontal axis represents time. The plot shows a complex signal with multiple peaks and troughs, primarily concentrated between 10k and 15k Hz.</p>	18.05-sig-20
 <p>A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k. The horizontal axis represents time. The plot shows a complex signal with multiple peaks and troughs, primarily concentrated between 10k and 15k Hz.</p>	20.05-sig-21

 <p>A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k in increments of 1k. The horizontal axis represents time. The plot shows a complex signal with multiple distinct frequency components, including a prominent low-frequency component around 3-4 kHz and several higher-frequency components between 6 kHz and 20 kHz. The signal appears to be a speech or audio recording with clear formants.</p>	20.05-sig-22
 <p>A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k in increments of 1k. The horizontal axis represents time. The plot shows a signal with a dominant low-frequency component around 3-4 kHz and several higher-frequency components between 6 kHz and 20 kHz. The signal appears to be a speech or audio recording with clear formants.</p>	22.06-sig-32
 <p>A spectrogram showing frequency content over time. The vertical axis is labeled 'Hz' and ranges from 1k to 21k in increments of 1k. The horizontal axis represents time. The plot shows a signal with a dominant low-frequency component around 3-4 kHz and several higher-frequency components between 6 kHz and 20 kHz. The signal appears to be a speech or audio recording with clear formants.</p>	22.06-sig-33



4.3. BÖLGEDEKİ SUALTI GÜRÜLTÜSÜ

Bu çalışmada sadece gece kayıtları incelendiği için doğrudan gözlem yapılmamıştır. İncelenen kayıtlardaki sualtı gürültüleri incelenmiş ve gemi gürültüleri olabilecek gürültülerin olduğu zaman aralıklarındaki ıslık konturları ayrıca değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın çıktılarını referans alarak sualtı gürültüsündeki gemi varlığı ve yokluğu ile ıslık sesleri kıyaslanmıştır (Tablo 10). Ayrıca çalışma alanının olduğu bölgedeki gemi geçiş yolları da Şekil 24'teki haritada görülmektedir. Bu transit gemi geçiş yolları çalışma bölgesine yaklaşık 900 m uzaklıktadır.

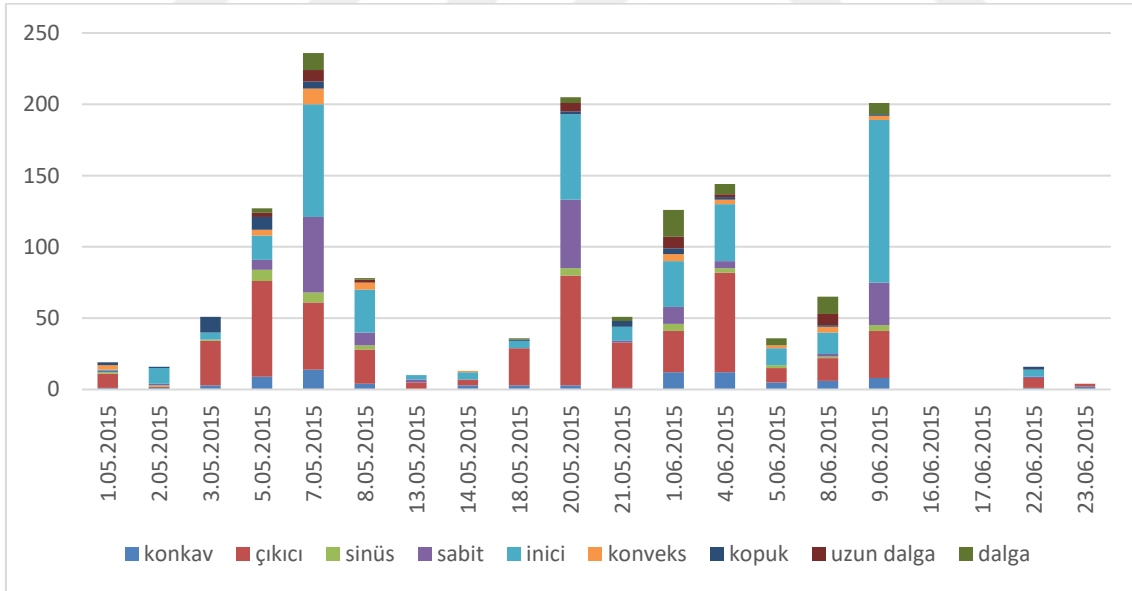


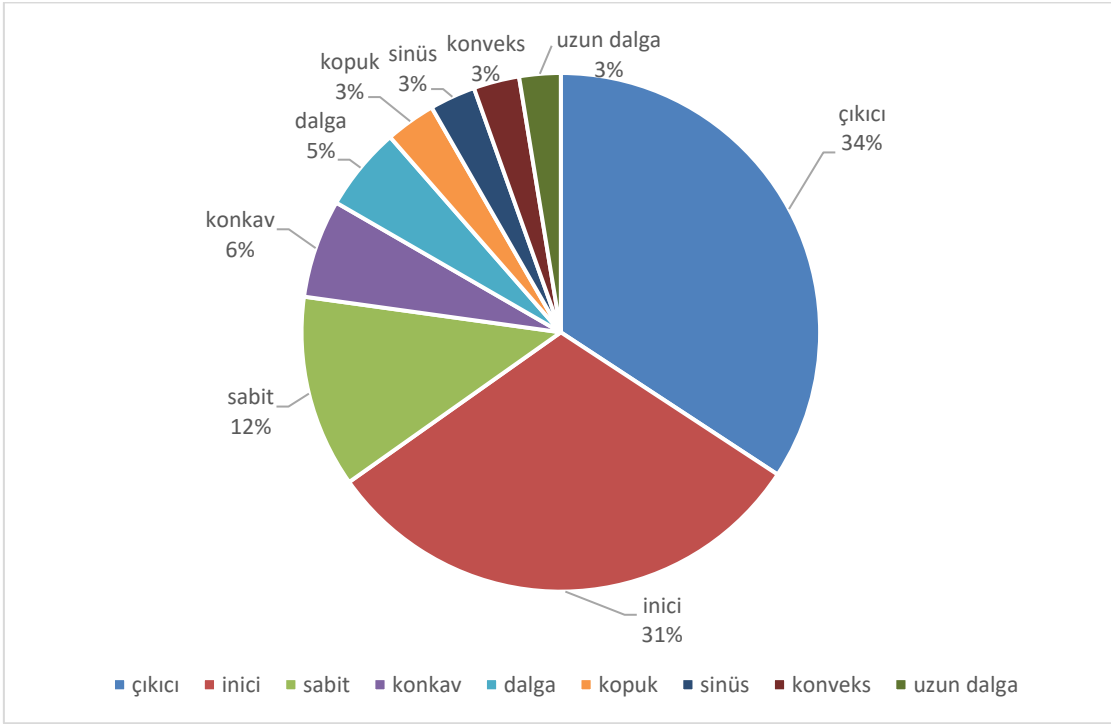
Şekil 24: İstanbul Boğazı'ndaki gemi geçiş yolları ve çalışma alanı (Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği, 2019).

Gemi gürültüsü altında üretilmiş olan ve tespit edilen kontur tipleri kategorilerine göre günler bazında değerlendirilmiştir. Toplam 1434 ışığın gemi gürültüsü varlığında üretildiği bunların en fazlasının 7.05.2015 tarihinde olduğu görülmektedir (Tablo 10). Sırası ile çıkıcı, inici ve sabit frekans kontur tipleri toplam kayıt süresinde (gürültülü ve gürültüsüz) olduğu gibi gürültülü zaman aralıklarında da en çok ilk 3 kontur tipleridir ve sırasıyla yüzdeleri; %34, %31 ve %12'dir (Şekil 25; Şekil 26).

Tablo 7: Gemi gürültüsü altında üretilen ıslık konturlarının kategorilerine göre dağılım sayıları.

TARİH	Toplam	Konkav	Çıkıcı	Sinüs	Sabit	İnici	Konveks	Kopuk	Uzun dalga	Dalga
1.05.2015	19	1	10	1	1	1	3	2	0	0
2.05.2015	16	1	1	1	1	11	0	1	0	0
3.05.2015	51	3	31	1	0	5	0	11	0	0
5.05.2015	127	9	67	8	7	17	4	9	3	3
7.05.2015	236	14	47	7	53	79	11	5	8	12
8.05.2015	78	4	24	3	9	30	5	0	2	1
13.05.2015	10	0	5	0	2	3	0	0	0	0
14.05.2015	13	3	4	0	0	5	1	0	0	0
18.05.2015	36	3	26	0	0	5	0	1	0	1
20.05.2015	205	3	77	5	48	60	0	2	6	4
21.05.2015	51	1	32	0	1	10	0	4	0	3
1.06.2015	126	12	29	5	12	32	5	4	8	19
4.06.2015	144	12	70	3	5	40	3	2	2	7
5.06.2015	36	5	10	2	0	12	2	0	0	5
8.06.2015	65	6	16	1	2	15	4	1	8	12
9.06.2015	201	8	33	4	30	114	3	1	0	8
16.06.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.06.2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.06.2015	16	1	7	0	1	5	0	2	0	0
23.06.2015	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	1434	88	491	41	172	444	41	45	37	75

