

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE DENİZLERİ' NDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ
GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine Betül ÖZÇİFTÇİ
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Doç.Dr.Hüsne ALTIOK

AĞUSTOS, 2022

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE DENİZLERİ' NDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ
GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine Betül ÖZÇİFTÇİ
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Doç.Dr.Hüsne ALTIOK

AĞUSTOS, 2022

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

EMİNE BETÜL ÖZÇİFTÇİ tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “TÜRKİYE DENİZLERİ’NDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ” başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI DENİZ VE BİYOLOJİSİ Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç.Dr.Hüsne ALTIOK

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Şükrü Turan BEŞİKTEPE

Jüri Üyesi

Dr. Öğr.Üyesi Tülay ÇOKACAR

Tez Savunma Tarihi: 23.08.2022

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “TÜRKİYE DENİZLERİ’NDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ” başlıklı YÜKSEK LİSANS tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

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

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

23.08.2022

Emine Betül ÖZÇİFTÇİ

ÖNSÖZ

“Türkiye Denizleri’nde İnsan Kaynaklı Darbeli Gürültülerin İncelenmesi” konulu bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında kullanılan verilerin elde edilmesine destek sağlayan Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı’na teşekkürlerimi sunuyorum

Yüksek lisans eğitimimin başlangıcından sonuna kadar çalışma konumdaki bilgi ve tecrübeleri ile beni en doğru şekilde yönlendiren, zorlu süreçlerle karşılaşmış olduğum zamanlarda her türlü desteği vererek sonuca ulaşmamı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Hüsne ALTIOK’a, tez çalışmalarımda vermiş olduğu tavsiyeler ile başarılı olmamda büyük katkıları olan Dr. Öğr.Üyesi Tülay ÇOKACAR’a ve tez konuma mesleki tecrübeleriyle sağladığı katkılarından dolayı Müh.Yb.Serdar TOMBUL’a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Canım ailem, annem Nebahat ÖZÇİFTÇİ’ye, babam F.Mehmet ÖZÇİFTÇİ’ye ve kardeşlerim Bahadır ÖZÇİFTÇİ, Bertuğ ÖZÇİFTÇİ’ye bu yorucu ve zorlu süreçte de yanımda olarak bana destek verdikleri için sonsuz teşekkürler ediyorum.

Son olarak, hayatta en büyük desteği aldığım, çalışmalarımın başından sonuna kadar varlığıyla, sabrıyla bana güç ve mutluluk veren, hayatıma girdiği günden beri her koşulda yanımda olduğu için tüm kalbimle eşim ve aynı zamanda değerli meslektaşım Kenan GEZER’e çok teşekkür ediyorum ve birlikte daha başarılı günlere ulaşmayı diliyorum.

Bu tez çalışması bursiyer olarak görev aldığım TÜBİTAK 1001 (Proje No: 120Y190) ‘Türk Boğazlar Sistemi’nde Sualtı Gürültüsünün Analizi ve Modellenmesi’ konulu proje tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	i
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
1.2.1. Darbeli gürültülerin canlı yaşamına etkisi	3
1.2.2. Tanımlar.....	9
1.2.3. Tarihsel süreç	12
1.2.4. AB – DSÇD’nin sınıflandırması.....	15
1.2.5. Neden kayıt tutulmalı ve OSPAR ne yaptı?	20
2. MATERYAL VE METOT	26
2.1. Veri Tabanı Oluşturma	26
2.1.1. Denizcilere ilanlar bülteni.....	26
2.1.2. Arşiv verileri	29
2.2. Verilerin Değerlendirilmesi İçin Uygulanan Yöntemler	30
2.2.1.Sonar	33
2.2.2. Patlayıcılar	37
2.2.3. Darbeli kazık çakıcılar	41
2.2.4. Hava tabancaları	45
2.2.5. Diğer darbesiz ses kaynağı	50
2.2.6. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar	53
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	57
3.1. Kıyısız Alanlardaki Faaliyetler.....	57
3.2. Denizel Alanlardaki Faaliyetler.....	67
3.3. Denizel ve Kıyısız Alanların Karşılaştırılması.....	74
3.4. Darbe Blok Günleri	76
3.5. Denizel ve Kıyısız Alanlarımızdaki Muhtemel Gürültü Kaynaklarının Deniz Yaşamına Olası Ekileri.....	92
4. SONUÇ	94
4.1. Sonuçlar.....	94
4.2. Öneriler.....	95
KAYNAKLAR	98
ÖZGEÇMİŞ	108

ÖZET

TÜRKİYE DENİZLERİ'NDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ

Emine Betül ÖZÇİFTÇİ

Bu çalışmada, Türkiye Denizleri'nde insan kaynaklı faaliyetlerin denizel ve kıyıs alarlarda oluşturduğu gürültüler kabul görmüş standartlara göre incelenip muhtemel gürültü haritalarının elde edilmesi amaçlanmıştır. İnsan kaynaklı darbeli gürültüler için Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi Gösterge 11.1.1'e göre düşük ve orta frekanslı (10 Hz -10 kHz frekans bantı seviyelerinde) darbeli seslerin zaman ve mekânsal dağılımının belirlenmesi tavsiye edilir. Belirli bir alan içerisinde darbeli gürültü kaynaklarının var olduğu gün oranı ve bir takvim yılı içerisindeki dağılımı gürültünün zaman ve mekan ölçeği olarak belirlenmiştir. Çalışmamda, Türkiye Denizleri'nde darbeli gürültüye neden olan faaliyetler 2016-2020 dönemi için incelenmiştir. Bu kapsamda, Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'ndan elde edilen veriler ile gürültünün oluşturduğu ses basınç seviyesi, şiddet ve frekans bilgilerini de içeren bir veri tabanı hazırlanmış ve Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi ve literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda QGIS yazılımına entegre edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ile gürültü kaynakları, denizel ve kıyıs alarlarda ses basınç seviyelerine ve oluşan yoğunluklara göre karşılaştırılıp muhtemel gürültü alanları oluşturulmuştur. Denizel alanlarda patlayıcılar sınıfının, kıyıs alarlarda ise en çok darbeli kazık çakıcılar sınıfının yüksek ses basınç seviyeleri oluşturabileceği tespit edilmiştir. Çalışma alanları için darbe blok günleri hesaplanarak yayılım etki alanları tahmin edilmiş, bu alanların gelecekte deniz hayatı üzerindeki etkilerinin araştırılmasına bir alt yapı oluşturulmuştur. Sonuç olarak Türkiye'de denizel ve kıyıs alarlardaki baskın gürültüye sebep olacak kaynakların belirlenip literatüre göre gürültü seviyeleri ile ilgili varsayımlarda ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Darbeli sualtı gürültüsü, ses, insan kaynaklı gürültüler, darbe blok günleri.

ABSTRACT

STUDY OF HUMAN GENERATED IMPULSIVE NOISE IN TURKISH SEAS

Emine Betül ÖZÇİFTÇİ

In this study, it is aimed to obtain possible noise maps by examining the noises caused by human-generated activities in marine and coastal areas in the Turkish Seas according to accepted standards. It is recommended to determine the temporal and spatial distribution of low and medium frequency (10 hz -10 khz frequency bands) impulsive sounds according to Marine Strategy Framework Directive Indicator 11.1.1 for human generated impulsive noises. The rate of days in which the impulsive noise sources exist in a given area and their distribution in a calendar year are determined as the time and space scale of the noise. In my study, the activities that cause impulsive noise in the Turkish Seas were examined for the period of 2016-2020. In this context, a database including the sound pressure level, intensity and frequency information generated by the noise was prepared by the data obtained from the Office of Navigation, Hydrography and Oceanography and integrated into the QGIS software in line with the Marine Strategy Framework Directive and the information obtained from the literature.

The obtained results and noise sources were compared according to the sound pressure levels and the resulting intensities in marine and coastal areas, and possible noise areas were created. It has been determined that the explosives class in marine areas and the impulsive pile driver class in coastal areas can create high sound pressure levels. By calculating the pulse block days for the study areas, the dispersal impact areas were estimated, and an infrastructure was created to investigate the effects of these areas on marine life in the future. As a result, the sources that will cause the dominant noise in marine and coastal areas in Turkey have been determined and assumptions and suggestions have been made about noise levels according to the literature.

Key words: Impulsive underwater noise, voice, human generated noises, pulse block days.

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Sualtı Gürültüsünün Deniz Canlılarına Etkisi	7
Tablo 2. Nisan 2010 tarihli Görev Grubu 11 Raporunda önerilen göstergeler. Sualtı Gürültü Kaynaklarının Özellikleri ve Ölçüm İndikatörleri.....	19
Tablo 3. Denizcilere ilanlar bülteninde belirtilen denizel alanlardaki faaliyet türleri.	27
Tablo 4. Veri tabanını oluşturan faaliyet içerik bilgileri.....	29
Tablo 5. Arşiv bilgilerinden elde edilen den kıyısal alanlardaki faaliyet türleri.	30
Tablo 6. Veri tabanındaki faaliyet türleri ile literatürdeki faaliyet türlerinin karşılıklı sınıflandırılması.....	31

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Denizcilik faaliyetlerinden kaynaklanan düşük frekanslı ses bantı ve deniz canlılarının ürettikleri ses frekans aralığı (Tasker ve diğerleri., 2010).....	3
Şekil 2. Ortam gürültüsü spektrumu (Coates, 2002)	5
Şekil 3. Sıralamanın gürültü kaynaklarının nispi ses basınç seviyeleri	20
Şekil 4. Haftalık olarak yayınlanan denizcilere ilanlar bülteni	27
Şekil 5. 2016 yılında yayınlanmış atış eğitimi çalışmasını belirten 1182 numaralı ilan	28
Şekil 6. 2020 yılında yayınlanmış sualtı çalışmasını belirten 103 numaralı ilan	28
Şekil 7. Denizaltı Tespiti için pasif ve aktif sonar	33
Şekil 8. Sonar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar.....	34
Şekil 9. Sonar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar.....	35
Şekil 10. Sonar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar	35
Şekil 11. Sonar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar	36
Şekil 12. Sonar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar	36
Şekil 13. Patlayıcılar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar.....	38
Şekil 14. Patlayıcılar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar.....	38
Şekil 15. Patlayıcılar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar.....	39
Şekil 16. Patlayıcılar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar.....	39
Şekil 17. Patlayıcılar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar.....	40
Şekil 18. Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na ait savaş gemisinin Doğu Akdeniz'de tatbikat esnasında gerçekleştirdiği atış eğitimi	40
Şekil 19. Fatih sondaj gemisi tarafından Karadeniz'de gerçekleştirilen çalışma	42
Şekil 20. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar	43
Şekil 21. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar	43
Şekil 22. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar	44
Şekil 23. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar	44
Şekil 24. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar	45
Şekil 25. Hava tabancası faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar.....	47
Şekil 26. Hava tabancası faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar.....	47
Şekil 27. Hava tabancası faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar.....	48
Şekil 28. Hava tabancası faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar.....	48
Şekil 29. Hava tabancası faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar.....	49
Şekil 30. Diğer darbesiz ses kaynağının 2016 yılında icra edildiği alanlar	51
Şekil 31. Diğer darbesiz ses kaynağının 2017 yılında icra edildiği alanlar	51
Şekil 32. Diğer darbesiz ses kaynağının 2018 yılında icra edildiği alanlar	52
Şekil 33. Diğer darbesiz ses kaynağının 2019 yılında icra edildiği alanlar	52
Şekil 34. Diğer darbesiz ses kaynağının 2020 yılında icra edildiği alanlar	53
Şekil 35. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar.....	54
Şekil 36. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar.....	54
Şekil 37. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar.....	55
Şekil 38. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar.....	55
Şekil 39. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar.....	56
Şekil 40. Türkiye kıyılarında bulunan limanlar	58
Şekil 41. Türkiye kıyılarında bulunan tersaneler.....	58

Şekil 42. Türkiye kıyılarında bulunan rıhtımlar	59
Şekil 43. Türkiye kıyılarında bulunan iskeleler	59
Şekil 44. Türkiye kıyılarında bulunan balıkçı barınakları	60
Şekil 45. Türkiye kıyılarında bulunan demirleme sahaları	60
Şekil 46. Türkiye kıyılarında bulunan döküntü sahaları	61
Şekil 47. Türkiye kıyılarında bulunan sualtı boru hatları	61
Şekil 48. 2016 yılında kıyısız alanlarda yapılan çalışmalar	62
Şekil 49. 2017 yılında kıyısız alanlarda yapılan çalışmalar	63
Şekil 50. 2018 yılında kıyısız alanlarda yapılan çalışmalar	64
Şekil 51. 2019 yılında kıyısız alanlarda yapılan çalışmalar	65
Şekil 52. 2020 yılında kıyısız alanlarda yapılan çalışmalar	66
Şekil 53. 2016 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik	67
Şekil 54. 2017 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik	67
Şekil 55. 2018 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik	68
Şekil 56. 2019 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik	68
Şekil 57. 2020 yılında her bir faaliyet için çalışılma oranı gösteren grafik	69
Şekil 58. 2016 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı	69
Şekil 59. 2016 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları	70
Şekil 60. 2017 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı	70
Şekil 61. 2017 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları	71
Şekil 62. 2018 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı	71
Şekil 63. 2018 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları	72
Şekil 64. 2019 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı	72
Şekil 65. 2019 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları	73
Şekil 66. 2020 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı	73
Şekil 67. 2020 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları	74
Şekil 68. 2016 yılına ait darbe blok günleri	77
Şekil 69. 2016 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri	78
Şekil 70. 2016 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları	79
Şekil 71. 2017 yılına ait darbe blok günleri	80
Şekil 72. 2017 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri	81
Şekil 73. 2017 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları	82
Şekil 74. 2018 yılına ait darbe blok günleri	83
Şekil 75. 2018 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri	84
Şekil 76. 2018 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları	85
Şekil 77. 2019 yılına ait darbe blok günleri	86
Şekil 78. 2019 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri	87
Şekil 79. 2019 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları	88
Şekil 80. 2020 yılına ait darbe blok günleri	89
Şekil 81. 2020 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri	90
Şekil 82. 2020 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları	91
Şekil 83. Palamut balığının (Sarda sarda, Bloch 1793) Karadeniz ve Marmara Denizi'nde dağılımı ve göç yolu (Ivanov and Beverton, 1936)	92
Şekil 84. Türkiye kıyılarında bulunan kaplumbağa alanları (DEKOS, Telli Karakoç ve diğerleri, 2007, 2008, 2009)	93