**Şekil 25:** Gemi gürültüsü altında üretilen ıslık frekans konturlarının günlere göre dağılımı.



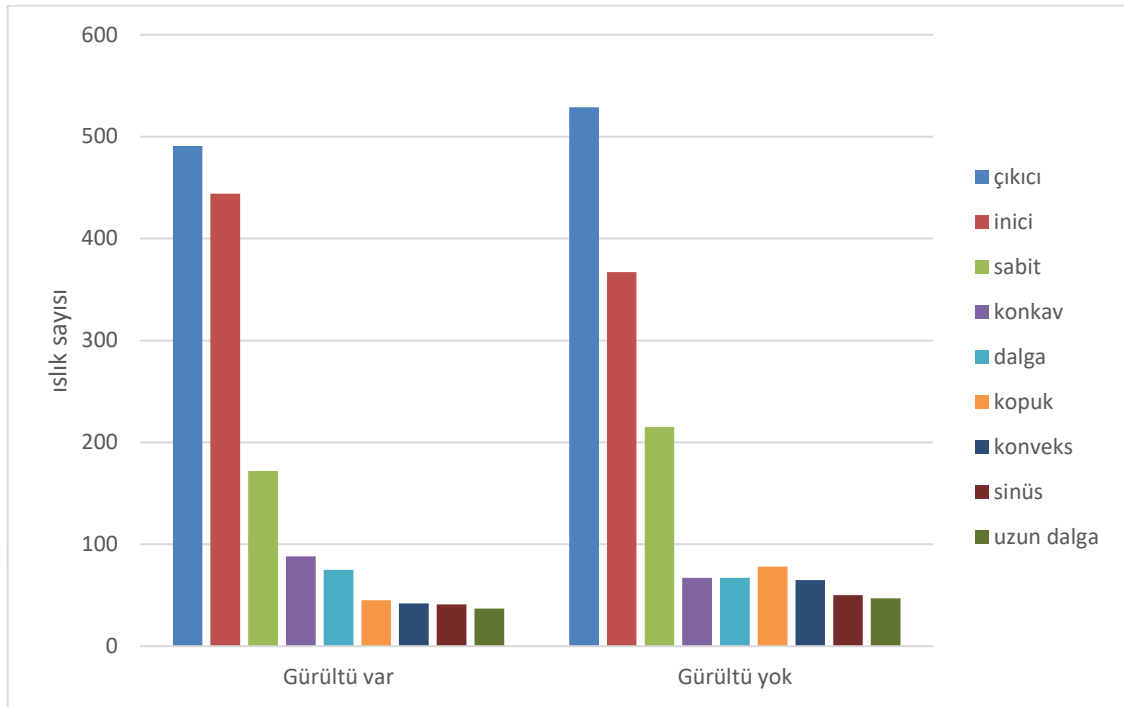
Şekil 26: Gemi gürültüsü altında üretilen ıslık frekans konturlarının kategorilerine göre yüzdeleri.

Toplam ıslık sayıları kontur tiplerine ve gürültü var-yok durumlarına göre incelendiğinde, gürültülü ortam ve gürültüsüz ortamda üretilen ıslık sayılarında belirgin farklılıklar olmamaktadır (Tablo 11).

Tablo 8: ıslık frekans konturlarının gürültü varlığında ve yokluğundaki dağılımı.

	Toplam	inisi	çıkıcı	sabit	konveks	konkav	kopuk	sinüs	uzun dalga	dalga
Gürültü var	1435	444	491	172	42	88	45	41	37	75
Gürültü yok	1485	367	529	215	65	67	78	50	47	67

Gürültüsüz ortamda olduğu gibi gürültülü ortamda da en yüksek ıslık sayısına sahip çıkıcı ve inisi kontur tipleridir (Şekil 27). Bu kontur tipleri, kendi aralarında kayıt tarihlerine göre incelendiğinde, yine belirgin farklılıklar görülmemektedir (Tablo 12).



Şekil 27: Gürültülü ve gürültüsüz ortamda üretilen ıslık frekans kontur tiplerinin, sayısal dağılım kıyaslaması.

Tablo 9: Çıkıcı ve inici frekans kontur tiplerinin, kayıt gürültü varlığında ve yokluğundaki sayısal dağılımının kayıt tarihlerine göre ayrımı.

TARİH	Gürültü var		Gürültü yok	
	çıkıcı	inici	çıkıcı	inici
1.05.2015	10	1	55	26
2.05.2015	1	11	17	22
3.05.2015	31	5	17	5
5.05.2015	67	17	25	14
7.05.2015	47	79	11	6
8.05.2015	24	30	29	16
13.05.2015	5	3	10	6
14.05.2015	4	5	22	13
18.05.2015	26	5	55	16
20.05.2015	77	60	60	92
21.05.2015	32	10	35	15
1.06.2015	29	32	11	5
4.06.2015	70	40	44	25
5.06.2015	10	12	25	15
8.06.2015	16	15	2	8
9.06.2015	33	114	5	20
16.06.2015	0	0	19	5
17.06.2015	0	0	31	17
22.06.2015	7	5	27	27
23.06.2015	2	0	29	14
Toplam	491	444	529	367

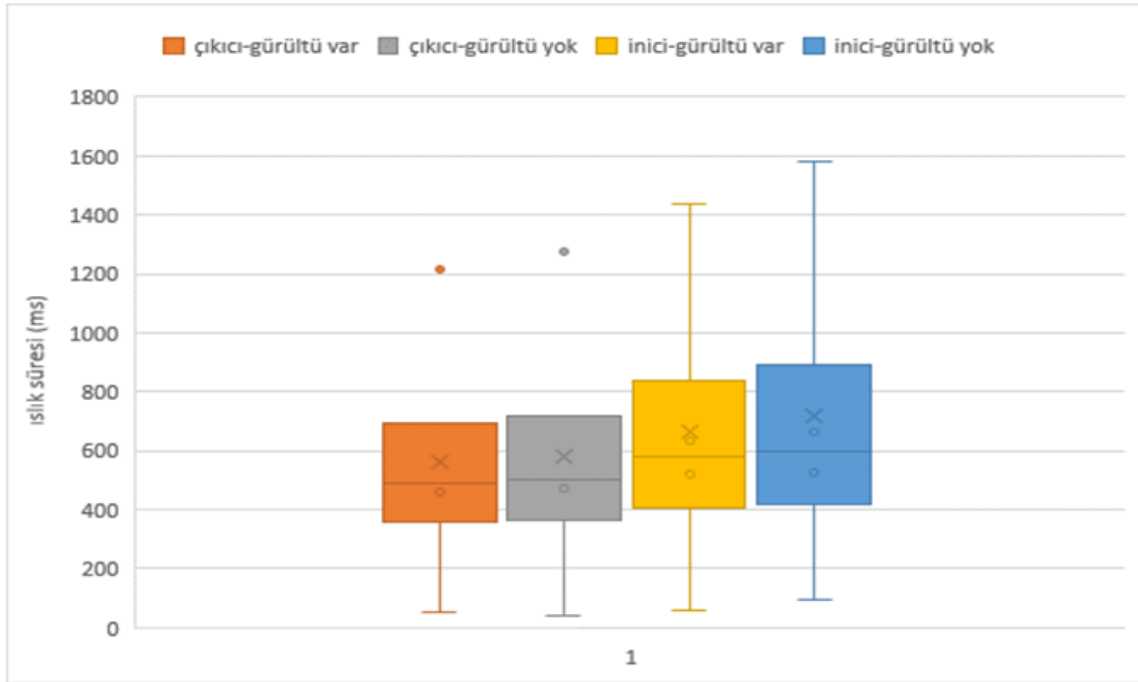
Gürültü varlığı ve yokluğu için tüm ıslık tipleri değerlendirmeye alınarak ıslık süreleri Tablo 13'te incelenmiştir. Bu sebep ile en yüksek ıslık sayısına sahip olan çıkıcı ve inici kontur tipleri ıslık sürelerine göre incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda belirgin bir farklılık olmadığı görülmüştür (Tablo 14; Şekil 28).

Tablo 10: Tüm ıslık sürelerinin (milisaniye), gürültü varlığındaki ve yokluğundaki karşılaştırması.

ıslık süresi (ms)	en düşük	en yüksek	ortalama	ortanca
gürültü var	53	3481	580	523
gürültü yok	39	3110	591	530

Tablo 11: Çıkıcı ve İnici frekans kontur tipindeki ıslıkların ıslık sürelerinin, gürültü varlığındaki ve yokluğundaki karşılaştırması.