SİMGE LİSTESİ

<i>dB</i>	: Desibel
<i>hz</i>	: Hertz
<i>khz</i>	: Kilohertz
1 μ Pa	: Bir micro Pascal
Lz-p	: Tepe ses basıncı seviyesi
Lp	: Gürültü düzeyi ölçümü
Leq	: Gürültü seviyesi ölçümü
Km ²	: Kilometre kare
Km	: Kilometre
Kg	: Kilogram
G	: Gram
%	: Yüzde oranı
İnç	: Uzunluk birimi
°C	: Celsius
Lt	: Litre
Kj	: Kilojoule
Mj	: Milijoule
TNT	: Trinitrotoluen

KISALTMA LİSTESİ

SHODB	: Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı
DSÇD	: Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
MFSD	: Maritime Strategy Framework Directive
ICES	: Uluslararası Deniz Keşif Konseyi
NOAA	: Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi
WG GES	: İyi Çevresel Durum Çalışma Grubu
HELCOM	: Baltık Deniz Çevresi Koruma Komisyonu - Helsinki Komisyonu
AB	: Avrupa Birliği
MFAS	: Orta Frekans Aktif Sonar
LFAS	: Düşük Frekans Aktif Sonar
ADD	: Akustik Caydırıcı Cihaz
SPL	: Ses Basıncı Seviyesi
SEL	: Sese Maruz Kalma Seviyesi
RMS	: Ortalama Karekök
TBS	: Türk Boğazlar Sistemi
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Örgütü
QGIS	: Kuantum Coğrafi Bilgi Sistemleri
INR	: Dürtüsel Gürültü Kaydı
EU/EC	: Avrupa Birliği
TSG	: Sualtı Gürültüsü ve Diğer Enerji Türleri İle İlgili Teknik Alt Grup
OSPAR	: Kuzey-Doğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunmasına İlişkin Sözleşme
ACCOBAMS	: Karadeniz, Akdeniz ve bitişik Atlantik Bölgesinde Deniz Memelileri Koruma Anlaşması
DEKOS	: Deniz ve Kıyı Sularının Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Ses, deniz ortamındaki insan faaliyetlerinin bir yan ürünüdür veya deniz tabanını veya su sütununu araştırmak amacıyla kasıtlı olarak üretilmiştir. Ses, yalnızca deniz yaşamı üzerinde olumsuz etkilere neden olma potansiyeline sahip olduğunda "gürültü" olarak ifade edilir. İnsan faaliyetleri, yaygın olarak sualtı gürültüsü olmak üzere çeşitli kirlilik türleri üretir. Bu gürültü, deniz trafiğinin yanı sıra açık deniz insan faaliyetlerinden, özellikle hidrokarbonla ilgili faaliyetler, kazık çakma gibi yüksek yoğunluklu darbeli sinyaller üretenlerden oluşur.

Artan sualtı gürültüsü ülkemizi çevreleyen denizlerimiz için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Ülkemizde şimdiye kadar yapılmış sualtı gürültüsü çalışmaları askeri amaçla yapılmış ölçümler, deniz memelilerinin sayısı ve göç yollarını belirlemek ya da cihaz geliştirmek vs. amacıyla yapılmış araştırmaları içermektedir.

Darbeli gürültüyü izlemenin ilk amacı, çevre denizlerimizde yıl boyunca tüm yüksek darbeli, düşük ve orta frekanslı ses kaynaklarına genel bir bakış sağlayarak çevre üzerindeki baskıyı ölçmektir. Deniz ortamı üzerindeki yüksek insan kaynaklı baskı alanlarının belirlenmesi, etkili bir çevre yönetimi ve etkilerin azaltılması için kilit bir unsurdur.

Sualtı gürültüsü deniz yaşamı için bir tehdit olarak kabul edildiğinden, Avrupa Birliği'nde darbeli sinyallerden kaynaklanan deniz gürültü kirliliğini izleme ve değerlendirme ihtiyacı, Avrupa Komisyonu tarafından Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (Maritime Strategy Framework Directive –MSFD) aracılığıyla tanımlanmış ve ele alınmıştır (2008/56/EC, MSFD). Darbeli gürültünün izlenmesi ve değerlendirilmesi için kriter 2017/848 sayılı komisyon kararı ile şu şekilde tanımlanmıştır:

11.1. Yüksek sesli, alçak ve orta frekanslı darbeli seslerin zaman ve mekana göre dağılımı:

İnsan faaliyetlerinden kaynaklı darbeli ses kaynaklarının belirli bir yüzey alanları üzerindeki günlerin oranı ve bir takvim yılı içindeki mekânsal yayılımı, sese maruz kalma seviyesi (dB cinsinden $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$) veya bir metrede tepe ses basıncı seviyesi (dB cinsinden $1\mu\text{Pa}$ tepe) olarak, 10 Hz ila 10 kHz (11.1.1) frekans bantı üzerinden ölçülmüş olup deniz canlılarının popülasyonlarını etkilemeyecek seviyededir.

Bu çalışmada öncelikle Türkiye Denizleri'ndeki darbeli gürültü kaydının uygulanma durumu ele alınmaktadır. Daha sonra veri tabanı yöntemini ve istenen girdi parametrelerini belirleyip son olarak gürültü olaylarından etkilenen alanları ve gürültüye katkı sağlayan faaliyet türlerinin sınıflandırılmasını, elde edilen sınıflandırmaya uygun olarak muhtemel gürültü haritaları ve daha önce OSPAR'ın elde ettiği darbe blok günleriyle denizlerimizde meydana gelen gürültü gün sayılarının hesaplanması ve sunulması amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikle 5 yıllık bir periyot olarak 2016–2020 yıllarını kapsayacak şekilde Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı arşivinden ve haftalık olarak yayınlanan denizcilere ilanlar bültenlerinden elde edilen veri tabanı içeriği 10 sütun başlığından oluşup 28 farklı faaliyet türü (Atış eğitimi, Bilimsel Çalışmalar, İnşa Çalışmaları, Sismik Çalışma, Sondaj Çalışması, Sualtı Teknik Çalışma, Patlatma Çalışması, Hafriyat Dökümü vs.) ve toplamda 4390 satırı içermektedir.

Veri tabanı oluşturulurken, gürültüye sebep insan faaliyetlerini kıyı alanlarında (liman, tersane, balıkçı barınağı, iskele, demirleme yerleri, döküntü sahaları vs.) ve açık deniz alanlarında (sismik çalışma, bilimsel çalışmalar, askeri çalışmalar, sualtı teknik çalışmaları vs.) oluşum şekillerine göre 2 aşamada incelendi. Veri tabanına ait liste oluştururken denizcilere ilanlar bülteninde belirtilen yıl, ilan tarihi, ilan numarası, duyuru numarası, çalışma sahası (koordinat, mevki), bulunduğu deniz, faaliyetin adı, çalışmanın başlangıç ve bitiş tarihleri, çalışmayı gerçekleştiren gemi adı, çalışma ile ilgili belirtilen açıklamaların her biri ayrı sütunlarda kayıt altına alınmıştır.

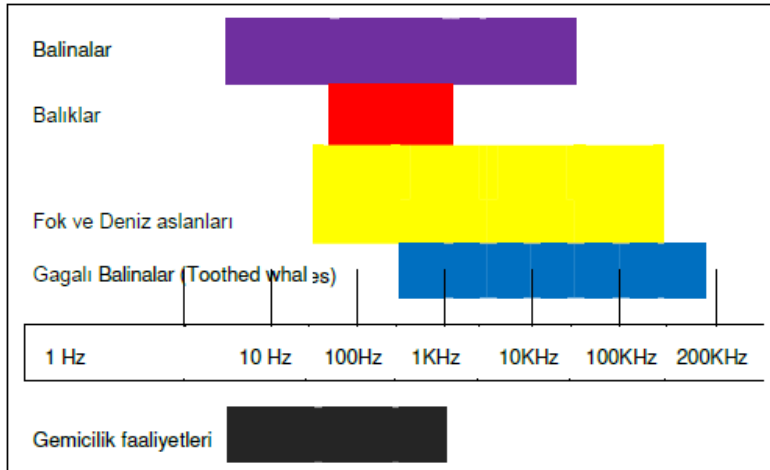
Türkiye Denizleri'nde gürültüye neden olan insan kaynaklı faaliyetlerin bu kayıtları tutulurken Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi'nin düşük ve orta frekanslı darbeli gürültü sınıflandırması için belirlediği 10 Hz – 10 kHz frekans bantına göre değerlendirme yapıp ilgili faaliyeti içeren frekans aralıklarının ve ses basınç seviyelerinin tespit edilerek OSPAR tarafından oluşturulan darbe blok günlerinde olduğu gibi Türkiye Denizleri için de muhtemel gürültü haritalarının elde edilmesi amaçlanmıştır.

1.2. Önceki Çalışmalar

1.2.1 Darbeli gürültülerin canlı yaşamına etkisi

Deniz canlıları, sesi eş ve yiyecek bulmak, gezinmek, avcılardan sakınmak ve iletişim için kullanırlar. Ses, yalnızca deniz yaşamı üzerinde olumsuz etkilere neden olma potansiyeline sahip olduğunda gürültü olarak adlandırılır. Dünyalarının yoğun ses seli altında kalması yaşamsal çoğu faaliyetlerini engeller ve ciddi sonuçlara yol açar.

İnsan kaynaklı ses farklı frekanslarda üretilmektedir. İnsan kaynaklı gürültü kesikli olabildiği gibi sürekli de olabilir. Darbeli gürültü bazı durumlarda periyodik ve uzun süreli olursa o durumda sürekli gürültü kaynakları ile karıştırılabilir. Üretilen bu seslerin farklı türlerdeki deniz canlıları üzerinde farklı şekillerde etkilediği bilinmektedir. Farklı kaynaklarda üretilen seslerin izlenmesi ve deniz ortamı gürültü seviyesinin bilinmesi oldukça uzun bazı durumlarda çok zor çalışmalar gerektirmektedir (Tasker ve diğerleri, 2010). Üretilen seslerin frekansları ile deniz canlıların ürettiği ses bantlarının bir karşılaştırması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Denizcilik faaliyetlerinden kaynaklanan düşük frekanslı ses bantı ve deniz canlılarının ürettikleri ses frekans aralığı (Tasker ve diğerleri., 2010)

Gürültü kirliliği, deniz ortamı üzerinde ciddi bir etkisi olan önemli bir çevre sorunu olarak kabul edilir. Deniz alanlarındaki farklı doğal ve insan kaynaklı faaliyetlerin yarattığı etkiler, giderek artan bir küresel endişe haline gelmiştir (Hildebrand, 2009). Bununla birlikte, son yirmi yılda, deniz kirliliği dünya çapında çeşitli çalışmalara konu olmuştur (McDonald ve diğerleri, 2006). Hayvanlar tarafından üretilen sinyalleri değiştirerek deniz faunasının sağlığını ve hayatta kalmasını, (Parbery-Clark ve diğerleri, 2009; Vasconcelos ve diğerleri, 2007; Weilgart, 2007), arama davranışlarını olumsuz yönde etkilemekte (Buckstaff ve diğerleri, 2013;

Putland ve diğerleri, 2018), fizyolojik durum (Williams ve diğerleri, 2015) doğal topluluklarda ve tüm ekosistemlerde ekolojik değişimlere neden olmaktadır (Buxton ve diğerleri, 2017; Francis ve diğerleri, 2012; Shannon ve diğerleri, 2016). Bu durum hayvan refahı, koruma, mevzuat ve insan sağlığı gibi bilimde çalışan doğal ekosistemleri ve toplumsal tarafları bütünlüğüyle ilgilendirmektedir (Kunc ve diğerleri, 2016).

Deniz ortamına yayılan insan kaynaklı ses, deniz organizmalarını çeşitli şekillerde potansiyel olarak etkileyebilir. Biyolojik olarak ilgili sinyalleri maskeleyebilir, çeşitli davranışsal reaksiyonlara yol açabilir, işitme organları işitme kaybı şeklinde etkilenebilir ve çok yüksek alınan seviyelerde ses deniz yaşamını yaralayabilir veya hatta öldürebilir. Sualtı gürültüsü, deniz yaşamını çeşitli şekillerde ve bazı durumlarda nispeten geniş alanlarda ve zaman ölçeklerinde etkileme potansiyeline sahiptir.

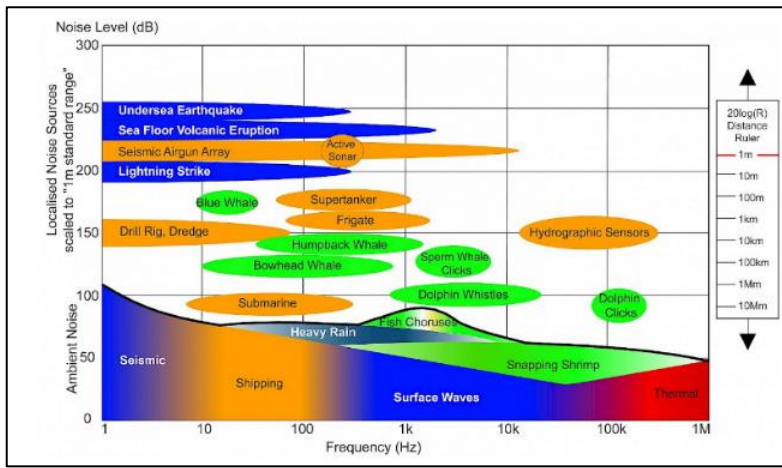
İnsan kaynaklı sualtı gürültüsü, deniz yaban hayatının korunması için büyük bir tehdit olarak kabul edilen ve bu nedenle izleme ve yönetim araçlarının geliştirilmesini gerektiren bir kirlilik şeklidir (Southall ve diğerleri, 2007; Weir ve Dolman, 2007; Pavan, 2008; Popper ve Hastings, 2009; Dolman ve diğerleri, 2011). Özellikle, gürültünün deniz memelileri üzerindeki etkisi, yaşamsal işlevlerini yerine getirmek için akustik sinyallere büyük ölçüde bağımlı oldukları göz önüne alındığında endişe kaynağı oluşturur. Günümüzde "akustik habitatlar", bireyler ve popülasyonlar üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri olan insan kaynaklı gürültü ile değiştirilmiş görünmektedir (NRC, 2003; Simmonds ve diğerleri, 2004).