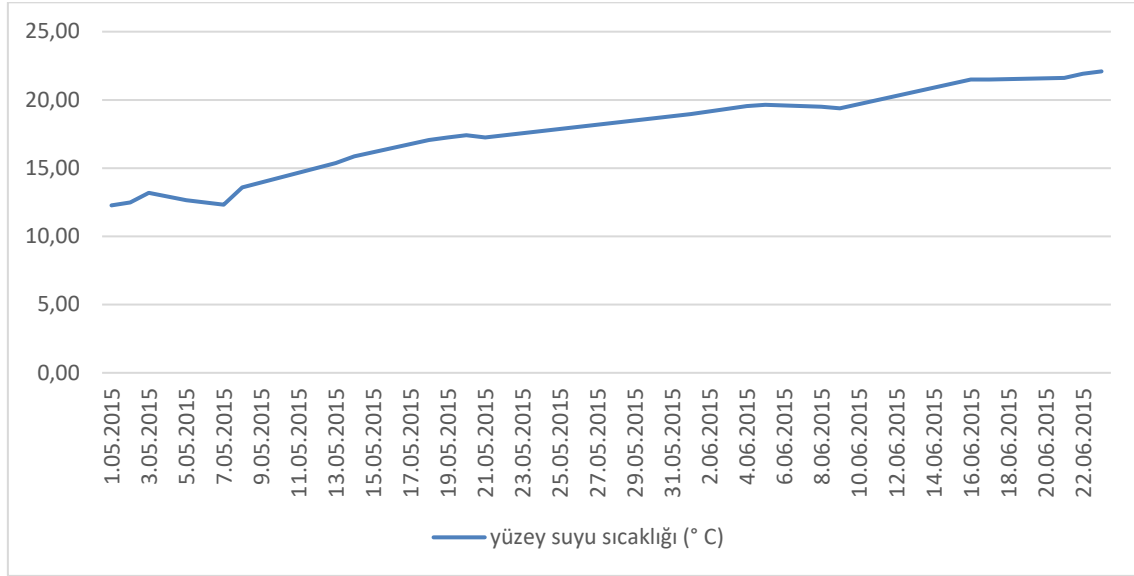
ıslık süresi (ms)	en düşük	en yüksek	ortalama	ortanca
çıkıcı-gürültü var	53	1214	461	523
çıkıcı-gürültü yok	39	1278	470	530
inici-gürültü var	58	1437	637	522
inici-gürültü yok	98	1583	663	530



Şekil 28: Çıkıcı ve İnici frekans kontur tipindeki ıslıkların ıslık sürelerinin, gürültü varlığındaki ve yokluğundaki karşılaştırması.

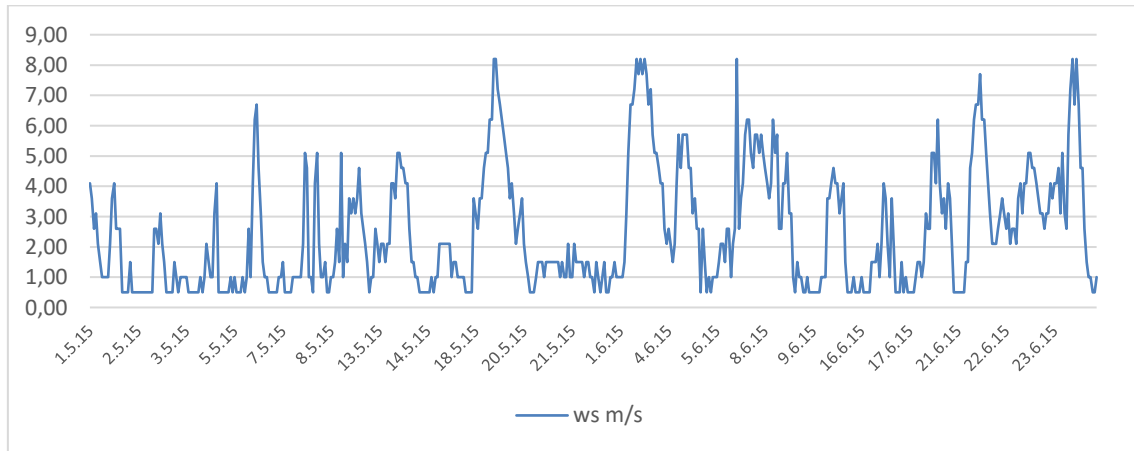
4.4. ÇEVRESEL PARAMETRELER (DENİZ VE HAVA KOŞULLARI)

Bölgenin, kayıt tarihlerindeki yüzey suyu sıcaklığı verileri incelendiğinde, deniz yüzey suyu sıcaklığının Mayıs ayı sonu Haziran başlarından sonra 20°C'nin üzerine çıktığı görülmektedir (Şekil 29).



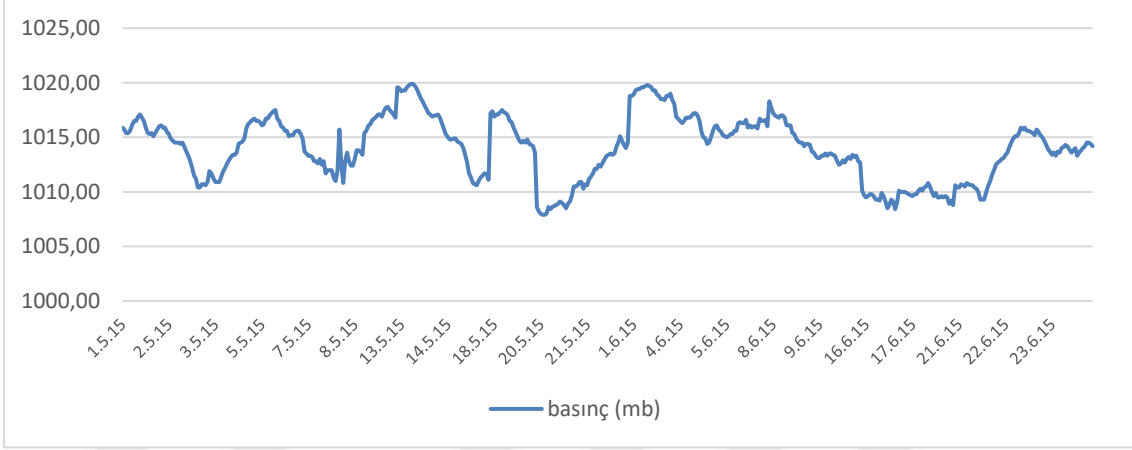
Şekil 29: Bölgenin, kayıt tarihlerindeki yüzey suyu sıcaklığı (CDS Data, 2021).

Bölgenin, kayıt tarihlerindeki rüzgâr hızı verileri incelendiğinde 20.05.2015 tarihinde rüzgâr hızında belirgin artış olduğu görülmektedir (Şekil 30).



Şekil 30: Bölgenin, kayıt tarihlerindeki rüzgâr hızı (NCEI, 2021).

Bölgedeki deniz yüzeyine indirgenmiş basınç verileri incelendiğinde en düşük basıncın, 20.05.2015 tarihinde olduğu görülmektedir (Şekil 31).



Şekil 31: Bölgenin, kayıt tarihlerindeki deniz yüzeyine indirgenmiş hava basıncı (NCEI, 2021).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, 1 Mayıs – 23 Haziran 2015 tarihleri arasında toplam 21 günlük sualtı gece veri kayıtları analiz edilerek yapılmıştır. 21 günün 1 günü (14.05.2015) 43:30 dakika olmak üzere toplamda 2423 dk (40:38:33) incelenmiştir. Diğer 1 günü ise (21.06.2015) belirlenen konturlara uygun hiç marker yapılamadığı için analiz sonuçlarına dahil edilmemiştir; fakat kayıt gününün çevresel parametreleri göz önüne alınarak sebebi hakkında bu kısımda yorum yapılacaktır.

Bu analiz, İstanbul Boğazı'nda yaşayan afalina türünün gece ıslık seslerinin kontur çeşitliliği analizi ve gündüz sesleri ile olan ilişkisinin belirlenmesi hakkında ilk ayrıntılı bilimsel çalışmadır. İncelenen kayıtlarda toplam 7428 adet ıslık işaretlenmiştir; fakat bu ıslıkların sadece 2920 adedi, başlangıcı-sonu belli ve net olduğu, ayrıca belirlenmiş olan kontur şekillerine uygun olduğu için analize alınmıştır. Spektrogramdaki kontur şekilleri belirlenmesinden dolayı niceliksel değerlendirmeye dahil edilen sesler, toplam seslerin %39,3'ünü oluşturmaktadır. Bu sesler kontur şekillerine göre incelendiğinde en çok kullanılan ilk üç ıslık; çıkıcı (/), inici (\) ve sabit (-) frekans konturlarıdır.

5.1. ISLIKLAR

Bu çalışmadaki afalina ıslıkları, gündüz seslerinde olduğu gibi (Ercan, 2018); çıkıcı, inici, sabit, dalga, uzun dalga, konveks, konkav, kopuk, sinüzoidal olmak üzere dokuz farklı kategoriye ayrılmıştır. Bu ayırım, bölgedeki yunusların sadece bu ıslık türlerini ürettiklerini göstermemektedir. Bu seslerin birleşiminden veya alterasyonlarından oluşan geniş bir repertuar, yapılacak olan ayrıntılı araştırmalar sonucunda oluşturulabilir.

Ercan, (2018) tarafından aynı bölge ve tarihte yapılan gündüz çalışmasında, çalışmaya dahil edilen ses konturları toplam işaretlenenlerin %50,5'ini oluştururken, gece seslerinde niteliksel değerlendirmeye alınan ses konturları toplam seslerin % 39,3'ünü oluşturmaktadır.

Gündüz seslerinde, dinlenen 7458 dakikada 20.850 ıslık kategorilere ayrılmış ve analize dahil edilmişken toplamda 2423 dakika dinlenen gece seslerinde 2920 ses analize dahil edilmiş ve kategorilerine ayrılmıştır.

İncelenen gündüz seslerinde ilk üç kontur tipi sırası ile: çıkıcı, inici ve dalga frekansı iken (Ercan, 2018); bu çalışmada sırası ile: çıkıcı, inici ve sabit frekans konturudur. Gündüz gibi

gece de en yüksek oranda üretilmiş olan çıkıcı frekans konturunun yapılan çalışmalara göre çoğunlukla beslenme ve sosyalleşme için kullanıldığı; ikinci en yüksek oranda kaydedilen inici frekans konturu ise afalinaların sosyalleşmeleri sırasında kullandıkları belirlenmiştir.

Bu çalışmada 678,22 ms olarak hesaplanan ortalama ıslık süresinin gündüz sesleri (700 ms) (Ercan, 2018) ve literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında Akdeniz'de yaşayan afalinalardan gündüz olduğu gibi gece de daha uzun süreli ıslık ürettiği görülmüştür (López, 2011). Bölgede kullanılan ıslıkların bu çalışmada çoğunlukla 200-600 milisaniye, gündüz seslerinde ise 200-900 milisaniye aralığında olduğu gözlenmiştir (Ercan, 2018). Bu çalışmada en uzun süre ve en kısa süre gece seslerinde, 3481 ms ve 39 ms iken gündüz seslerinde, 8820 ms ve 24 ms'dir (Ercan, 2018).

5.1.1. Bireye Özgü ıslıklar

Bireye özgü ıslıklar ile ilgili ilk çalışma Caldwell ve Caldwell (1965) tarafından yapılmış ve çalışmada, esaret altındaki afalinaların ürettikleri seslerin %90'ının bireye özgü ıslık olduğu sonucuna varılmıştır; fakat yapılan diğer çalışmalarda doğada serbest olan afalinalar için durumun böyle olmadığı, daha az oranla bireye özgü ıslık üretimi olduğu görülmektedir (Caldwell ve Caldwell, 1965). Bu çalışmanın analizleri bu bilgileri desteklemektedir. Çünkü, incelenen bireye özgü ıslıkların oranı hesaplandığında, toplam ıslık sayısının %4.21'i olduğu görülmektedir.

Luís, (2016) tarafından yapılan çalışmaya göre, afalinaların bireye özgü ıslıklarının beslenme ve yiyecek arama gibi grup koordinasyonu gerektiren durumlarda kilit önem taşıdığı görülmektedir. Bu durum, uzun vadeli sosyal bilinirlik ve sosyal hafıza için kritik öneme sahiptir ve geçmiş etkileşimlere dayalı iş birliğini kolaylaştırır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre aynı ıslığın ardı ardına ve farklı günlerde tekrarlandığı görülmektedir. Gündüz sesleri ile bu tespit edilen bireye özgü olabilecek ıslıklar karşılaştırıldığında, bazı tekrarlanan sesler ile eşleşme sağlanmıştır. Bu durum, aynı bireylerin bölgede bulunduğunu ve sosyal bilinirlik için bu ıslıkları kullandıklarını gösterebilir.

Anne afalinalar ve yavruları tipik olarak birlikte seyahat ederler ve ayrılırlarsa, geceleri birbirlerinin konumlarını hızlı bir şekilde belirleyebilmek için bireye özgü ıslık üretirler ve bu bireye özgü ıslık sürekli tekrarlanır (Mello ve Amundin, 2005). Bu durum göz önüne alındığında, 4.06-sig-23 kodlu bireye özgü ıslığın 4.06.2015 tarihinde ardı ardına 21 kere

tekrarlanmasının anne-yavru ilişkisiyle bir bağlantısı olabileceği düşünülebilir. Buna ek olarak, bireye özgü olma ihtimali olan bu ışığın başka günlerde kaydı bulunmamaktadır.

Janik ve diğ. (2013) tarafından, bireye özgü ışıkların, serbest yüzme sırasındaki zamansal üretim şekli ile bireye özgü olmayan ışıklardan ayırt edilebileceği ileri sürülmüştür. Bireye özgü ışıklar, her ıslık arasında 1.0-10.0 saniyelik tekrarlanmalar halinde üretilen belirli ıslık çevresi olarak tanımlanırken, bireye özgü olmayan ışıklar tipik olarak 1.0-10.0 saniyeden daha düşük veya daha büyük aralıklarda meydana gelmiştir (Janik ve diğ. 2013; Jones ve diğ. 2020).

Bu çalışmada, tespit edilen toplam 2920 ışığın 17 tanesi (%0.58) bireye özgü ıslık olma ihtimalli ışıklar olarak belirlenmiştir. En çok bireye özgü ıslık üretilen tarihler; 01.05.2015 ve 04.06.2015 tarihleridir. Bu oran dalyandaki balık miktarıyla karşılaştırıldığında artış oranında bir bağıntı görülmemiştir. Ercan, (2018) yaptığı çalışmada, gündüz seslerindeki bireye özgü olma ihtimali olan sesler (%9,25) ile karşılaştırıldığında ise gece seslerinden oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir. Bazı günler üretilen bireye özgü olma ihtimali olan ışıkların diğer günler üretilmediği görülmektedir. Bunun sebebi, bireye özgü olma ihtimali olan seslerin kayıt zaman aralığına girmemesi olabilir.

Ercan (2018) tarafından yapılan çalışma sonucu gündüz sesleri arasından tespit edilen, 20150507_ZOOM0002_01q_00 0449-5_sig_grno_0 kodlu bireye özgü olma ihtimali olan ıslık ve gece seslerinden tespit edilen, 23.06-sig-35 kodlu ışığın eş ıslık olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde gündüz seslerinden, 20150531_ZOOM0002_000 615-0 ve gece seslerinden 22.06-sig-32 kodlu ışığın; gündüz seslerinden 20150507_ZOOM0002_02q_00 1856-0_sig_grno3 ve gece seslerinden 18.05-sig-20 kodlu ışığın da eş ıslık olduğu tespit edilmiştir. Bu belirlemeler sonucunda aynı bireylerin o bölgede sürekli bulduklarını ve o bölgeyi, beslenme, sosyalleşme gibi aktiviteler için yaşam alanı olarak seçtikleri söylenebilir.