İnsan kaynaklı gürültüye maruz kalmak vahşi yaşam için zararlı etkilere neden olabilir (Reijnen ve diğerleri, 1996; Öhrström ve diğerleri, 2006). Birçok sucül tür, örneğin kabuklular, balıklar ve deniz canlıları gibi ses üretme ve algılama yeteneğine sahiptir (Au ve diğerleri, 1974; Popper ve diğerleri, 2004; Henninger ve diğerleri, 2005). İnsan kaynaklı gürültüler bu nedenle deniz ortamında ciddi bir tehdit oluşturabilir (Parsons ve diğerleri, 2008) ve bu çevresel etki değerlendirmelerinde dikkate alınmalıdır (Croll ve diğerleri, 2001).

İnsan kaynaklı gürültü, deniz hayvanlarının işitme sistemlerinde fizyolojik hasarın yanı sıra maskeleymeye de yol açabilir. Maskeleye, bir sesin diğerinin varlığında algılanması veya ayırt edilmesi eşiğinde bir artış olduğunda ortaya çıkar. İşitme hassasiyeti kaybı eşik kayması olarak tanımlanır. Geçici bir eşik kayması geri dönüşümlü bir etki iken ve işitsel yorgunluk olarak kabul edilirken, kalıcı bir eşik kayması bir yaralanmadır. Gürültünün varlığının göç eden cetacean türlerini etkilediği bulunmuştur. Darbeli gürültüye maruz kaldıklarında, kambur sırtlı

balinalar (*Megaptera novaeangliae*) göç yollarını değiştirirler ve dalışlarının süresinde ve göçlerinin hızındaki değişikliklerle elbette sık sık değişiklikler gösterirler (Dunlop ve diğerleri, 2015; McCauley ve diğerleri, 2000).

İnsan kaynaklı gürültülerin deniz türlerini olumsuz etkileyebileceği alan, sesin sualtında ne kadar iyi yayıldığına, frekans özelliklerine ve süresine bağlıdır. Alınan seviyeler ve kaynaktan farklı mesafelerdeki spektral içerik hakkındaki bilgiler, ilgilenilen türlerin işitme eşikleri ve yerel ortam gürültüsü seviyeleri ile karşılaştırılabilir ve bu veriler türlerin kaynaktan farklı mesafelerde etki etme olasılığını belirlemek için kullanılabilir.



Şekil 2. Ortam gürültüsü spektrumu (Coates, 2002)

Yüksek genlikli, düşük ve orta frekanslı darbeli sesler, özellikle deniz memelileri ve balıklar üzerinde algılanan etkilerle ilgili olarak, kamuoyunda endişeye neden olmuştur. Bu tür sesler kazık çakma, sismik araştırmalar, patlamalar gibi çeşitli gürültü kaynaklarından meydana gelir. Laboratuvar çalışmaları, çeşitli deniz organizmalarında fizyolojik ve davranışsal etkiler gösterirken, saha çalışmaları davranış bozuklukları ve bazı durumlarda ölümle sonuçlanmalar göstermiştir. Darbeli gürültünün neden olduğu çeşitli bozulma gradyanları vardır; bunların ölçeği, söz konusu deniz organizmasına ve sesin yüksekliğine, frekansına ve kalıcılığına bağlıdır. Prensip olarak, sualtı sesinin daha yüksek ses genliklerinde (yükseklik) ve daha fazla sayıda girdiyle (kalıcılık) daha büyük olumsuz etkileri olması muhtemeldir. Düşük frekanslı sesler, yüksek frekanslardan daha geniş bir alanı etkileme potansiyeline sahiptir, ancak herhangi bir organizma üzerindeki gerçek etkiler, duyarlı olduğu frekans aralığına bağlı olacak ve algılama aralığının dışındaki seslerin olumsuz bir etkiye sahip olma olasılığı daha düşük olacaktır (Tasker ve diğerleri, 2010).

Darbeleri kaynaklardan kaynaklanan sualtı gürültü kirliliği (örn. patlamalar, sismik hava tabancaları, vurmali kazık çakma) ölüm, fiziksel yaralanma, işitsel hasar, fizyolojik stres, akustik maskeleye ve davranışsal tepkiler yoluyla deniz faunasını etkileyebilir. Darbeleri sualtı gürültü kirliliği kaynakları okyanustaki en yoğun sesler arasındadır ve ölüm oranı da dahil olmak üzere deniz yaşamı üzerinde bir dizi etkiye neden olabilir (Lewis, 1996; Danil ve St. Leger, 2011; Popper ve diğerleri, 2014), işitsel hasar (Lucke ve diğerleri, 2009; Ulusal Deniz Balıkçılığı Servisi, 2018; Southall ve diğerleri, 2019), yer değiştirme (Tougaard ve diğerleri, 2009; Castellote ve diğerleri, 2012; Thompson ve diğerleri, 2013; Sarnocinska ve diğerleri, 2020), akustik maskeleye (Blackwell ve diğerleri, 2013; Kyhn ve diğerleri, 2019) ve fizyolojik stres (Debusschere ve diğerleri, 2016). Darbeleri gürültü, kaynaktan uzaklaştıkça artan işitsel hasar riski taşıyan darbeleri özellikler azalır (Hastie ve diğerleri, 2019), ancak kalan gürültü hala başka etkilere neden olma potansiyeline sahiptir (Nieukirk ve diğerleri, 2012).

Kıyı ve açık deniz inşaat faaliyetleriyle ilişkili su içi kazık çakmalarından kaynaklanan yoğun gürültülerin deniz organizmaları üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir (Bailey ve diğerleri, 2010; Dahl ve diğerleri, 2015). Potansiyel olumsuz etkiler, davranış değişikliği (Tougaard ve diğerleri, 2009; Kendall ve Cornick, 2016; Herbert-Read ve diğerleri, 2017; Branstetter ve diğerleri, 2018), habitat yer değiştirmesi (Dähne ve diğerleri, 2013) ve işitme bozukluğu (Kastelein ve diğerleri, 2015; Kastelein ve diğerleri, 2016; Kastelein ve diğerleri, 2018), fiziksel yaralanma ve ölüme sebebiyet vermektedir (Casper ve diğerleri, 2012; Casper ve diğerleri, 2013a; Halvorsen ve diğerleri, 2012). Bu tür endişeler nedeniyle, son 20 yılda seslerin kapsamlı ölçüm ve analiz programları yürütülmüştür (Buehler ve diğerleri, 2015; Amaral ve diğerleri, 2020).

Şiddetli fizyolojik tepkiler genellikle akut gürültüye maruz kalma ile ilişkilidir. Örneğin, gagalı balinaların (*Ziphius cavirostris*) kitlesel iplikleri, askeri sonarlardan gelen gürültüye maruz kalmaları ile ilişkilendirilmiştir. Askeri sonar gürültüsü, bu derin dalış türünün son derece basmakalıp dalış düzeninde değişikliklere neden olur, metabolizmalarını ve enerji rezervlerini değiştirir ve içlerindeki azot kabarcıklarının genişlemesine neden olarak insanlarda dekompresyon hastalığına benzer sonuçlar doğurur (Fernández ve diğerleri, 2005; Hildebrand, 2005). Gürültüye tepki, artan kalp atış hızı ve daha yüksek oksijen tüketimi nedeniyle hipoksiye de yol açabilir. Aşırı gürültü stresörlerine, yağ ve kalp embolisine veya hipoksiye maruz kalmanın kombinasyonu ölüme yol açabilir veya hayatta kalan hayvanların sağlığını ve

doğurganlığını etkileyebilir (Wright ve diğerleri, 2007) ve üreme başarılarındaki azalmanın nüfus düzeyinde önemli etkileri olabilir (Southall ve diğerleri, 2007; Wright ve diğerleri, 2007).

Tablo 1. Sualtı Gürültüsünün Deniz Canlılarına Etkisi (Tasker ve diğerleri, 2010)

Etki Şekli	Etkisi
1.Fizyolojik A) İşitsel olmayan	• Organlarda hasara neden olabilir • Gaz embolisine neden olabilir • Yağ embolizmasına neden olabilir • Hava keseleri ve diğer organlarına zarar verebilir.
B) İşitsel(duyma kaybı)	• Duyma organlarında önemli hasar oluşumu • Denge organlarında travma • Balık hücrelerinde hasar • Kalıcı duyma bozukluğu
2.Algisal	• İletişimin maskelenmesi • Biyolojik olarak önemli diğer seslerin maskelenmesi
3.Davranışsal	• Normal davranışlarda bozulma (beslenme üreme gibi) • Davranış değişikliği • Yer değişikliği • Adaptasyon uyumsuzluğu

Balıklarla ilgili olarak, araştırmalar, kazık çakma ve patlamalar gibi yüksek yoğunluklu dürtüsel seslere yanıt olarak Barotravma (=gürültünün neden olduğu dokuda fiziksel hasar) ve hatta ölüm bulunduğunu göstermektedir. İşitme bozukluğu durumunda olduğu gibi, yaralanmanın büyüklüğü alınan doza bağlıdır (Popper ve diğerleri, 2014, 2019). Gürültüye maruz kalma nedeniyle doku yaralanması (Andre ve diğerleri, 2011) vahşi doğada (Sole ve diğerleri, 2017) yapılan yumuşakça deneylerinde bulunmuştur. Hava tabancalarından gelen gürültünün zooplanktonda ölümlere neden olduğuna dair kanıtlar da vardır (McCauley ve diğerleri, 2017).

Orta frekanslı aktif sonarların kullanımını içeren deniz tatbikatlarının, Cuvier'in gagalı balinalarının Akdeniz kıyıları boyunca ve diğer deniz bölgelerinde en azından son 20 yılda birçok değişime neden olduğu görülmüştür (Frantzis, 1998; Fernandez ve diğerleri, 2004; Martin ve diğerleri, 2004; Agardy ve diğerleri, 2007; Podestà ve diğerleri, 2007; Filadelfo ve diğerleri, 2009). Bu tür bir korelasyon, başka herhangi bir insan kaynaklı gürültü kaynağıyla aynı doğrulukla tanımlanmamıştır, ancak jeofizik araştırmalar için bu göz ardı edilemez.

Ayrıca, Akdeniz’de yüzgeçli balinalar için çok uzun aralıklarda düşük frekanslı darbeli gürültüye yanıt olarak 200 km'den daha fazla ulaşan farklı etkilerin (yer değiştirme ve / veya akustik davranış bozukluğu) meydana geldiği gösterilmiştir (Castellote ve diğerleri, 2012).

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda 21 balık türünün yoğun gürültüye karşı verdiği olumsuz tepkiler gösterilmiştir. Bu zararlı tepkiler şunları içerir:

- Balık kulaklarında ve duymada yoğun hasar,
- Sismik araştırmalar için bildirilen yerlerin yakınlarında % 40-80 oranlarında ve daha az morina, mezigit (haddock), kaya balığı, ringa balığı, kum yılan balığı ve mezigit (blue whiting) balığının etkilenmesi,
- Mavi yüzgeçli orkinosların eğitim yapısında, yüzme davranışlarında ve muhtemelen, göç etmelerinde bozulma,
- Pek çok çeşit balık türlerinde nakliye gürültüsü nedeniyle stres hormonları salgılanması,
- Morina balığı beyninde havalı tabanca atışları sonrasında gen yapısının değişmesi,
- Gürültüye maruz kaldıktan sonra embriyonik Palyaço balığı kalp atışlarında önemli bir artış.

Laboratuar çalışmaları, çeşitli deniz organizmalarında sualtı gürültüsünün hem fizyolojik hem de davranışsal etkilerini bulurken, saha çalışmaları davranış bozukluklarını ve bazı durumlarda ölüm olduğunu göstermiştir. Kısa süreli gürültünün potansiyel etkileri, yoğun ses kaynaklarından ani işitsel hasar veya vücudun yaralanması risklerini kapsar (OSPAR 2009). Bununla birlikte, nüfus düzeyinde deniz organizmalarının davranışları üzerindeki etkiler, habitat dışlama, yiyecek arama başarısı, sağlık ve üreme ile ilgili olarak eşit veya hatta daha önemli olabilir. Davranış değişikliklerinin kümülatif etkisi, gürültüden başka bir tehdit oluşturur. Çoğu araştırmacı, deniz sonarı ile bağlantılı gagalı balina kütleli sarmallar fenomenini destekleyen mekanizmaların başlangıçta akustik maruziyetin doğrudan fiziksel etkisinden ziyade akustik maruz kalmaya davranışsal bir tepki tarafından tetiklendiğini düşünmektedir (ICES 2005).

Balıkçılıkta ve yunusları avlama operasyonlarında korkutmak için de sıklıkla kullanılan mühür bombaları, tekrarlanan maruz kalmaya alışkın olan bazı pinnipedlerde irkilme ve uçuş tepkilerine neden olmuştur (Richardson ve diğerleri, 1995). Madsen ve Mohl (2000), beş sperm balinasının 180 dB re 1 μ Pa rms'lik alınan ses basıncı seviyelerinde uzaktaki füyvelere akustik tepkisini bulamadılar, çünkü muhtemelen fünye gürültüsü sperm balina tıklamalarına

benziyordu ve bu nedenle kompleksifiklerden gelen sinyaller olarak algılanabilirdi. Yüzeydeki davranışsal tepkiler gözlemlenen bir bireyde eksikti (Madsen ve Mohl 2000). Todd ve diğerleri, (1996), bir açık deniz petrol platformunun geliştirilmesi sırasında kambur balinaların patlamalara karşı davranışlarında herhangi bir değişiklik bulamadı (SPL = 1,8 km'de 140-153 dB re 1 μ Pa rms). Aynı yazarlar, o dönemde bölgede kaydedilen ağlardaki balinaların daha fazla dolaşmasının, zararlı ses seviyelerine maruz kalmanın uzun vadeli etkilerinden etkilenmiş olabileceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, neden-sonuç ilişkileri kurulamamış ve kontroller sağlanamamıştır ve bu nedenle çalışmanın sonuçlarının yorumlanması zordur (Nowacek ve diğerleri, 2007). Finneran ve diğerleri, (2000) iki eğitilmiş yunusu ve bir belugayı uzak patlama şeklindeki patlamalara benzeyen seslere maruz bıraktı. Hayvanların eğitilmiş davranışlarında bozulmaların, 9.3 km'de 5 kg'a karşılık gelen maruziyetlerde meydana gelmeye başladığını gözlemlediler.