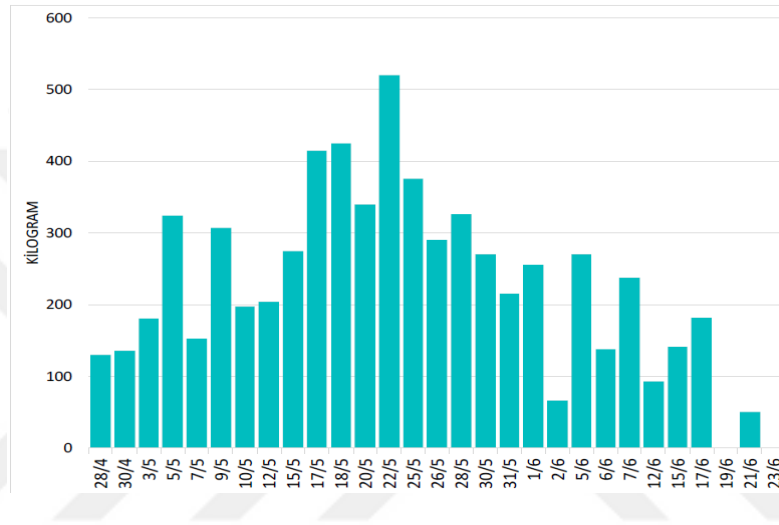
5.2. ÇEVRESEL PARAMETRELER

5.2.1. Çalışma alanındaki balık durumu ile afalina varlığının ilişkisi

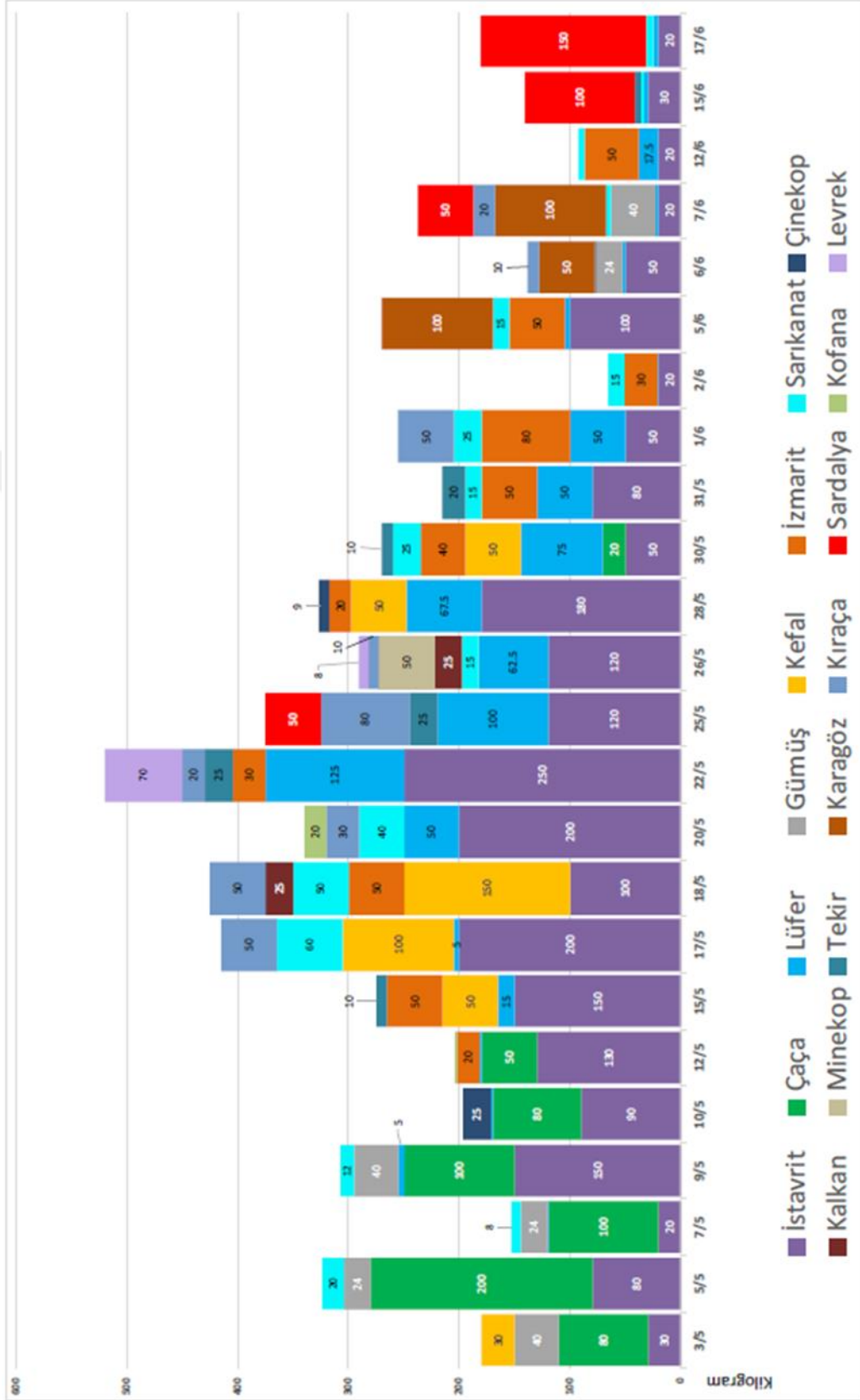
Çalışma alanı bölgesindeki dalyanın av miktarları incelendiğinde, 17.05.2015'tarihinde artış göstermeye başlayan av miktarının 22.05.2015 tarihinde tepe noktaya ulaştığı görülmüştür (Şekil 28). Gece sesleri incelendiğinde, 20.05.2015 tarihinde en fazla ıslık üretimi olduğu görülmektedir. Direkt balık varlığı arasındaki ilişkide doğrusal bir artış görülmesine de balık

stoğundaki istavrit varlığında artış olan günlerde (Ercan, 2018), incelenen gece seslerindeki çıkıcı ve inici frekans konturlarında artış olduğu görülmektedir (Şekil 29).

Bireye özgü ısıklar ile dalyandaki av miktarı karşılaştırıldığında ise av miktarının artış gösterdiği zaman aralıklarında bireye özgü ısıklık sayılarında bir artış gözlenmemektedir. Bu durum, bu çalışmada kaydedilen bireye özgü ısıkların, beslenme ile ilişkili olmadığını, bölgedeki bireysel varlıklarını bildirdikleri sesler olduğunu gösterebilir.



Şekil 32: Dalyanda avlanan toplam balık miktarının tarihlere göre dağılımı (Ercan, 2018).



Şekil 33: Fıl Burmu dalyamında avlanan balık miktarı ve türlerinin günlere göre dağılımı (Ercan, 2018).

5.2.2. Sualtı Gürültüsü ve Olası Gemi Geçişleri

Bölgedeki yunus varlığını ve akustik verileri etkileyebilecek en önemli etkenlerden biri sualtı gürültüsüdür. Bu gürültünün bir sonucu olarak yunuslar ses repertuarlarının frekans ve genlik değerlerinde değişiklik yapabileceği düşünülebilir. Örneğin, yapılan bir çalışmada, sualtı gürültüsündeki her 1 dB'lik artışta, afalina ıslıklarının taban frekanslarında 121 Hz, tepe frekanslarında ise 108 Hz artış belirlenmiştir (van Ginkel ve diğ. 2018). Bu çalışmada kaydedilen sesler incelendiğinde benzer artışlar gözlenmiştir. Örneğin gemi gürültüsü yokken en düşük taban frekansı 1,11 kHz; en yüksek taban frekansı 17,17 kHz iken gemi gürültüsü varlığında sırası ile; 1,48 kHz ve 20,34 kHz'dir. ıslıkların tepe frekansına bakıldığında da gemi gürültüsü yokluğunda tepe frekansı en az 3,59 kHz; en fazla 21,99 kHz iken gemi gürültüsü varlığında sırası ile; 4,53 kHz ve 21,64 kHz'dir. Gemi gürültüsü varlığı ve yokluğundaki beklenen frekans artışı, sadece tepe frekansının en yüksek değeri için gerçekleşmemiştir, fakat belirgin bir fark olmamakla birlikte ortalama artışlara bir etkisi bulunmamaktadır. Bu çalışma gece 2 saatlik kayıt periyotları ile gerçekleşmesi sebebiyle, gürültü varlığı ve yokluğundaki frekans değişimlerdeki rakamsal ifadeler tartışmaya açık bir durumdadır.

İstanbul Boğazı, Karadeniz ve Marmara Denizi'ne oranla 20-30 dB daha gürültülüdür çünkü, hem boğazın akıntı sisteminden kaynaklı akıntı sesleri ve bu akıntının ters dönüşümün olduğu bölgelerdeki türbülans sesleri hem de yıllık ortalama 50.000 kargo gemisinin geçişlerinden kaynaklı sesler bölgede hep vardır (Tombul ve Alpar, 2015). Çalışmada dinlenen seslere ve spektrogram görüntüsüne göre ortam gürültüsünden gemi olabilecek sesler ayıklandığında, analize dahil edilen seslerin yarısının gemi gürültüsü varlığında üretildiği görülmüştür. Ayrıca, bazı ıslıkların frekans konturları belirgin ve tam olmaması sebebiyle analize dahil edilmemesine sualtı gürültüsü sebep olmuş olabilir.

Çalışma süresi her gün için 2 saatlik periyotlar olduğundan dolayı gürültünün ıslık üzerindeki etkisi tüm gece için bilinemesi de mevcut verilere göre bölgedeki yunuslar için ortamdaki gemi gürültüsünün arka plan gürültüsü (Dede ve diğ. 2014b) sayılabileceği ve bölgenin yerel popülasyonu olabilecekleri öngörülebilir. İstanbul Boğaz'ı ve bölgedeki çalışmalar aynı bireylerin gece ve gündüz bu bölgede olduklarını desteklemesiyle birlikte, bölgenin fiziki durumu ve koy oluşu, gemi geçiş güzergahından bölgedeki yunusların etkilenmemesini sağlıyor olabilir. Bununla birlikte, bu bölgenin günlük toplu taşıma hatlarından (vapur, feribot vb.) uzakta oluşu da gürültü kaynaklarını azaltmaktadır.

Ercan (2018) tarafından aynı bölgede yapılan gündüz akustik çalışmasına göre, gürültülü ortamda tespit edilen ıslık sayısının gürültüsüz ortama göre fazla olduğu bildirilmiştir. İstanbul Boğazı'nın Avrupa ve Asya yakaları, toplu taşıma hatlarından dolayı, deniz memelileri için gündüzleri muhtemel bir stres kaynağıdır (Dede ve diğ. 2014b). Bu nedenle bölgedeki yunusların geceleri Boğaz'a girmesi daha kolay olabilir.

2019'da ACCOBAMS'a üye ülkeler toplantısı neticesinde, ticari gemilerden yayılan sualtı gürültüsünün deniz yaşamı, özellikle deniz memelileri üzerinde hem kısa hem de uzun vadeli olumsuz sonuçları olabileceğine karar verilmiştir. Gemilerin yarattığı gürültünün, yerel popülasyonlar üzerindeki olası doğrudan etkilerini değerlendirmek ve hem yakın mesafede hem de düşük frekanslarda arka plan gürültüsüne katkıda bulunduğunu anlamak için uzun süreli değerlendirmeler yapılması gerektiği önerilmiştir. Görünür sonuçlar elde etmek için yayılan sualtı gürültüsünün ne kadar azaltılması gerektiği ise hala net değildir (ACCOBAMS, 2019).

Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi- İyi Çevresel Durum (İÇD) Tanımlayıcısı D11'de denizel çevreyi olumsuz etkileyecek seviyede sualtı gürültüsü ve enerji girişlerinin olmaması gerektiği bildirilmiştir. Denizler, ses, ısı, radyoaktif enerji, ışık ve diğer elektromanyetik alanlar gibi pek çok antropojenik enerji türlerine maruz kalmaktadır. Sualtı gürültüsü, yaygını ve denizel çevreyi etkileyen enerji türüdür. İÇD-DSÇD'ye göre su altı gürültüsü, iki temel göstergede izlenmelidir. Bu göstergeler, kesikli sesler (impulsive noise) ve ortam gürültüsü (ambient noise)'dür (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

Bölgede yapılacak tüm geceyi kapsayan ayrıntılı bir çalışma ile bölgedeki afalinaların gürültüden ne derece etkilendiğini, frekans ve süre değişimlerinin nasıl ilerlediğini daha iyi görebiliriz. Yapılacak tüm geceyi içeren çalışma ile ayrıca bölgeceki afalinaların uyku periyotları hakkında da fikir sahibi olabiliriz.

5.2.3. Deniz ve Hava koşulları

Bölgedeki deniz yüzey suyu sıcaklığının Mayıs ayı sonu Haziran başlarından sonra 20°C'nin üzerine çıkmaktadır. Isınan kıyı suları sebebiyle pelajik balıkların boğazın orta noktası veya göç yollarına uygun serin sulara göç ettiği bilinmektedir. Bu durum bölgedeki dalyan verileri ile karşılaştırıldığında da benzer durum ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, Ercan, (2018) tarafından yapılan çalışmadaki yunus gözlem verilerine göre sıcaklığın artmasıyla birlikte yunus gözlem sayısının da azaldığı görülmektedir. İstanbul Boğazı'nda yapılan çalışmalar göz önüne

alındığında, boğazdaki yunus varlığının yaz sonu ve son baharda arttığı bilinmektedir (Dede ve diğ. 2008; Öztürk ve diğ. 2009).

Bölgedeki rüzgâr hızı verileri incelendiğinde, 20.05.2015 tarihinde rüzgâr hızının arttığı görülmektedir. Akustik verilere göre, aynı tarihte bölgedeki ıslık sayısının ise en yüksek sayıya ulaştığı görülmektedir. Bölgenin fiziki yapısı ve aynı zamanda da dalyan kurulumuna elverişli oluşu, şiddetli rüzgâr-fırtına gibi çevresel faktörlerden etkilenmediği ve afalinaların bu bölgede, beslenme gibi yaşamsal faaliyetlerine devam ettiklerini göstermektedir.

Bölgedeki deniz yüzeyine indirgenmiş basınç verileri ve bölgedeki ıslıklar incelendiğinde, basıncın azalması ve ıslık sayısındaki artışla ilgili bir ilişkinin olabileceği düşünülebilir. Afalina ıslık kayıtlarının en yüksek olduğu, 20.05.2015, 07.05.2015 ve 09.06.2015 tarihlerde, deniz yüzeyine indirgenmiş basıncın azaldığı hazırlanan grafiklere göre görülmektedir, fakat tam olarak bir ilişki kurabilmek şu aşamada mümkün değildir. Gelecekteki çalışmalarda alçak basınç ve yüksek basıncın, ıslık sayısı, süresi ve-veya kontur şekilleriyle ilişkisinin incelenmesi bu bulgular arasında önemli bir bağın olup olmadığını ortaya koyabilir.

5.3. SONUÇ

- Çalışmada toplam 2920 ıslık değerlendirmeye alınmıştır. Bu toplam işaretlenen seslerin %39,3'ünü oluşturmaktadır. Sırası ile en fazla; çıkıcı, inici ve sabit frekans konturuna sahip ıslıkların üretildiği belirlenmiştir. Gündüz seslerinde ise, sırası ile en fazla; çıkıcı, inici, dalga frekans konturuna sahip ıslıklar üretilmiştir (Ercan, 2018).
- Tespit edilen ıslıklar arasında birbirinden farklı 17 ıslığın (%0.58) bireye özgü ıslık olma ihtimalli ıslıklar olarak belirlenmiştir. Bu ıslıklar toplamda 123 kez tekrar etmiştir, bu da toplam ıslık sayısının %4.21'dir. Gündüz seslerinde ise, kaydedilen ıslıkların toplamda %9,26'sının bireye özgü ıslık olabileceği belirlenmiştir (Ercan, 2018).
- Bir bireye özgü ıslığın, aynı gün 21 kere tekrarlandığı, diğer bireye özgü ıslıkların 2'sinin ise sırasıyla farklı 5 günde ve 4 günde üretildiği tespit edilmiştir. Bu durum aynı bireylerin bölgede varlıklarını sürdürdüklerini, o bölgeyi yaşam alanı olarak seçtiklerini, yerel popülasyon olabileceklerini gösterebilir. Ayrıca bir bireye özgü bireyin aynı gün ardı ardına 21 kere tekrarlanıyor olmasından dolayı, anne afalinaların bu bölgede yavrularıyla birlikte seyahat ettiklerini sonucuna varılabilir.

- Çalışmadaki bireye özgü ıslıklar gündüz verileri (Ercan, 2018) ile karşılaştırıldığında 3 ıslığın hem gündüz hem de gece çalışmasında tespit edildiği ortaya çıkmaktadır. Bu tespit, aynı bireylerin o bölgede sürekli bulduklarını, yerel bir grup olabileceği ve o bölgeyi, beslenme, sosyalleşme gibi aktiviteler için yaşam alanı olarak seçtiklerini gösterebilir.
- ıslıkların 1.11kHz ile 21.99 kHz arasında üretildiği belirlenmiştir ve ortalama tepe frekansı, 12.87 kHz (± 3.36); ortalama taban frekansı, 7.55 kHz (± 2.17); ortalama süresi 678 milisaniye olarak hesaplanmıştır. Gündüz seslerinde tespit edilen afalina ıslıkları 2 kHz ile 43 kHz arasında üretildiği, ortalama ıslık süresinin ise 700 ms olduğu belirtilmiştir. Gündüz sesleri için, taban frekans ortalaması 8.28 kHz (± 3.26), tepe frekans ortalaması 14.15 kHz (± 3.94) olarak hesaplanmıştır.
- Bölgedeki sualtı gürültüsünün afalinaların ıslık üretim sayılarını etkilemediği belirlenmiştir. Bu nedenle, bölgedeki sualtı gürültüsü afalinalar için arkaplan gürültüsü olabilir. Bunun sebebi, çalışma alanının, yerleşim bölgesinden uzak, sakin bir koy olması ve bölgedeki deniz trafiğinin boğazın orta hattına yakın, sadece iki direkt geçiş ile sınırlı olması, böylece afalinanın gürültünün varlığıyla bir denge sağladığı düşünülebilir.
- Gürültü varlığı ve yokluğu için tüm ıslık tipleri değerlendirmeye alınarak ıslık süreleri incelendiğinde, iki durum için de belirgin farklılık olmamakla birlikte ıslık süresi uzunluğunun artışa meyilli olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- ACCOBAMS, 2019, Antropojenic noise resolution 7.13., MOP7, 38 (15), 20.
- ACCOBAMS, 2021a, Estimates of abundance and distribution of cetaceans in the Black Sea from 2019 surveys. By Paiu, R.M., Panigada, S., Cañadas, A., Gol'din, P., Popov, D., David, L., Amaha Ozturk, A., Glazov, D. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative/CeNoBS Projects, Monaco, 54.
- ACCOBAMS, 2021b, Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine megafauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. By Panigada S., Boisseau O., Canadas A., Lambert C., Laran S., McLanaghan R., Moscrop A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project, Monaco, 177.
- Acevedo-Gutiérrez, A. and Stienessen, S. C., 2004, Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase number of whistles when feeding. *Aquatic Mammals*, 30(3), 357-362.
- Altuğ, G., Aktan, Y., Oral, M., Topaloğlu, B., Dede, A., Keskin, Ç., İşinibilir, M., Çardak, M., Çiftçi, P.S., 2011, Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Biodiversity Records*, 4.
- Au W.W.L., 2000, Hearing in Whales and Dolphins: An Overview, In: Au W.W.L., Fay R.R., Popper A.N. (eds) *Hearing by Whales and Dolphins*, Springer Handbook of Auditory Research, vol 12. *Springer*, New York, NY, 1-42.
- Au, W.W.L. and Moore, P.W.B., 1984, Receiving beam patterns and directivity indices of the Atlantic bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. *J.A.S.A.* 75(1), 255-262.
- Au, W. W., Branstetter, B., Moore, P. W., Finneran, J. J., 2012, The biosonar field around an Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(1), 569-576.
- Au, W.W., 1993, Characteristics of dolphin sonar signals. In: *The Sonar of Dolphins*. *Springer*, New York, NY, 115-139.
- Au, W.W.L. Hastings, M.C., 2008, *Principles of marine bioacoustics*, New York: *Springer*.
- Azevedo, A. F., Oliveira, A. M., Rosa, L. D., Lailson-Brito, J., 2007, Characteristics of whistles from resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in southern Brazil. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(5), 2978-2983.
- Barabash-Nikiforov II, 1940, Cetacean fauna of the Black Sea, its composition and origin. *Izdvo Voronezh. Gos. Un-ta, Voronezh* (in Russian), 87.
- Barabash-Nikiforov, I.I., 1935, *Delphinus delphis ponticus* subsp., *N. Bull. Soc. Nat., Moscow*, 44 (5), 346-349.