Sualtı sesinin deniz yaşamı üzerindeki etkilerini anlamamızı için davranışsal ve işitsel çalışmalar, dağılımın izlenmesi ve insan kaynaklı ses bütçelerinin araştırılması gibi araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, sesin deniz türleri üzerindeki etkisini daha büyük mekânsal ölçekler üzerinde incelemek için metodolojilerin standardizasyonuna ihtiyaç vardır. Önceliklerden biri, askeri sonar gibi sualtı gürültüsüne önemli katkıda bulunanlar hakkındaki veriler de dahil olmak üzere, daha ileri değerlendirmelerde burada verilen bilgileri güncellemek olmalıdır. Sualtı gürültüsünün deniz yaşamı üzerindeki etkilerini azaltmak için etkili azaltma önlemleri geliştirmek ve uygulamak için daha fazla çaba gösterilmelidir. Ses üreten faaliyetler, hassas denizcilerin bulunduğu alanlardan ve/veya zamanlardan kaçınmak için tasarlanabilir.

1.2.2 Tanımlar

İnsan faaliyetleri tarafından üretilen sesler, birkaç Hz'den birkaç yüz kHz'e kadar geniş bir frekans aralığını ve çok çeşitli kaynak seviyelerini kapsar. Bu bölümde ses, gürültü gibi bazı temel terimleri ve bunlarla ilişkili diğer ifadelerin tanımlamasını ele alacağız.

Ses, sıkıştırılabilir bir ortamda (örneğin su) yayılan basınçtaki bir değişiktir. Ses basıncı seviyeleri (SPL - sound pressure level), referans birimi olarak 1 μ Pa (bir microPascal) ile desibel (dB) cinsinden ifade edilir. Ses, doğal (biyolojik kaynaklar, denizaltı depremleri, rüzgar vs) ya da insan kaynaklı (denizcilik faaliyetleri, balıkçılık faaliyetleri, sonar cihazları vb) olarak üretilen denizaltı çevresine etki eden bir enerjidir. (Richardson ve diğerleri,

1995). Ses ışık gibi diğer uyarıcıların aksine su içinde çok etkili bir şekilde yayılır ve kilometrelerce uzaktan hissedilir.

Ses basıncı seviyesi (SPL), bir sesin etkin basıncının, zaman içinde ortalaması ve standart bir referans basıncına göre bir ölçüsüdür. Daha spesifik olarak, desibel cinsinden bir seviye olarak ifade edilen ortalama karekök (RMS- root mean square) akustik basıncıdır. Sualtı akustikindeki referans basınç, bir Pascal'ın milyonda biri olan 1 microPascal (sembol μPa) olarak tanımlanır. Ses basıncı seviyeleri, belirli bir referans basınç değerine göre desibel (dB) olarak rapor edilir. Desibel terimi "bir bel'in onda biri" anlamına gelir ve ilk olarak insan ses yüksekliği algısını modellemek için kullanılan birimdir. Bir sesin spl'sini bildirirken, sadece "dB" yi belirtmek değil, aynı zamanda referans basıncını eklemek ve analiz bant genişliğini belirtmek de önemlidir (Verboom 1992).

Sese maruz kalma (pozlama) seviyesi (SEL- sound exposure level), genellikle akustik olaylar için bir ölçüdür ve enerji dozunun göstergesi olarak sıklıkla kullanılır. dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ cinsinden bir geçici dalga formunun kare basıncının zaman içindeki integralidir. Bu, nabızdaki ses enerjisinin bir tahminidir.

Gürültü, ister elektronik veya akustik, hangi alanda olursa olsun istenmeyen sinyal olarak tanımlanır. Sualtı gürültüsü de çeşitli kaynaklardan yayılan ve akustik temelli çalışan cihazları veya sualtı canlılarının yaşamını etkileyen tüm sinyallerin toplamıdır.

Sualtı gürültüsünü tanımlamak için çeşitli tanımlayıcılar kullanılır. İki yaygın tanımlayıcı, anlık tepe ses basıncı seviyesi (L_{z-p}) ve Ortalama Kare Kök (RMS- root mean square) basıncı dürtü sırasındaki seviye, bazen sırasıyla tepe ve RMS seviyesi olarak adlandırılır. Tepe basıncı, her biri sırasında gözlemlenen anlık maksimum aşırı basınç veya düşük basınçtır, darbe ve Pascal (Pa) veya SPL olarak desibel (dB) cinsinden gösterilebilir ve bir basınca referansla 1 mikropaskal (dB re: $1\mu\text{Pa}$). RMS seviyesi, dürtü süresi enerjiye bölünen enerjinin kare köküdür. Bu seviye, darbenin ortalama kare basınç seviyesidir.

Gürültü seviyeleri, frekans spektrumuna göre: geniş bant ve dar bant olarak adlandırılırlar;

Geniş bant gürültü: Gürültüyü oluşturan seslerin frekansları geniş bir aralığı kapsar.

Gürültünün spektrumu yayılmış ve hiçbir frekans bantında toplanmamıştır.

Dar bant gürültü: Frekans dağılımı, belli bir frekans bantında toplanmıştır.

Zamanla değişimine göre, kararlı gürültü ve kararsız gürültü olarak iki grupta incelenirler;

Genellikle zaman içindeki değişimleri 5 dB içinde kalan bir gürültü, kararlı gürültü olarak adlandırılır. Yani gürültünün seviyesinde zamanla bir değişme gözlenmez. Bu tip gürültüler için genellikle ani gürültü düzeyi ölçümü (L_p) yeterlidir.

Kararsız gürültü ses düzeyleri ise zaman içerisinde önemli değişiklikler gösterir.

Kararsız gürültü değerlendirilirken, aynı ses enerjisine sahip olan fakat kararlı bir gürültünün dB cinsinden ses seviyesi tanımlanır. Bu tip gürültüler için genellikle eşdeğer gürültü seviyesi ölçümü (L_{eq}) yapılır.

Desibel, seslerin göreceli yüksekliğini ölçmek için kullanılan bir birimdir. Desibelin yanı sıra, bir diğer önemli ölçü de, saniyedeki ses dalgası döngülerinin sayısı olan frekanstır. Hertz (hz) cinsinden verilir: 1 hertz = saniyede bir devir, 1 khz = saniyede 1000 devir. Farklı deniz hayvanları farklı frekansları kullanır ve bunlardan etkilenir. İnsanlar 20 hz ila 20 khz arasındaki frekansları duyabilir, ancak deniz memelileri ve diğer türler için duyulabilir spektrum insan işitme aralığının çok ötesine uzanabilir. Sağlıklı bir insan kulağı 20 ile 20.000 hz arasındaki sesleri duyabilmektedir. 20 hz' in altındaki sesler ses berisi (infra sound) 20.000 hz' in üstündeki sesler ses ötesi (ultra sound) olarak isimlendirilir.

Denizdeki ses hızı, iki ortamın yoğunluğu ve elastikiyetindeki farklılıklar nedeniyle havadan yaklaşık beş kat daha hızlıdır (Verfuß ve diğerleri, 2015). Sığ sularda ses iletimi, yerel derinlik koşullarından ve deniz yatağının bileşiminden ve ses emilimine neden olan yüzey yansımalarından güçlü bir şekilde etkilenir. Öte yandan, derin sularda hareket eden düşük frekanslı ses iletim kaybı yaşamaz ve son derece uzun akustik algılama aralıklarına sahiptir (Simmons ve diğerleri, 2002).

Darbeli sesler, sonlu süredeki kısa akustik enerji patlamaları ile karakterize edilir. Bunlara bazen geçici sesler denir. Darbeli ses örnekleri, deniz kazık çakması, patlamalar ve hava tabancası kaynakları tarafından üretilir.

Sürekli sesler, akustik enerjinin önemli bir zamana, genellikle saniyeler, dakikalar ve hatta saatler boyunca yayıldığı seslerdir. Sesin genliği süre boyunca değişebilir, ancak genlik

bir süre sıfıra düşmez. Ses, belirli frekanslarda geniş bant gürültüsü ve dar bant gürültüsü içerebilir. Sürekli ses örnekleri arasında gemi gürültüsü, deniz yenilenebilir enerji cihazları da dahil olmak üzere makinelerden gelen operasyonel gürültü ve sondajdan kaynaklanan gürültü sayılabilir. Sürekli sesin genellikle düşük frekans aralığına hakim olduğu ve deniz ortamının geniş bir alanını etkileyerek uzun mesafelerde yayıldığı tespit edilir. Çoğu yüksek yoğunluklu kaynaktan farklı olarak, nakliye, tarama ve enerji tesisatı ile üretilen daha düşük yoğunluklu ses sürekli ve yaygındır (Popper ve Hastings, 2009).

İnsan kaynaklı gürültü, deniz teknolojilerinin gelişmesi ve deniz sanayi faaliyetlerinin büyümesinin bir sonucu olarak, artmakta ve dünya okyanuslarını tehdit eden deniz yaşamı için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır (Slotte ve diğerleri, 2004; Tyack, 2008). İnsan kaynaklı gürültü güzergah izni bu işlemler sırasında kullanılan kaplar ve araçlar tarafından, kazı ve dolgu, kablolar, kargo gemilerinden gelen ses, sonar, sismik testler, sondaj, kazık sürücüler, ek tatil gemileri, eğlence tekneler, ağırlıklı olarak köprüler, limanlar, rüzgar çiftlikleri ve diğer binaların yapımı olduğu kıyıya yakın bulunan ve inşaat faaliyetleri sırasında üretilir. Başta hava tabancaları olmak üzere sismik arama cihazları, denizaltı jeolojik araştırmaları ve petrol, gaz arama ve deniz dibi haritalaması gibi jeofizik çalışmalar için tüm dünyada kullanılmaktadır (Slabbekoorn ve diğerleri, 2010).

1.2.3 Tarihsel süreç

İnsan kaynaklı sualtı gürültü etkileri, Avrupa ve ötesinde çevre yöneticileri ve düzenleyiciler için sıcak bir konu haline geldi. 1970'lerde kendini adanmış birkaç akademisyen tarafından üstlenilen bir konudan, ölümlülük, işitme bozukluğu, iletişim maskeleye ve davranış bozukluğu gibi gürültünün deniz organizmaları üzerindeki etkileri, son birkaç yılda dünya çapında artan bir ilgiyle karşılandı ve bu Birleşmiş Milletler raporu, aşağıdakiler de dahil olmak üzere çok sayıda incelemeyle sonuçlandı (Richardson ve diğerleri, 1995; Southall ve diğerleri, 2007; Hawkins & Popper, 2016). Sualtı gürültüsünün deniz memelileri üzerindeki etkisine yönelik bir araştırma stratejisi, 13 yıl önce Avrupa Denizcilik Kurulu tarafından 13 No'lu Pozisyon Belgesi olarak yayınlanmıştır (Boyd ve diğerleri, 2008). Bu rapor, gelecekteki araştırmalar için stratejik bir çerçeve tanımladı; önceliklendirme konusunda rehberlik sağladı ve bir uygulama süreci önerdi. Kademeli bir analitik risk değerlendirme çerçevesi, bilgi boşluklarını değerlendirmek ve sualtı gürültüsünde öncelikli araştırma konularını belirlemek

için sistematik bir süreç olarak geliştirildi ve son on yılda bu konudaki araştırmaları bilgilendirmede etkili oldu.

Sualtı gürültü kirliliğinin etkileri ile ilgili farklı zamanlarda ve farklı bölgelerde yapılmış birçok uluslararası çalışma mevcuttur (Popper ve diğerkleri, 2006; Nowacek ve diğerkleri, 2007; OSPAR 2009b). Bu kapsamda yapılan uluslararası çalışmalar incelenmiştir (Costa ve Hayes, 2001; Meyer, 2010). OSPAR konvansiyonu kapsamında Kuzeydoğ Atlantik lkeleri (Arktik sularda, Kuzey Denizi'nde, Seltik Denizi'nde Biskey Körfezi'nde) bölgelerinde gürültü kirliliğ kapsamında çalışmalar yapmışlardır. alışmalar daha çok deniz canlılarının sualtı gürültüsünden etkilenme derecelerinin ve bu etkinin hangi frekanslarda olduğnn tanımlaması şeklindeir (OSPAR 2009a ve OSPAR 2009b).

Denizlerdeki insan kaynaklı sualtı grltlerindeki artış, yoğn insan sömürüsünden kaynaklı ortaya çıkmıştır (Andrew ve diğerkleri, 2002; Ross, 1993). Bunun duyarlı türler üzerindeki potansiyel olarak zararlı etkileri konusunda önemli endişeler dile getirilmiştir. Deniz canlıları üzerinde gürültünün çevresel etkilerini en aza indirmek için birçok uluslararası sözleşme bu nedenle bir sorumluluk parçası haline gelmiştir ve farklı hkmetler arası rgtler, (Karadeniz, Akdeniz ve bitişik Atlantik Bölgesinde Deniz Memelileri Koruma Anlaşması ACCOBAMS), Kuzey Deniz evresinin Korunması Sözleşmesi, Doğ Atlantik ve Uluslararası Denizcilik rgt (IMO) Göçmen Türler Sözleşmesi olarak, bu sorunu gidermeyi amaçlamaktadırlar.