- Bas, A. A., Christiansen, F., Öztürk, B., Öztürk, A. A., Erdoğan, M. A., Watson, L. J. (2017). Marine vessels alter the behaviour of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Istanbul Strait, Turkey. *Endangered Species Research*, 34, 1-14.
- Baş, A. A., Öztürk, A.A., Öztürk, B., 2015, Selection of critical habitats for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) based on behavioral data, in relation to marine traffic in the Istanbul Strait, Turkey. *Marine Mammal Science*, 31(3), 979-997.
- Baş, A. A., Öztürk, B., Öztürk, A. A., 2019, Encounter rate, residency pattern and site fidelity of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) within the Istanbul Strait, Turkey. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(4), 1009-1016.
- Bearzi, G., Fortuna, C. & Reeves, R. 2012. *Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T16369383A16369386.
- Bearzi, G. 2003, *Delphinus delphis* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2003: e.T41762A10557372.
- Beaubrun, P.C., 1995, Atlas préliminaire de distribution des cétacés de Méditerranée, Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, Monaco.
- Birkun Jr, A., 2002a, The current status of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Black Sea. In Report of the ACCOBAMS First Meeting of the Parties, Monaco, 28.
- Birkun Jr, A., 2002b, Interactions between cetaceans and fisheries in the Black Sea, Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of knowledge and conservation strategies, 98, 107.
- Birkun Jr., A.A. and Frantzis, A., 2008, *Phocoena phocoena* ssp. *relicta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T17030A6737111.
- Birkun Jr., A.A., 2008, *Delphinus delphis* ssp. *ponticus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T133729A3875256.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T133729A3875256.en>. [Ziyaret tarihi: 04 Haziran 2021].
- Birkun, A., 2012, *Tursiops truncatus* ssp. *ponticus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T133714A17771698.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T133714A17771698.en>. [Ziyaret tarihi: 04 Haziran 2021].
- Boisseau, O., 2005, Quantifying the acoustic repertoire of a population: The vocalizations of free-ranging bottlenose dolphins in Fiordland, New Zealand, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(4), 2318-2329.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K., 1965, Individualized whistle contours in bottle-nosed dolphins (*Tursiops truncatus*), *Nature*, 207(4995), 434.
- Caldwell, M.C. and Caldwell, D.K., 1967, Dolphin community life, *Quarterly*, 5(4), 12-15.

- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K., Tyack, P.L, 1990, Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin, In: S. Leatherwood, R.R. Reeves (eds.) *The Bottlenose Dolphin*, *Academic Press Inc*, San Diego, CA, pp.199-234.
- CDS Data, 2021, "Sea surface temperature daily data from 1981 to present derived from satellite observations" <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home> [Ziyaret tarihi: 27 Nisan 2021].
- Committee on Taxonomy, 2020, List of marine mammal species and subspecies. Society for Marine Mammalogy, www.marinemammalscience.org [Ziyaret tarihi: 20 Nisan 2021].
- Cranford, T.W., 2000, In search of impulse sound sources in odontocetes, In: *Hearing by whales and dolphins*, Springer, New York, NY, 109-155.
- Dede A., Öztürk A.A., Kameyama S., Tonay M.A., Akamatsu T., 2014a, Occurrence and behavior of delphinids and harbor porpoises at the northern end of the Istanbul Strait, Turkey, 28th Conference of The European Cetacean Society, Liège, Belgium.
- Dede, A., Akamatsu, T., Öztürk, A.A., Tonay, A. M., Kameyama, S., 2017, Seasonal and yearly fluctuation of cetacean presence in the Istanbul Strait based on passive acoustic monitoring between 2009-2016 Abstract book of 31st Annual Conf. European Cetacean Society, Middelfart, Denmark, 249.
- Dede, A., Öztürk, A. A., Tonay, M. A., 2008, Cetacean Surveys In The Istanbul (Bosphorus) Strait In 2006, 22nd Conference of The European Cetacean Society, Netherlands, March 2008.
- Dede, A., Öztürk, A.A., Akamatsu, T., Tonay, A.M., Öztürk, B., 2014b, Long-term passive acoustic monitoring revealed seasonal and diel patterns of cetacean presence in the Istanbul Strait, *JMBA*, 94(6), 1195- 1202.
- Dede, A., Tonay, A. M., Öztürk, A. A., Öztürk, B., 2016, Status of the marine mammals population of the Sea of Marmara. In: : Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B., *The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 42, Istanbul, Turkey.
- Dede, A., Tonay, A.M., Bayar, H., Öztürk, A.A., 2013, First stranding record of a Risso's Dolphin (*Grampus griseus*) in the Marmara Sea, Turkey, *Journal of BlackSea/Mediterranean Environment*, 19, 121-126.
- Deveciyan K., 1926. Türkiye'de Balık ve Balıkçılık, 2. Baskı, (In Turkish), *Aras Yayıncılık*, Nisan 2006, Istanbul.
- Dos Santos, M. E., Louro, S., Couchinho, M., Brito, C., 2005, Whistles of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary, Portugal: characteristics, production rates, and long-term contour stability. *Aquatic Mammals*, 31(4), 453.
- Dowling, T. E. and Brown, W. M., 1993, Population structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) as determined by restriction endonuclease analysis of mitochondrial DNA. *Marine Mammal Science*, 9(2), 138-155.

- Dudzinski, K.M., Thomas, J.A., Gregg, J.D., 2009, Communication In Marine Mammals, In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G.M. eds., Encyclopedia of marine mammals, Academic Press, 260-268.
- Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., Embling, C. B., 2019, The effects of ship noise on marine mammals—a review. *Frontiers in Marine Science*, 6, 606.
- Ercan, M. E., 2018, *İstanbul Boğazı 'nda Cetacea Gözlemlerinin ve Pasif Akustik İzleme Sistemi Verilerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- Fırat, U, Akgül, T., Dede, A., 2018., İstanbul Boğazı ve Gökçeada sualtı ortam, gemi ve biyolojik gürültüleri. in: Dede, A., Öztürk, B., 1. Ulusal Denizel Biyoakustik Çalıştayını Bildiriler Kitabı, İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye
- Frankel, S.A., 2009, Sound Production, In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G.M. eds., Encyclopedia of marine mammals, Academic Press, 1056-1070.
- Geptner, V.G., Chapsky, K.K., Arsenyev, V.A., Sokolov, V.E., 1976, Mammals of the Soviet Union, volume 2, part 3: Pinnipeds and Toothed Whales, Vysshaya Shkola, Moscow.
- Gladilina, E.V. and Gol'din, P.E., 2014, New prey fishes in diet of black sea bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Mammalia, Cetacea), *Vestnik zoologii*, 48(1):83-92.
- Gol'din, P. and Gladilina, E., 2015, Small dolphins in a small Sea: age, growth and life-history aspects of the Black Sea common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*, *Aquatic Biology*, Vol. 23, 159-166.
- Herzing, D.L., 2000, Acoustics and social behavior of wild dolphins: implications for a sound society, Springer, New York, NY, 225-272.
- Houtsma, A.J. M., 2005, A note on pure-tone masking by broadband noise under free-field and insert-phone conditions (L). *J. A.S.A.* 117(2), 490-491.
- Janik, V. M. and Slater, P. J., 1998, Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls. *Animal behaviour*, 56(4), 829-838.
- Janik, V. M., King, S. L., Sayigh, L. S., Wells, R. S., 2013, Identifying signature whistles from recordings of groups of unrestrained bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science*, 29(1), 109-122.
- Janik, V.M., 2009, Acoustic communication in delphinids, *Advances in the Study of Behavior*, 40, 123-157.
- Jefferson, T. A., Webber, M. A., Pitman, R. L., 2011, Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification. Elsevier.
- Jensen, F. H., Bejder, L., Wahlberg, M., Soto, N. A., Johnson, M., Madsen, P. T., 2009, Vessel noise effects on delphinid communication. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 161-175.

- Johnson, C.S., 1968, Masked tonal thresholds in Bottlenosed porpoise. *J.A.S.A.* 44(4), 965-967.
- Johnson, C.S., McManus, M.W. and Skaar, D., 1989, Masked tonal thresholds in the beluga whale. *J.A.S.A.* 85(6), 2651-2654.
- Jones, G.J. and Sayigh, L.S., 2002, Geographic variation in rates of vocal production of freeranging bottlenose dolphins, *Marine Mammal Science*, 18(2), 374-393.
- Jones, B., Zapetis, M., Samuelson, M. M., Ridgway, S., 2020, Sounds produced by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): a review of the defining characteristics and acoustic criteria of the dolphin vocal repertoire. *Bioacoustics*, 29(4), 399-440.
- Kalkan, E., Karhan, S. Ü., Bilgin, R., Hemond, E. M., 2016, The Turkish straits system as a phylogeographic boundary—a literature review. In: Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B., The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 42, Istanbul, Turkey., 550-569.
- Kameyama, S., Akamatsu, T., Dede, A., Amaha Öztürk, A., Arai, N., 2014, Acoustic discrimination between harbor porpoises and delphinids by using a simple two-band comparison. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(2), 922-929.
- Kershenbaum, A., Sayigh, L. S., Janik, V. M., 2013, The encoding of individual identity in dolphin signature whistles: How much information is needed? *PloS one*, 8(10), e77671.
- Kocataş, A., Koray, T., Kaya, M., Kara, Ö.F., 1993, Fisheries and environment studies in the Black Sea system, Part, 3, 87-143.
- Kriesell, H. J., Elwen, S. H., Nastasi, A., Gridley, T., 2014, Identification and characteristics of signature whistles in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Namibia. *PloS one*, 9(9), e106317.
- Leatherwood, S., Reeves, R. R., Perrin, W. F., Evans, W. E., Hobbs, L., 1982, Whales, dolphins, and porpoises of the eastern North Pacific and adjacent Arctic waters: A guide to their identification., NOAA Technical Report NMFS Circular 444., 257.
- López, B. D. and Shirai, J. A. B., 2009, Mediterranean common bottlenose dolphin's repertoire and communication use. *Dolphins: Anatomy, behavior and threats*, 1-20.
- López, B. D., 2011, Whistle characteristics in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Mediterranean Sea: Influence of behaviour. *Mammalian Biology*, 76(2), 180-189.
- Luís, A. R., Couchinho, M. N., Dos Santos, M. E., 2016, Signature whistles in wild bottlenose dolphins: long-term stability and emission rates. *Acta ethologica*, 19(2), 113-122.
- McCarthy, E., 2004, Scientific Aspects of Underwater Sound. *International Regulation of Underwater Sound: Establishing Rules and Standards to Address Ocean Noise Pollution*, 9-81.