Ayrıca sualtı gürültüsü, Avrupa Komisyonu tarafından 2008 yılında kabul edilen ve 2020 yılına kadar Avrupa Deniz evresinin İyi evresel Statüsüne (GES- Good Environmental Status) ulaşmayı amaçlayan Avrupa sularındaki darbeli sinyallerden kaynaklanan deniz gürültüsü kirliliğinin izlenmesi ve değerkendirilmesi ihtiyaı, özellikle Avrupa Birliğı tarafından darbeli gürültü kaynakları kaydının oluşturulmasının nerildiğı Deniz Stratejisi ereve Direktifi (DSD) aracılığıyla ele alınmıştır. DSD, yüksek darbeli gürültünün (Gösterge 11.1.1) hem mekânsal hem de zamansal dağılımını dikkate alır. DSD, Avrupa'nın deniz koruma taahhütlerini, gürültünün kümülatif etkilerine ve tüm deniz hayvanları (sadece korunan türler değıl) ve poplasyonlar üzerindeki potansiyel etkisine odaklanarak yansıtılan daha ekosistem tabanlı bir yaklaşıma genişletti. 2017'deki bir Komisyon Kararını takiben (Avrupa Komisyonu, 2017) ye Devletlerin artık deniz çevresini olumsuz etkilemeyen sualtı gürültü seviyeleri için eşik değerkleri belirlemesi gerekmektedir.

Akdeniz ve Karadeniz'de, bu çerçeveyi takiben ortak bir gürültü kaydının geliştirilmesi Akdeniz ve Karadeniz'de Deniz Memelilerinin Korunması Antlaşması (ACCOBAMS) tarafından Barselona Sözleşmesi ile işbirliği içinde yürütülmektedir. Akdeniz'deki gürültü sıcak noktalarına ilk genel bakış 2016 yılında (Maglio ve diğerleri, 2016) cetacean korunumu ile potansiyel olarak çatışabilecek gürültü alanlarını belirlemek amacıyla ACCOBAMS tarafından sağlanmıştır.

ACCOBAMS anlaşması, Karadeniz ve Akdeniz sularındaki insan kaynaklı gürültüyü ele almak için 2010 tarihli bir karara sahiptir ve bu da ACCOBAMS imzacılarını yönetim planlarındaki gürültüyü dikkate almaya ve uygun olduğunda gürültüyü azaltmaya teşvik etmektedir (Elliott ve diğerleri, 2019). Amerika Birleşik Devletleri son zamanlarda genel olarak okyanus gürültüsü ile başa çıkmada ilerleme kaydetmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki deniz ortamını denetleyen Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA-National Oceanic and Atmospheric Administration), 2016 yılında federal politika düzeyinde sismik araştırmaları ele alan ilk Okyanus Gürültüsü Stratejisi Yol Haritasını yayınladı (Gedamke ve diğerleri, 2016). NOAA, deniz memelilerinin işitme duyarlılığını etkileyebilecek gürültü seviyelerini belirlemek için teknik akustik öneriler yayınlamıştır (Uluslararası Deniz Balıkçılığı Servisi, 2018).

Sualtı gürültüsünün sınırlar arasında yayılabileceği ve geniş barınma aralıklarına sahip deniz organizmalarının popülasyonlarını etkileyebileceği göz önüne alındığında, MSFD, OSPAR ve HELCOM gibi mevcut bölgesel deniz sözleşmeleri aracılığıyla izleme, değerlendirme ve gürültü yönetimine yönelik bölgesel, işbirlikçi bir yaklaşım gerektirir. Bu şu anda uygulanmaktadır ve sürdürülmelidir. Bahsedildiği gibi, OSPAR/HELCOM darbeli gürültü kayıtları, DSÇD sualtı gürültü göstergelerinden birini bilgilendirmek için darbeli gürültü olaylarının nerede ve ne zaman meydana geldiğine ilişkin verileri toplayarak türünün ilk örneği olarak 2015 yılında başlamıştır.

OSPAR ve HELCOM, darbeli gürültüden kaynaklanan rahatsızlık riskine ilişkin bir gösterge geliştirmek için çalışmalarını sürdürüyor ve 2021'de başlayan 'EU Harmonize' projesi, Avrupa'da darbeli gürültü değerlendirmelerini standartlaştırmayı ve uyumlu hale getirmeyi hedefliyor. Çeşitli Avrupa deniz bölgelerinde de sürekli gürültü izlemesi başlamıştır. Bu izleme programları ve ilgili göstergeler, Avrupa'daki politika ve düzenlemeleri bilgilendirecektir.

1.2.4 AB – DSÇD’nin sınıflandırması

Avrupa Birliği'ne göre, deniz ortamında meydana gelen ve deniz yaşamı üzerinde zararlı etkiler yaratabilen herhangi bir insan kaynaklı ses kaynağını tanımlamak için “deniz gürültüsü kirliliği” lokasyonu oluşturulmuştur. Bu durum ulusal ve uluslararası mevzuatla ortaya çıkan ve kayda değer bir kirlilik kaynağı olarak görülmektedir (DSÇD; Avrupa Birliği, 2008).

Avrupa Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi İyi Çevre Durumu (MSFD-GES) Sualtı Gürültüsü Teknik Alt Grubu Raporuna göre;

Deniz sularının iyi çevresel durumuna ilişkin kriterler ve metodolojik standartlar hakkındaki 2010/477/EU sayılı Komisyon Kararında, Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi 2008/56/EC'nin (MSFD) Tanımlayıcı 11'i (Gürültü/Enerji) için iki gösterge yayınlanmıştır. Bunlar: “Düşük ve orta frekanslı darbeleri sesler” ile ilgili Gösterge 11.1.1 ve “Sürekli düşük frekanslı ses (ortam gürültüsü)” ile ilgili Gösterge 11.2.1. Komisyon Kararını takiben, 2010 yılında Denizcilik Direktörleri, Tanımlayıcı 10 Deniz Çöpü ve Tanımlayıcı 11 Gürültü'nün daha da geliştirilmesi için İyi Çevresel Durum Çalışma Grubu (WG GES) altında bir Teknik Alt Grup (TSG) oluşturmaya karar verdiler. Tanımlayıcı 11'in göstergeleri için komisyon kararı;

Tanımlayıcı 11: Sualtı gürültüsü de dahil olmak üzere enerjinin girişi, deniz ortamını olumsuz etkilemeyen seviyelerdedir.

2008/56/EC sayılı direktifte vurgulanan sualtı gürültüsü ile birlikte, diğer enerji girdisi biçimleri, termal enerji, elektromanyetik alanlar ve ışık gibi deniz ekosistemlerinin bileşenleri üzerinde etki yaratma potansiyeline sahiptir. Enerjinin deniz yaşamı üzerindeki etkileri, ilgili gürültü ve frekans seviyeleri önemlidir (uygun olduğunda uyarlanması gerekebilecek olan, konu bölgesel işbirliğinin gerekliliğine göre). Mevcut aşamada, sualtı gürültüsünün ölçümüne yönelik ana yönelimler, haritalama dahil olmak üzere daha fazla geliştirmeye tabi olarak, değerlendirme ve izleme ile ilgili olarak birinci öncelik olarak belirlenmiştir. İnsan kaynaklı sesler kısa süreli olabilir (örneğin sismik araştırmalardan ve rüzgar çiftlikleri ve platformları için kazıklardan ve ayrıca patlamalardan gelen darbeleri) veya uzun süreli olabilir (örneğin tarama, nakliye ve enerji tesisleri gibi sürekli) ve organizmaları farklı şekillerde etkiler. Nispeten geniş alanları etkileyen yüksek seviyeli gürültü seviyeleri gerektiren ticari faaliyetlerin çoğu, bir lisansa tabi olarak düzenlenmiş koşullar altında yürütülür. Bu, tür yüksek darbeleri ölçmek için tutarlı gereksinimleri koordine etme fırsatı yaratır.

11.1. Yüksek sesli, alçak ve orta frekanslı darbeli seslerin zaman ve mekana göre dağılımı:

İnsan faaliyetlerinden kaynaklı darbeli ses kaynaklarının belirli bir yüzey alanları üzerindeki günlerin oranı ve bir takvim yılı içindeki mekânsal yayılımı, sese maruz kalma seviyesi (dB cinsinden $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$) veya bir metrede tepe ses basıncı seviyesi (dB cinsinden $1\mu\text{Pa}$ tepe) olarak 10 Hz ile 10 kHz (11.1.1) frekans bantı üzerinden ölçülmüş olup deniz canlılarının popülasyonlarını etkilemeyecek seviyededir.

Komisyon Kararı 2010'da frekans bantının üst sınırının (10 hz ile 10 khz) seçimi, daha yüksek frekanslardaki seslerin bu frekans bantı içindeki sesler kadar uzağa gitmediği gerçeğine dayanmaktadır. Daha yüksek frekanslı sesler deniz ortamını etkileyebilse de, bunu daha kısa mesafelerde yaparlar. Kaynak seviyeleri, deniz ortamını olumsuz etkilediği bilinen tüm yüksek yoğunluklu ses sınıflarını içermelidir, bu tür sesleri üreten faaliyetler rutin olarak lisanslanır veya değerlendirilir. Sualtı ses göstergelerinin geliştirilmesi konusunda tavsiyelerde bulunan Görev Grubu 11, gelecekte yeni bilimsel yayınlar ışığında kaynak seviyelerinin gözden geçirilmesini tavsiye etmiştir (Tasker ve diğerleri, 2010).

Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi kaynak seviyeleri ve kısa süreli ses kaynaklarının vekilleri için eşikler önermiştir. Bunlar;

- Patlayıcı: $m\text{TNT}_{\text{eq}} > 8 \text{ g}$
- Hava tabancası: $SL_{z-p} > 209 \text{ dB } 1 \mu\text{Pa m}$
- Diğer darbeli ses kaynağı $SEL > 186 \text{ dB } 1 \mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$
- Düşük orta frekanslı sonar: $SL > 176 \text{ dB } 1 \mu\text{Pa m}$
- Düşük-orta frekans. akustik caydırıcılık: $SL > 176 \text{ dB } 1 \mu\text{Pa m}$
- Diğer darbesiz ses kaynağı: $SL > 176 \text{ dB } 1 \mu\text{Pa m}$

Sonar veya akustik caydırıcılar :

- Çok düşük: 176-200 dB $1 \mu\text{Pa m}$
- Düşük: 201-210 dB $1 \mu\text{Pa m}$
- Orta: 211-220 dB $1 \mu\text{Pa m}$
- Yüksek: 220 dB üzerinde $1 \mu\text{Pa m}$

Genel açıkça dürtüsel kaynak :

- Çok düşük: 186-210 dB 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$
- Düşük: 211-220 dB 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$
- Orta: 221-230 dB 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$
- Yüksek: 230 dB üzerinde 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$

Hava tabancası dizileri :

- Çok düşük: 209-233 dB 1 $\mu\text{Pa m}$
- Düşük: 234-243 dB 1 $\mu\text{Pa m}$
- Orta: 244-253 dB 1 $\mu\text{Pa m}$
- Yüksek: 253 dB'nin üzerinde 1 $\mu\text{Pa m}$

Patlamalar (10 kg'dan azsa en yakın 10 g'a, aksi takdirde en yakın 1 kg'a yuvarlanmış eşdeğer TNT şarj kütlesi)

- Çok düşük: 8 g - 210 g
- Düşük: 220 g - 2,1 kg
- Orta: 2,11-21 kg
- Yüksek: 22-210 kg
- Çok yüksek: 210 kg'ın üzerinde

Darbeli kazık çakıcı (çekiç enerjisi, en yakın 10 kJ'ye yuvarlanmış)

- Çok düşük: 280 kJ'den az
- Düşük: 290 kJ-2,80 MJ
- Orta: 2,81-28 MJ
- Yüksek: 28 MJ'nin üzerinde

Bu göstergenin amacı, bölgesel denizlerde yıl boyunca tüm yüksek sesli darbeli düşük ve orta frekanslı ses kaynaklarına genel bir bakış sunarak çevre üzerindeki baskıyı ölçmektir. Bu, daha önce başarılmamış olan, çevreye baskı yapan ilgili sesleri üreten tüm faaliyetlerin oluşumu hakkında tam bir genel bakış elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, çevre üzerindeki baskının kümülatif etkilerini değerlendirmeyi de kolaylaştıracaktır (Van der Graaf, 2012).

Gösterge 11.1.1 için, TSG Gürültüsü önerisi, rahatsızlığa neden olması muhtemel kısa süreli yüksek seslerin izlenmesidir. Darbeli kazık çakmanın liman yunuslarında kaçınmayla (Dahne ve diğerleri, 2013), hava tabancalarının birçok deniz memelisinde kaçma tepkisi ile sonuçlandığı ve balıklarda da rahatsızlık meydana getirebileceği gösterilmiştir (Stone ve

Tasker, 2006), (Dalen ve Knudsen, 1986; Engas ve diğerleri, 1996; Slotte ve diğerleri, 2012). Sonar iletimlerinin gaga balinalarda güçlü bir itici tepkiye neden olduğu da gösterilmiştir (Tyack ve diğerleri, 2011; DeRuiter ve diğerleri, 2013). Bu nedenle havalı tabancalar, darbeli kazık çakma ve sonar bu göstergenin kapsamına dahil edilmelidir. Patlamalar için mevcut verilerin çoğu fiziksel (Danil ve St. Leger, 2011) rahatsızlıktan ziyade zarara odaklanır, patlamalar tarafından üretilen ses seviyeleri yukarıda belirtilen kaynaklardan çok daha yüksek olduğu için bunlar da dahil edilmelidir. Kazık, hava tabancaları ve patlamalar tarafından üretilen sesler tipik olarak kısa (bir saniyeden az) iken, sonar sesleri daha uzun, yani birkaç saniye olabilir. Tüm endişe kaynaklarını kapsamak için TSG Noise, 10 saniyeden kısa süreli tüm yüksek seslerin dahil edilmesini önerir.

Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi çerçevesinde sualtı gürültüsü ve enerji izleme çalışmaları için oluşturulan Sualtı Gürültüsü ve Diğer Enerji Türleri İle İlgili Teknik Alt Grup (TSG Noise -Technical Subgroup on Underwater Noise and other forms of energy) hazırladıkları raporlarda sualtı gürültüsü için göstergeleri tanımlayarak bu göstergelerin izlenmesine yönelik ölçme yöntemleri ve değerlendirmelerinin nasıl yapılacağına dair bilgileri AB’nde yapılan uygulamalardan örneklerle birlikte belirtmişlerdir. TSG Noise bu göstergenin seviyesi ve eğilimini belirlemek için ilk aşama olarak kayıt tutulmasını önermektedir. Tutulan kayıt içeriklerinin konum (enlem/boylam, bölge/alan), tarih, gürültü kaynağının özellikleri, seviyesi, gürültü kaynağının etki ettiği zaman aralığı gibi özelliklerin kaydedilmesi gerektiğini belirtmektedir. Tutulan kayıt içerikleri bölüm 1.2.5 ‘de ayrıntılı olarak verilmiştir.

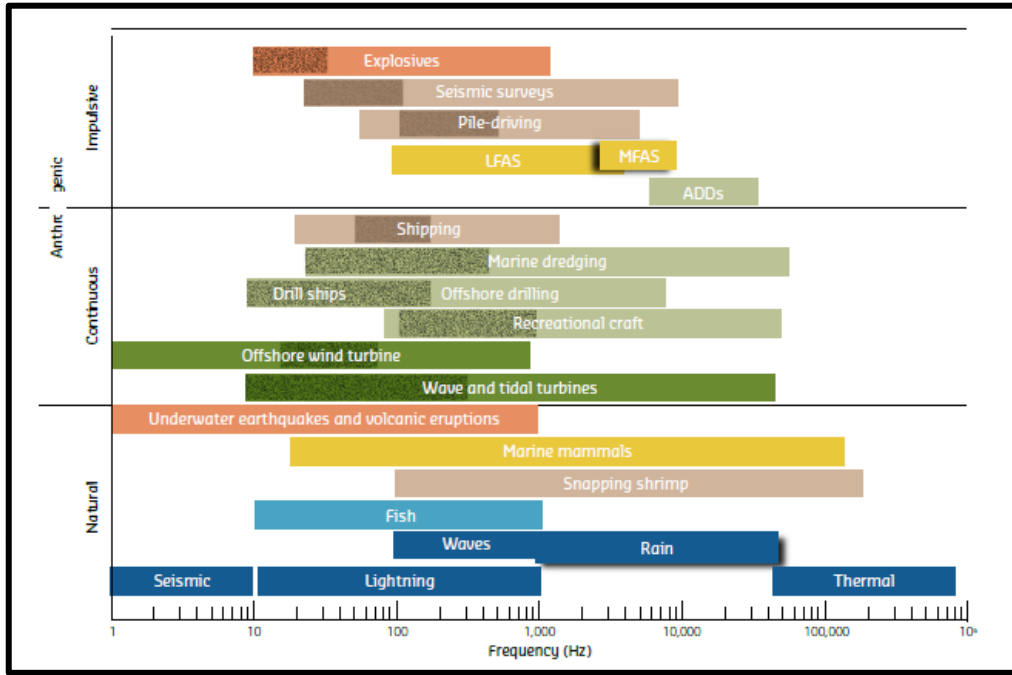
Hava tabancaları, kazık çakma, patlayıcılar, ilgili frekanslarda çalışan sonar ve bazı akustik caydırıcı cihazlar, bu sicile dahil edilmesinde dikkate alınması gereken en önemli ses kaynaklarıdır. Endişe verici olabilecek ek kaynaklar arasında patlamalar, kıvılcımlar ve bilimsel yankı iskandilleri bulunur. TSG Noise, kayıta alım için bazı eşikler önerir. Nüfus düzeyinde önemli bir etki potansiyeli olan tüm kaynakların sicile dahil edilmesini sağlayacak eşikler türetilmiştir. Ancak, bu eşiklerin kullanılması, önemli etki için nispeten düşük potansiyele sahip kaynakların da kaydedilmesine neden olacaktır. TSG Noise, kayıta sadece gün ve konumdan daha fazla ayrıntıya ihtiyaç olduğu sonucuna varmıştır.

Tasker ve diğerleri, (2010) sualtı gürültü kirliliğinin iyi çevre uygulamaları için bir indikatör olamayacağını belirtilmişlerdir. Buna karşın gürültü kirliliği için bir indikatör belirlenmesi gerekirse indikatör 1 ve 3 (Tablo 2)’ün önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 2. Nisan 2010 tarihli Görev Grubu 11 Raporunda önerilen göstergeler. Sualtı Gürültü Kaynaklarının Özellikleri ve Ölçüm İndikatörleri

Özellikler	Kriterler	İndikatörler (yapılan çalışmalardaki indikatörler)
1.Düşük ve orta frekanslı darbeli ses	Yüksek genlikte insan kaynaklı kesikli ses frekans bantı 10 Hz-10 kHz. Ses enerjisi olarak kullanılmakta. Bu aralık tüm deniz canlılarına etkiyi belirlemek için uygun olmayabilir.	Yılın belli bir döneminde ve belli bir alanda insan kaynaklı gürültü (183dB re 1uPa ² .s (maruz kalınan ses seviyesi (SEL)) veya-224 dB re 1uPa peak (pik ses basınç seviyesi) seviyesi 1 metreye ekstrapole edilir ve 10 Hz-10 kHz bant frekansı ölçülür.
2.Yüksek frekanslı darbeli sesler	Sonar kaynağından gelen 200 kHz'in altındaki sesleri içerir. Birçok deniz memelisini olumsuz yönde etkileme potansiyeli yüksek frekans aralığıdır.	200 kHz'in altında ses üreten sonarların sayısı belirlenen miktarda 2012'den başlayarak azaltılması için çalışmalar başlatılır.
3.Düşük frekanslı sürekli ses	Ayırt edilemeyen kaynaklardan gelen ortam sesi biyolojik olarak uygun seslerin maskelenmesine neden olabilir. Deniz memelilerinin iletişim sinyallerinin değişmesine neden olabilir ve biyolojik fonksiyonları kalıcı olarak bozabilir.	Ortam gürültü seviyesi ölçmek için gözlem istasyonlarının kurulması ve 1/3 oktav bant aralığında 63-125 Hz si geçmeyen sınır değerinde ölçüm yapmak ve bunların istatistiksel değerlendirilmesi.

Frekans için, düşük 1 Hz – 500 Hz, orta 500 Hz – 10 kHz ve yüksek 10 kHz – 200 kHz anlamına gelir. Desibel seviyeleri ile ilgili olarak, yüksek ve düşük diğer kaynaklara kıyasla her zaman göreceli terimler olarak anılır. Darbeli ve sürekli seslerin farklı fiziksel özellikleri nedeniyle, bu karşılaştırmalara dikkatle bakılmalıdır (Tasker ve diğerleri, 2010).



Şekil 3. Sıralamanın gürültü kaynaklarının nispi ses basınç seviyeleri

Desibelin (dB) gösterdiği ve renk kodunun kategoriler arasındaki seviyelerin karşılaştırılmasına izin verdiği ses kaynaklarının karşılaştırılması sunulmuştur (turuncu en yüksek dB seviyesi, en düşük lacivettir). Taramalı alanlar, en fazla enerjiye sahip frekans aralığını gösterir. MFAS -Medium Frequency Active Sonar)= Orta Frekans Aktif Sonar, LFAS- Low Frequency Active Sonar = Düşük Frekans Aktif Sonar, ADD- Acoustic Deterrent Device = Akustik Caydırıcı Cihaz

1.2.5 Neden kayıt tutulmalı ve OSPAR ne yaptı?

Gürültü kaydı, düşük ve orta frekans aralığında yüksek sesli darbeleri akustik sinyaller üreten insan faaliyetlerinin zamansal ve mekânsal dağılımına ilişkin verileri kaydeden bir veri tabanıdır.

Kayıt defterinin temel amacı, tüm yüksek seslere genel bir bakış sağlamaktır. Belirli ses kaynakları dışarıda bırakılırsa, darbeleri gürültünün kümülatif etkilerinin ele alınması amacı tam olarak karşılanmayacaktır ve bu nedenle tüm kaynaklara ilişkin bilgilerin dahil edilmesi önerilir (Van der Graaf ve diğerleri, 2012). TSG Noise, (tek amacı savunma veya ulusal güvenlik olan) patlayıcılar ve askeri faaliyetlere ilişkin verilerin de listeye dahil edilmesi gerektiğini öne sürüyor, ancak bunun ulusal bir politika meselesi olduğu için gönüllülük esasına göre olması gerektiğini belirtiyor.

Bir gürültü kaydı, yüksek ses üreten faaliyetlerin oluşumunu haritalamak için kullanılabilecek verileri sağlayacaktır. Seslerin genliği, frekansı ve diğer darbeleri özellikleri komisyon kararında kesin olarak tanımlanmamıştır, ancak frekans aralığı 10 Hz ila 10 kHz olarak tanımlanmıştır. Yer değiştirmeye neden olan darbeleri bir sesin kesin özellikleri henüz bilinmemektedir ve biyolojik reseptöre ve yılın zamanına göre değişiklik gösterdiği kesindir. Kümülatif etki değerlendirmesine yönelik önemli bir ilk adım, bu frekans aralığında yüksek darbeleri sesler üretmesi muhtemel olan insan faaliyetlerinin haritasını çıkarmaktır.

Darbeleri gürültünün izlenmesi ve değerlendirilmesi için kriter 2017/848 sayılı komisyon kararı ile şu şekilde tanımlanmıştır: darbeleri ses kaynaklarının mekânsal dağılımı, zamansal kapsamı ve seviyeleri deniz hayvanlarının popülasyonlarını olumsuz yönde etkileyen seviyeleri aşmamaktadır. Aynı kararda önerilen metrik şudur: darbeleri ses kaynaklarına sahip çeyrek başına (veya uygunsa aylık) gün sayısı; birim alanların oranı (yüzdesi) veya yılda darbeleri ses kaynaklarına sahip değerlendirme alanının kilometrekare (km²) cinsinden kapsamı şeklindedir. Bunu yapmak için, TSG-Nosie önceki çalışmaların ulusal ve bölgesel deniz seviyesinde bir kayıt oluşturması önerildi.

TSG Noise, kayda dahil edilmek için eşiklerin kullanılmasını önerir. Nüfus düzeyinde önemli bir etki potansiyeli olan tüm kaynakların kayda dahil edilmesini sağlayacak eşikler türetilmiştir. Ancak, bu (nispeten düşük) eşiklerin kullanılması, önemli etki için nispeten düşük potansiyele sahip kaynakların da kaydedilmesine neden olacaktır. TSG Noise, kayıta sadece gün ve konumdan daha fazla ayrıntıya ihtiyaç olduğu sonucuna varmıştır. TSG Noise rehberliğini takiben, gürültü kayıt veri tabanı için düşünülen gürültü kaynakları hava tabancası dizileri, sualtı patlamaları, kazık çakma, sonardır ve diğer darbeleri gürültülerdir. Ayrıca, kayıt genel açıkça darbeleri kaynakları kaydetmeye izin verir. Veri raporlaması için hücre boyutu enlem ve boylam olarak 30 dakikaya eşit uzamsal bir ızgara kullanılır. Metrik, bir yıldaki gün sayısı ve gürültü kaynağı seviyelerinin tanımlanmış bir eşiği aştığı ızgara hücresi tarafından hesaplanır (darbe blok günleri). Kaynak seviyelerindeki eşik, kayıt defterine dahil edilmek için bir koşul olarak, gürültü kaynağı türüne göre verilir.

Bu nedenle, bu kayıt öncelikle gürültü kaynaklarının kullanım yeri ve zamanı hakkındaki verilerin kaydedilmesi ve bir yıl boyunca ve düzenli bir mekânsal ızgara üzerinde darbeleri gürültüye sahip gün sayısının hesaplanması ve haritalanması anlamına gelir. Bu nedenle, bu sistem, çevre yöneticilerinin karar almak için kayıt defterindeki bilgileri

kullanmaları için basit bir yol olarak görünen, gürültü üreten insan faaliyetlerinin yoğunlaştığı alanların belirlenmesine olanak tanır. Bu darbeli gürültü kaydı, günümüzde birden fazla kaynağın deniz yaban hayatı üzerindeki kümülatif akustik etkilerini ele alanlar gibi çözülmemiş birçok soruyu bırakmaktadır. Yüksek gürültü seviyeleri, özellikle düşük frekanslı sinyaller olmak üzere yüzlerce veya binlerce km yol kat edebilir, geniş alanları etkileyebilir ve potansiyel olarak gürültü kaynağından çok uzaktaki vahşi yaşam popülasyonları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir.

DSÇD 'e göre, Avrupa çapındaki Bölgesel Deniz Sözleşmeleri, izleme ve değerlendirme ile iyi çevresel durumun elde edilmesi ve sürdürülmesi için bölgesel tutarlılığı sağlar. Kuzeydoğu Atlantik, Kuzey Denizi ve Baltık Denizi'nde, Uluslararası Deniz Keşif Konseyi (ICES) tarafından bölgesel bir darbeli gürültü kaydı geliştirilir ve sürdürülür. Bu kayıt, Kuzey-Doğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması için Oslo/Paris Sözleşmesi (OSPAR) ve Baltık Deniz Çevresini Koruma Komisyonu-Helsinki Komisyonu (HELCOM) kapsamında tutarlı bölgesel değerlendirmeler sağlamayı amaçlamaktadır. Akdeniz ve Karadeniz'de, Akdeniz, Karadeniz ve komşu Atlantik sularındaki Deniz Memelilerinin Korunmasına İlişkin Antlaşma (ACCOBAMS), iki alan için bölgesel kaydın geliştirilmesine öncülük etmiştir. Akdeniz için bölgesel kaydın uygulanmasıyla ilgili olarak, bir mutabakat zaptı, 2016'dan beri ACCOBAMS ile Deniz Çevresinin ve Akdeniz'in Kıyı Bölgesinin Korunmasına İlişkin Barselona Sözleşmesi arasındaki işbirliğini tanımlamaktadır.