- Mello, I. and Amundin, M., 2005, Whistle production pre-and post-partum in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in human care. *Aquatic Mammals*, 31(2), 169.
- Morisaka, T. and Connor, R. C., 2007, Predation by killer whales (*Orcinus orca*) and the evolution of whistle loss and narrow-band high frequency clicks in odontocetes. *Journal of evolutionary biology*, 20(4), 1439-1458.
- Morisaka, T., Shinohara, M., Nakahara, F., Akamatsu, T., 2005, Effects of ambient noise on the whistles of Indo-Pacific bottlenose dolphin populations. *Journal of Mammalogy*, 86(3), 541-546.
- 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* 26: 17-32.
- Nakahara, F. and Miyazaki, N., 2011, Vocal exchanges of signature whistles in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of ethology*, 29(2), 309-320.
- Natoli, A., Birkun, A., Aguilar, A., Lopez, A., Hoelzel, A. R., 2005. Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1569), 1217-1226.
- Notarbartolo di Sciara, G., Bitkun, A., Jr., 2010, Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas: an ACCOBAMS status report, 2010. ACCOBAMS, Monaco. 212.
- NCEI 2021, National Centers for Environmental Information (NCEI), Access, 2021, <https://www.ncei.noaa.gov/> [Ziyaret tarihi: 20 Nisan 2021].
- NRC 1994, Low-frequency sound and marine mammals: Current knowledge and research needs. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC 2003, Ocean noise and marine mammals. Washington, DC: National Academy Press. Washington, DC.
- Özsoy, E., Beşiktepe, Ş., Latif, M. A., 2000, Türk Boğazlar Sisteminin Oşinografisi. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, 24.
- Öztürk A.A, Dede A., Tonay M.A., 2009, Cetacean surveys in the Istanbul (Bosphorus) Strait in 2007–2008. In 23rd Annual Conference of the European Cetacean Society, Istanbul, Turkey
- Öztürk, A. A., Dede, A., Tonay, A. M., 2016, Cetaceans in The Turkish Waters of The Mediterranean Sea. In: Turan, C., Salihoğlu, B., Özgür Özbek, E., Öztürk, B. In: The Turkish Part of the Mediterranean Sea; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 43, Istanbul, Turkey., 566-571.
- Öztürk B., 1995, The Istanbul Strait, a closing biological corridor. In Turkish Straits, New Problems–New Solutions. Istanbul: ISIS Ltd, 225

- Öztürk, B. and Öztürk, A.A., 1996, On the biology of the Turkish straits system, *Bulletin de l'Institut océanographique*, 205-221
- Öztürk, B. and Öztürk, A.A., 1997, Preliminary study on dolphin occurrence in the Turkish straits system, *European research on cetaceans*, 11, 79-82.
- Öztürk, B., 1996, Balina ve yunuslar, Setalojiye giriş, Anahtar Yayınları Kitabevi, İstanbul, ISBN 975-7787-53-1.
- Öztürk, B., 2004, Marine life of Turkey in the Aegean and Mediterranean Seas, Turkish Marine Research Foundation.
- Papale, E., Gamba, M., Perez-Gil, M., Martin, V. M., Giacomini, C., 2015, Dolphins adjust species-specific frequency parameters to compensate for increasing background noise. *PLoS One*, 10(4), e0121711.
- Ralston, J.V. and Herman, L.M., 1995, Perception and generalization of frequency contours by a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), *Journal of Comparative Psychology*, 109(3), 268.
- Reidenberg, J. S., and Laitman, J. T., 2007, Discovery of a low frequency sound source in Mysticeti (baleen whales): anatomical establishment of a vocal fold homolog, *Anat. Rec.*290, 745-759.
- Rendell, L. E., Matthews, J. N., Gill, A., Gordon, J. C. D., Macdonald, D. W., 1999, Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. *Journal of Zoology*, 249(4), 403-410.
- Richardson, J. W., 1995, Marine mammal hearing, In: J. W. Richardson, C. R. Greene, Jr., C. I. Malme, D. H. Thompson (eds.) *Marine Mammals and Noise*, Academic, San Diego, 205–240.
- Sayigh, L. S., Esch, H. C., Wells, R. S., Janik, V. M., 2007, Facts about signature whistles of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Animal Behaviour*, 74(6), 1631-1642.
- Sayigh, L. S., Tyack, P. L., Wells, R. S., Scott, M. D., 1990, Signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 26(4), 247-260.
- Sayigh, L.S. and Janik, V.M., 2010, Dolphin signature whistles, Elsevier.
- Sayigh, L.S., Tyack, P.L., Wells, R.S., Solow, A.R., Scott, M.D., Irvine, A.B., 1999, Individual recognition in wild bottlenose dolphins: a field test using playback experiments, *Animal behaviour*, 57(1), 41-50.
- Shane, S. H., Wells, R. S., Würsig, B., 1986, Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*,2(1), 34-63.
- Tanaka, S., 1987, Satellite radio tracking of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53, 1327-1338.

- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017, Deniz izleme kılavuzları. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) - İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, , TÜBİTAK MAM Matbaası, Kocaeli, Türkiye, 442.
- Tombul, S., Alpar, B., 2016, Acoustical properties and ambient noise measurements, in: Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B., The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 42, Istanbul, Turkey., 198-208.
- Tonay, M.A., Dede, A., Öztürk, A.A., Öztürk, B., 2009, Cetacean strandings in the Turkish Straits System (TSS) and the Northern Aegean Sea coast of Turkey during 1999-2008, 23rd Annual Conference of the European Cetacean Society, 2-4 March 2009.
- Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği, 2019, Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 15/08/2019 Sayısı: 30859, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/21.5.1426.pdf> [Ziyaret tarihi: 20 Nisan 2021].
- Tyack, P., 1986, Whistle repertoires of two bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*: mimicry of signature whistles? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18(4), pp.251-257.
- van Ginkel, C., Becker, D. M., Gowans, S., Simard, P., 2018, Whistling in a noisy ocean: bottlenose dolphins adjust whistle frequencies in response to real-time ambient noise levels. *Bioacoustics*, 27(4), 391-405.
- Verboom, W.C., 2017, Bottlenose dolphins: calculation of the detection threshold for tonal signals., *JunoBioacoustics*, MEM 201708.
- Wang, J. Y., Chou, L. S., White, B. N., 1999, Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. *Molecular Ecology*, 8(10), 1603-1612.
- Wang, J. Y., Chou, L. S., White, B. N., 2000a, Differences in the external morphology of two sympatric species of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in the waters of China. *Journal of Mammalogy*, 81(4), 1157-1165.
- Wang, J. Y., Chou, L. S., White, B. N., 2000b, Osteological differences between two sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters. *Journal of Zoology*, 252(2), 147-162.
- Wells, R. S., Rhinehart, H. L., Cunningham, P., Whaley, J., Baran, M., Koberna, C., Costa, D. P., 1999, Long distance offshore movements of bottlenose dolphins I. *Marine Mammal Science*, 15(4), 1098-1114.
- Wells, R.S. and Scott, M.D., 2009, Common bottlenose dolphin: *Tursiops truncatus*, In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G.M. eds., *Encyclopedia of Marine Mammals*, Academic Press, 249-255.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Beril Gül
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Su Ürünleri Fakültesi
Bölümü	Su Ürünleri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı
Programı	Deniz Biyolojisi Programı

Makale ve Bildiriler	
Tonay A. M., Gül B., İklim Değişikliği ve Deniz Memelilerine Etkisi. In: Salihoğlu, B., Öztürk, B. (Ed.) 2021. İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, Yayın no: 60, İstanbul, Türkiye, 266s.	
Tonay A. M., Gül B., Dede A., Öztürk A. A., Cetaceans, and marine litter in the Black Sea. In: litter pollution in the Black Sea, Turkish Marine Research Foundation, 2020	
Tonay A. M., Dede A., Gül B., Öztürk A. A., First record of a fin whale (<i>Balaenoptera physalus</i>) stranding on northern Aegean Sea coast of Turkey, J. Black Sea/Mediterranean Environment, 2020	