Amacımız, ses yayılım modellemesinin kullanımı sayesinde ACCOBAMS Anlaşması alanındaki darbeli gürültü kaydından etki göstergelerini elde etmek için bir yöntem göstermekti. Öncelikle bu yaklaşımın modelleme adımlarını göstermek için bir alıştırma yapıldı. Önce günlük gürültü izlerini hesaplandı. Bu sayede, ACCOBAMS tarafından uygulanan uluslararası bölgesel darbeli gürültü kaydında kullanılan ızgara hücre boyut aralığının çok ötesine geçen deniz ortamındaki darbeli gürültünün neden olduğu rahatsızlığın tahmini mekânsal boyutunu vurguladı. Bu, gürültü emisyonlarının birbirine bağlanması, ekosisteme dayalı etki değerlendirmesi ve sürdürülebilir yönetim önlemlerine yönelik önemli bir adımı temsil etmektedir.

Akdeniz ve Karadeniz'de, yukarıda açıklanan çerçeveyi takip eden ortak bir gürültü kaydının geliştirilmesi, Barselona Sözleşmesi ile işbirliği içinde ACCOBAMS tarafından yönetilmektedir. Bununla birlikte, ACCOBAMS Anlaşması, amacı anlaşma alanına sık sık

gelen deniz memelileri için elverişli bir koruma statüsü sağlamak olduğundan, gürültü kaynaklarının yalnızca coğrafi ve zamansal dağılımının çizilmesinin ötesine geçen bir kapsama sahiptir. Bu amaca ulaşmak için gürültü de dahil olmak üzere tehditlerin değerlendirilmesi düzenli olarak yapılmalıdır.

Böyle bir bağlamda, burada gürültü üreten insan faaliyetlerinin kayıtlarını insan kaynaklı anlık gürültü için yayılma modelleriyle zenginleştirerek, gelecekte Akdeniz ve Karadeniz için anlık gürültü kaydının kapsamını genişletmek için bir yaklaşım önermektedir. Bir modelleme adımı sayesinde, gürültü kaynakları tarafından yayılan darbeli sinyallerin yayılımı tahmin edilir ve gürültüden etkilenen gerçek alan modellenir, ayrıca bu yaklaşım etkilenen bölgede sıkça bulunan türlerin işitme özelliklerini hesaba katmak için oluşturulmuştur. Bu nedenle, yalnızca gürültü kaynaklarının coğrafi ve zamansal dağılımını değil, aynı zamanda darbeli sinyallerin yarattığı gürültü ayak izini ve türlerin duyarlılığını da dikkate alan yeni göstergeler önerilebilir.

OSPAR dürtüsel gürültü kaydı (INR-Impulsive Noise Recording), darbeli gürültülerin uluslararası düzeyde değerlendirilmesini sağlayan bir izleme aracıdır. Bunlar arasında sismik hava tabancası araştırmaları (özellikle Norveç ve Grönland), donanma sonarı, kıyı içi kazık çakma, akustik caydırıcı cihazlar (Findlay ve diğerleri, 2018). Genel olarak, raporlamaya ilişkin zorluklar, lisans gerektirmeyen, ancak kayıt defterine dahil edilmeye hak kazanan faaliyetler tarafından sunulur. Özellikle ilgi çekici bir alan, şu anda düşük düzeyde insan faaliyetine sahip olan Kuzey Kutbu'nun buz örtüsü azaldıkça artan kaynak sömürüsüne maruz kalması bekleniyor (Harsem ve diğerleri, 2011; PAME, 2019). Daha eksiksiz raporlamaya ulaşmak, ideal olarak belirlenmiş rıza prosedürleri aracılığıyla, sularındaki ilgili tüm gürültü kaynakları için raporlama prosedürleri oluşturmaya çalışılmasını gerektirecektir.

Uluslararası gürültü kayıtlarının oluşturulması, bölgesel denizler ölçeğinde darbeli gürültü kirliliği düzeylerinin değerlendirilmesinde ve yönetilmesinde ilk adımdır (Dekeling ve diğerleri, 2014). Rapor edilen gürültü kaynaklarının deniz ekosisteminin farklı bileşenleri üzerinde uyguladığı baskı göz önüne alınarak, kayıt defterine kaydedilen veriler, gürültüye maruz kalma derecesini belirlemek için ilgili deniz türleri için habitat ve/veya yoğunluk verileriyle birleştirilebilir (Maglio ve diğerleri, 2015; Drira ve diğerleri, 2018;) ve ilişkili etki riski göstergeleri türetilir (Merchant ve diğerleri, 2018). Bu değerlendirmelerin kalitesi, bildirilen verilerin eksiksizliğine bağlıdır. Bu metodolojiler daha sonra hedef belirleme için

temel olarak kullanılabilir ve deniz mekânsal planlamasında uygulanabilir (Hatch ve diğerleri, 2016; Faulkner ve diğerleri, 2018; Merchant ve diğerleri, 2018). Uluslararası seviyeleri, böylece diğerlerinin yanı sıra AB-DSÇD ve OSPAR Sözleşmesinin gerektirdiği şekilde kümülatif darbeli gürültü kirliliği seviyelerinin sorumlu bir şekilde yönetilmesini sağlar. Sonuçta, ileri planlama için gürültü kayıtlarının kullanılması gürültü bütçelerine yol açabilir ve bunun (Merchant ve diğerleri, 2018) aşılması halinde hassas zamanlarda ve yerlerde gürültü emisyonlarını sınırlamak için önlemler alınmasını ve/veya gürültü azaltma önlemlerinin uygulanmasını gerektirecek bölgesel denizlerde (Merchant, 2019; Verfuss ve diğerleri, 2019) kaynaktaki gürültü emisyonları azaltılacaktır.

Bu darbeli seslerin mevcut seviyesini ve eğilimini belirlemek için kayıta kaydedilen veriler şunları içerir;

- Faaliyet türü (sismik inceleme, kazık çakma, patlama, sonar, akustik caydırıcı cihaz),
- Her etkinliğin yeri (tek nokta veya çokgen alanı, koordinatlar olarak),
- Faaliyetin gerçekleştiği günler (başlangıç-bitiş),
- Kaynak özellikleri - kaynak düzeyi.

OSPAR denizcilik bölgesindeki darbeli ses kaynaklarının mekânsal ve zamansal dağılımını açıklamaktadır. Ara değerlendirme 2017'de kullanılan mekânsal ve zamansal değerlendirme birimi, belirli bir takvim yılı için belirli bir ICES istatistiksel alt dikdörtgenindeki insan kaynaklı darbeli ses aktivitesinin gün sayısını kaydeden 'darbe blok günü'dür. Değerlendirme sonuçları, raporlamanın her takvim yılı için darbe blok günlerinin haritaları olarak sunulur. Bölgesel ölçekte, bu haritalar belirli bir takvim yılı için insan kaynaklı darbeli ses aktivitesine ilişkin ayrıntılı ve kolayca yorumlanmış bir genel bakış sunar. Veriler, ilişkili insan faaliyetlerinin katkısını değerlendirmek için her kaynak türü için ayrı ayrı da sunulabilir (örn. sismik hava tabancası; darbeli kazık sürücüsü; patlama).

Basınca dayalı OSPAR darbeli gürültü göstergesine ek olarak, OSPAR, darbeli gürültünün potansiyel etkisini değerlendiren başka göstergelerin geliştirilmesini araştırmayı amaçlar. Şu anda, Gösterge kriterinin ("Sualtı gürültüsü de dahil olmak üzere enerji girişi, deniz ortamını olumsuz etkilemeyen seviyelerde"; OSPAR, 2014) tam olarak değerlendirilmesine izin verecek insan kaynaklı sesler için ekosistem tabanlı değerlendirme teknikleri bulunmamaktadır. Bununla birlikte, (NRC, 2005; Thompson ve diğerleri, 2013; Heinis ve de Jong, 2015; Maglio ve diğerleri, 2015) mekânsal risk değerlendirme yaklaşımları ve

popölasyon modellemesi gibi insan kaynaklı sesin belirli türler üzerindeki potansiyel etkisini değerlendirmek için çerçeveler geliştirilmiştir. OSPAR, bu tür çerçevelerin popölasyonlar ve ekosistem üzerindeki darbeli ses etkilerinin değerlendirilmesine yardımcı olup olmayacağını ve nasıl olduğunu gözden geçirecektir.

Mekânsal risk değerlendirme yaklaşımları, ses kaynağı dağılımlarının (Maglio ve diğerleri, 2015) veya modellenmiş ses haritalarının belirli türlerin dağılımlarıyla birleştirilmesini içerir. Ses yayılımı çalışması küçük ölçekte iyi kurulmuş ve anlaşılmıştır ve en iyi uygulamaya göre ve yeterli veri ile yürütölürse önemli düzeyde bir belirsizlik sunması gerekmez (Farcas ve diğerleri, 2016). Büyük mesafelerde ses yayılımının modellenmesini doğrulamak için şu anda çalışmalar yürütölmektedir. Doğrulama ile ilgili hususlar dikkate alındığında, deniz organizmalarının maruziyetini daha iyi anlamak için ses seviyelerini haritalamak için akustik modelleme kullanılabilir. Bu, akustik olarak hassas hayvanlar gibi özel akustik alıcılar gerektirecektir.



2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada, Ocak 2016 – Aralık 2020 tarihleri kapsayacak şekilde Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından (SHODB) haftalık olarak yayınlanan Denizcilere İlanlar Bülten’lerinden ve arşiv araştırmalarından denizel alanlarda ve kıyısal alanlarda meydana gelen insan kaynaklı oluşan gürültü kaynaklarına ait bilgiler kullanılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda gürültünün meydana getirdiği ses basınç seviyesi (SPL), şiddet (dB) ve frekans (hz/khz) bilgilerini de içeren bir veri tabanı hazırlanmıştır. Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD) kriterleri izlenerek yapılan sınıflandırmalara göre veri tabanındaki bilgiler QGIS yazılımına entegre edilerek faaliyetlerin muhtemel gürültü haritaları elde edilmiştir.

2.1. Veri Tabanı Oluşturma

2.1.1. Denizcilere ilanlar bülteni

Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından haftalık olarak yayınlanan denizcilere duyurularının (Şekil 4) hazırlanmasını gerektiren bazı hususlar vardır. Bunlar şu şekildedir;

- 1) Denizaltı boru döşeme faaliyetleri,
- 2) Deniz kazaları, deniz yangınları, seyre tehlikeli batıklar, rapor edilen sızıntılar,
- 3) Deniz kirliliği ve deniz kirliliğini önleme, temizleme çalışmaları,
- 4) Kablo döşeme ve tamir işlemleri, deniz dibi tarama faaliyetleri,
- 5) Haritalarda gözükmeyen, seyre tehlikeli hidrografik değişiklikler (iskele, rıhtım, barınak),
- 6) Araştırma gemileri tarafından çekilen sismik kablo ve benzeri işlemler ile araştırma faaliyetleri,
- 7) Seyre tehlike teşkil eden sualtı yapı ve inşaatları,
- 8) Deniz, Kara ve Hava Kuvvetleri ile Sahil Güvenlik Komutanlığı unsurlarınca çevre denizlerimizde yapılacak atış ve eğitimler.



Şekil 4. Haftalık olarak yayınlanan denizcilere ilanlar bülteni

Denizcilere ilanlar bülteni’de belirtilen bu hususlardan denizel alanlarda oluşan insan kaynaklı sualtı gürültüsüne neden olan faaliyetler Tablo 3’de olduğu gibi 28 farklı çalışma türüne göre tespit edilmiştir.

Tablo 3. Denizcilere ilanlar bülteninde belirtilen denizel alanlardaki faaliyet türleri

Denizel Alanlardaki Faaliyet Türleri		
Arama kurtarma eğitimi	Tehlikeli hareket ve sualtı faaliyetleri	İnşa çalışmaları
Arama kurtarma faaliyeti	Boru hattı inşa çalışmaları	Deniz ölçüm çalışması
Arama kurtarma tatbikatı	Sualtı patlatma eğitim	Bilimsel çalışmalar
Askeri eğitimler	Patlamış mühimmat raporu	Hidrografik çalışmalar
Sualtı cihaz yedeklemesi	Konuşlandırma çalışması	Oşinografik çalışmalar
Mayın imha eğitim	Sualtı kablo çalışması	Sismik çalışma
Mühimmat imhası	Sualtı çalışması	Dalış operasyonu
Sondaj çalışması	Sualtı denemeleri	Dalış eğitimi
Füze atış denemeleri	Tarama çalışması	
Atış eğitim	Hafriyat dökümü	

Bu sınıflandırma yapılırken haftalık olarak yayınlanan ilanlarda her bir faaliyete bir ilan numarası verilmektedir. Verilen ilan numaralarında icra edilen bu faaliyetlerin başlangıç ve bitiş tarihleri, çalışma alanları (koordinat, mevki), çalışılan deniz, çalışmayı icra eden gemi adı ve ilgili açıklamalar bulunmaktadır. İlan numaralarında Şekil 5 ve Şekil 6 örneğinde olduğu gibi bilgilere yer verilmektedir.

1182. EGE DENİZİ Atış eğitimleri 01 OCA–31 ARA 16 saat 0500Z-1600Z arasında haftasonları hariç hergün aşağıdaki sahada yapılacaktır. 40°35'.00K, 024°58'.00D 40°11'.00K, 024°33'.00D 40°09'.00K, 024°45'.00D 40°20'.00K, 024°56'.00D 40°07'.00K, 025°33'.00D 40°16'.50K, 025°39'.00D 40°18'.00K, 025°30'.00D Denizcilere duyurulur.
--

Şekil 5. 2016 yılında yayınlanmış atış eğitimi çalışmasını belirten 1182 numaralı ilan

0103. ÇANAKKALE BOĞAZI Sualtı çalışması, R/V DERİNSU isimli gemi ile 13 Ocak - 31 Temmuz 2020 arasında aşağıdaki sahada yapılacaktır. 40°25'.78K, 027°04'.67D 40°31'.42K, 026°56'.87D 40°32'.77K, 026°56'.47D 40°33'.25K, 026°58'.20D 40°32'.00K, 026°58'.73D 40°26'.58K, 027°06'.42D Çalışma gemisinden açık geçilmesi. Bu bildiri 31 Temmuz 2020 saat 2059Z'da yürürlükten kaldırılacaktır.
--

Şekil 6. 2020 yılında yayınlanmış sualtı çalışmasını belirten 103 numaralı ilan

Bu şekilde oluşturulan ve 5 yıllık süreçteki tüm faaliyet bilgilerini kapsayan veriler Tablo 4’de belirtildiği gibi 10 sütun ve 4390 satırdan oluşan bir excel formatında birleştirilerek veri tabanının alt yapısı oluşturulmuştur.

Tablo 4. Veri tabanını oluşturan faaliyet içerik bilgileri

YIL	İLAN TARİHİ	İLAN NUM	DUYURU NUM	ÇALIŞMA SAHASI	DENİZ	TARİH	FAALİYET TÜRÜ	GEMİ ADI	AÇIKLAMALAR
2017	15.04.2017	15.2017	373	40 52 56 28 59 11	MARMARA DENİZİ	05.04.2017	05.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	15.04.2017	15.2017	373	40 53 94 29 1 79	MARMARA DENİZİ	05.04.2017	05.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	15.04.2017	15.2017	373	40 53 45 29 4 23	MARMARA DENİZİ	05.04.2017	05.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	15.04.2017	15.2017	373	40 52 39 29 3 47	MARMARA DENİZİ	05.04.2017	05.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	15.04.2017	15.2017	373	40 52 58 29 1 72	MARMARA DENİZİ	05.04.2017	05.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	15.04.2017	15.2017	373	40 51 92 28 59 75	MARMARA DENİZİ	05.04.2017	05.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	20.05.2017	20.2017	496	40 57 45 28 35 59	MARMARA DENİZİ	16.05.2017	26.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	20.05.2017	20.2017	496	40 35 18 28 50 69	MARMARA DENİZİ	16.05.2017	26.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	27.05.2017	21.2017	496	40 57 45 28 35 59	MARMARA DENİZİ	16.05.2017	26.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	27.05.2017	21.2017	496	40 35 18 28 50 69	MARMARA DENİZİ	16.05.2017	26.05.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	27.05.2017	21.2017	512	40 52 55 28 29 10	MARMARA DENİZİ	18.05.2017	12.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	27.05.2017	21.2017	512	40 53 93 29 1 80	MARMARA DENİZİ	18.05.2017	12.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	27.05.2017	21.2017	512	40 53 45 29 4 23	MARMARA DENİZİ	18.05.2017	12.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	27.05.2017	21.2017	512	40 52 40 29 3 47	MARMARA DENİZİ	18.05.2017	12.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	27.05.2017	21.2017	512	40 52 58 29 1 72	MARMARA DENİZİ	18.05.2017	12.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	27.05.2017	21.2017	512	40 51 92 28 59 75	MARMARA DENİZİ	18.05.2017	12.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	KAMİLOĞLU ve AYKUT KAPTAN
2017	27.05.2017	21.2017	514		MARMARA DENİZİ	22.05.2017	09.06.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V TÜBİTAK MARMARA ve TÜBİTAK ANADOLU
2017	15.07.2017	28.2017	673	40 57 45 28 35 59	MARMARA DENİZİ	06.07.2017	14.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	15.07.2017	28.2017	673	40 35 18 28 50 69	MARMARA DENİZİ	06.07.2017	14.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	15.07.2017	28.2017	679		MARMARA DENİZİ	10.07.2017	15.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V TÜBİTAK MARMARA ve TÜBİTAK ANADOLU
2017	15.07.2017	28.2017	682	41 1 88 28 57 85	İSTANBUL BOĞAZI-HALİÇ	08.07.2017	19.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	MEMİŞOĞLU-1
2017	15.07.2017	28.2017	682	41 1 45 28 58 7	İSTANBUL BOĞAZI-HALİÇ	08.07.2017	19.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	MEMİŞOĞLU-1
2017	15.07.2017	28.2017	682	41 1 25 28 57 88	İSTANBUL BOĞAZI-HALİÇ	08.07.2017	19.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	MEMİŞOĞLU-1
2017	15.07.2017	28.2017	682	41 1 60 28 57 55	İSTANBUL BOĞAZI-HALİÇ	08.07.2017	19.07.2017	Bilimsel Çalışmalar	MEMİŞOĞLU-1
2017	29.07.2017	30.2017	730		MARMARA DENİZİ	25.07.2017	01.08.2017	Bilimsel Çalışmalar	YALÇINOĞLU-1 BALIKÇI TEKNESİ
2017	06.08.2017	31.2017	730		MARMARA DENİZİ	25.07.2017	01.08.2017	Bilimsel Çalışmalar	YALÇINOĞLU-1 BALIKÇI TEKNESİ
2017	12.08.2017	32.2017	768		MARMARA DENİZİ	08.08.2017	24.08.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V TÜBİTAK MARMARA
2017	23.09.2017	38.2017	889	40 59 7 28 32 55	MARMARA DENİZİ	18.09.2017	22.09.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	23.09.2017	38.2017	889	40 34 38 28 51 30	MARMARA DENİZİ	18.09.2017	22.09.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V YUNUS-S
2017	23.09.2017	38.2017	890		MARMARA DENİZİ	18.09.2017	25.09.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V TÜBİTAK MARMARA ve R/V TÜBİTAK ANADOLU
2017	30.09.2017	39.2017	943		MARMARA DENİZİ	25.09.2017	06.10.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V TÜBİTAK MARMARA
2017	07.10.2017	40.2017	943		MARMARA DENİZİ	25.09.2017	06.10.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V TÜBİTAK MARMARA
2017	14.10.2017	41.2017	1005-1	40 46 70 29 29 77	MARMARA DENİZİ	10.10.2017	25.10.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V DERİNSU
2017	14.10.2017	41.2017	1005-1	40 44 20 29 29 62	MARMARA DENİZİ	10.10.2017	25.10.2017	Bilimsel Çalışmalar	R/V DERİNSU

2.1.2. Arşiv verileri

Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından, kamu ve özel kuruluşların denizel ve kıyısallarda yürüttükleri çalışma bilgilerini içeren raporların yer aldığı bir arşiv mevcuttur. Bu arşiv bilgilerine göre 2016–2020 dönemi içeren süreçte denizel ve kıyısallarda meydana gelen her türlü çalışma ile ilgili değerlendirme makamı olan SHOD Başkanlığı’da ilgili çalışma türüne ait sunulan raporda çalışmanın adı, koordinat bilgileri, çalışmanın başlangıç ve tamamlandı ise bitiş tarihleri, vs. bilgileri içeren bir arşiv veri tabanı elde edilmiştir. Çalışma yıllarımızı kapsayan süreçlerde kıyısallarda meydana gelen faaliyet türleri Tablo 5’de belirtildiği şekildedir.

Tablo 5. Arşiv bilgilerinden elde edilen kıyısal alanlardaki faaliyet türleri

Kıyısal Alanlardaki Faaliyet Türleri		
İskele uzatma	Deniz terminali inşaatı	Kruvaziyer liman revizyonu
İlave dolgu alanı	Yat limanı projesi	Termik santral deniz dolgu projesi
Çekek yeri projesi	Açık su deniz içi deşarj hatları	Balık üretim tesisleri su alma yapıları
Balıkçı barınağı projesi	Yat yanaşma iskelesi projesi	Tekne parkları ve marina projeleri
Yolcu indirme-bindirme iskele projesi	Kıyı ve sahil düzenlemesi	Köprü projesi
Doğalgaz depolama alanı projesi	Yanaşma yeri projesi	

Bu tür faaliyetler aynı alanda birkaç kez tekrarlanabileceği gibi tek bir alan içinde tamamlanması çok uzun zaman dilimlerini de alabilmektedir. Hemen hemen her yıl mevcutta bulunan iskele, liman, tersane, balıkçı barınağı, rıhtım, çekek yeri, yat limanları vs. gibi kıyı alanlarında yeniden inşa, revizyon gibi çalışmalar meydana gelebilmektedir. Bu da kıyı bölgelerinde sürekli bir darbeli insan kaynaklı gürültü alanları oluşturmaktadır.

2.2. Verilerin Değerlendirilmesi İçin Uygulanan Yöntemler

Avrupa Komisyonu tarafından Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi aracılığıyla tanımlanmış düşük ve orta frekanslı darbeli gürültü Gösterge 11.1.1' e göre 10 Hz ile 10 kHz (11.1.1) frekans bantına dahil olan Türkiye'de denizel ve kıyısal alanlarda bulunan gürültü kaynakları belirlenmiştir.

Gerek denizel gerekse kıyı alanlarımızda meydana gelen gürültü alanlarının tespitinde AB Sualtı Gürültüsü Teknik Grubu'nun göstergelerinde olduğu gibi kendi çalışma alanımızda veri tabanımızı oluşturmak için tuttuğumuz kayıt bilgilerine şunlar işlenmiştir;

- Gürültüye neden olan çalışma türü,
- Çalışmanın yapıldığı konum (enlem/boylam, bölge/alan/deniz),
- Gürültü kaynağının etki ettiği zaman aralığı (başlangıç ve bitiş tarihleri),
- Gürültü kaynağının özellikleri (seviyesi, frekans, şiddet vs.),
- Çalışmayı gerçekleştiren gemi bilgileri ve açıklamalar gibi özellikler mümkünse kaydedilebilir.

Halihazırda kullanılan kaynak seviyesi kategorileri, AB Sualtı Gürültüsü Teknik Grubu'nun tavsiyesine dayanmaktadır (Dekeling ve diğerleri, 2014). Aşağıdaki bu kaynak

seviyeleri temel alınarak kendi çalışma alanımızdaki gürültü kaynaklarının frekans, şiddet ve TNT değerleri tespit edilip Tablo 6’da olduğu gibi sınıflandırmaya dahil edilmiştir.

- Patlayıcı: $mTNT_{eq} > 8 \text{ g}$
- Hava tabancası: $SL_{z-p} > 209 \text{ dB } 1 \text{ } \mu\text{Pa m}$
- Diğer darbeli ses kaynağı $SEL > 186 \text{ dB } 1 \text{ } \mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$
- Düşük orta frekanslı sonar: $SL > 176 \text{ dB } 1 \text{ } \mu\text{Pa m}$
- Düşük-orta frekans akustik caydırıcılık: $SL > 176 \text{ dB } 1 \text{ } \mu\text{Pa m}$
- Diğer darbesiz ses kaynağı: $SL > 176 \text{ dB } 1 \text{ } \mu\text{Pa m}$

Tablo 6. Veri tabanındaki faaliyet türleri ile literatürdeki faaliyet türlerinin karşılıklı sınıflandırılması

VERİLERDEKİ FAALİYET TÜRLERİ	LİTERATÜRE GÖRE FAALİYET SINIFLANDIRMASI	FREKANS (hz,khz)	ŞİDDET/ SPL (dB)	TNT (g,kg)	KAYNAKÇA
Arama Kurtarma Eğitimi Arama Kurtarma Faaliyeti Arama Kurtarma Tatbikatı Askeri Eğitimler Sualtı Cihaz Yedeklemesi	SONAR	DÜŞÜK (< 1 khz) / ORTA (1-10 khz)	YÜKSEK	-	Hildebrand (2005)
Mayın İmha Eğitim Mühimmat İmhası Patlamış Mühimmat Raporu Füze Atış Denemeleri Atış Eğitim Tehlikeli Harekat ve Sualtı Faaliyetleri Boru Hattı İnşa Çalışmaları Sualtı Patlatma Eğitim	PATLAYICILAR	GENİŞ BANT	-	YÜKSEK	Hildebrand (2005), OSPAR (2009b), Richardson ve diğerleri (1995), NRC (2003)
İnşa Çalışmaları Sondaj Çalışması Hafriyat Dökümü Tarama Çalışması	DARBELİ KAZIK ÇAKICILAR	GENİŞ BANT	YÜKSEK	-	Nedwell ve diğerleri (2003A), Nedwell ve Howell (2004), Madsen ve diğerleri (2006), Thomsen ve diğerleri (2006), Prins ve diğerleri (2008), Prideaux (2016), Richardson ve diğerleri (1995), NRC (2003)
Sismik Çalışma	HAVA TABANCASI	DÜŞÜK (< 1 khz)	ORTA	-	Richardson ve diğerleri (1995), Turner ve diğerleri (2006)
Dalış Operasyonu Dalış Eğitimi Sualtı Çalışması Sualtı Denemeleri Sualtı Kablo Çalışması Konuşlandırma Çalışması	DİĞER DARBESİZ SES KAYNAĞI	GENİŞ BANT	ORTA	-	Dekeling ve diğerleri (2014)
Bilimsel Çalışmalar Deniz Ölçüm Çalışması Hidrografik Çalışmalar Oşinografik Çalışmalar	YÜKSEK FREKANSLI DİĞER KAYNAKLAR	YÜKSEK (>10 khz)	YÜKSEK	-	Hildebrand (2005)

Yukarıdaki gibi veri tabanı oluşturulurken elde ettiğimiz gürültü kaynaklarını literatüre göre sınıflandırma işleminde dikkat edilen husus gürültüye neden olan kaynağın ortaya çıkardığı gürültünün frekansını, ses basınç seviyesi, TNT cinsinden ağırlığını gibi özelliklerini belirlemek ve daha önceki çalışmalara göre hangi sınıfa dahil edileceğini tespit etmek olmuştur. Bunları tespit ederken gürültü kaynağının ve sahip olduğu sistem cihazların teknik özellikleri tespit edilerek hangi frekans aralıklarında hangi ses basınç seviyelerinde gürültü oluşturacağı değerlendirilmiştir.

Darbeleri ses kaynaklarının dağılımı, belirli bir alanda darbeleri ses etkinliğinin bir takvim yılında bir alanda (blok) belirli bir eşiğin (darbe) aşıldığı gün sayısı darbe blok günleri olarak tanımlanır. Çalışma alanlarımızda bu şekilde düzenli bir uzamsal ızgara boyunca (darbe blok günleri) darbeleri gürültüye sahip gün sayısını hesaplamak ve haritalamak için gürültü kaynaklarının kullanım yeri ve zamanı hakkındaki verilerin kaydetmesi amaçlanmıştır. Bu ızgara alanlarının oluştururken en küçük alanlı çalışmayı da içine alacak şekilde 1 km² lik gridler oluşturulmuştur. Bu sistem, gürültü üreten insan faaliyetlerinin yoğunlaştığı alanların belirlenmesine izin verirken, birden fazla kaynağın deniz yaban hayatı üzerindeki etkilerini ilerleyen süreçlerde ele alınmasına da olanak sağlayacaktır.

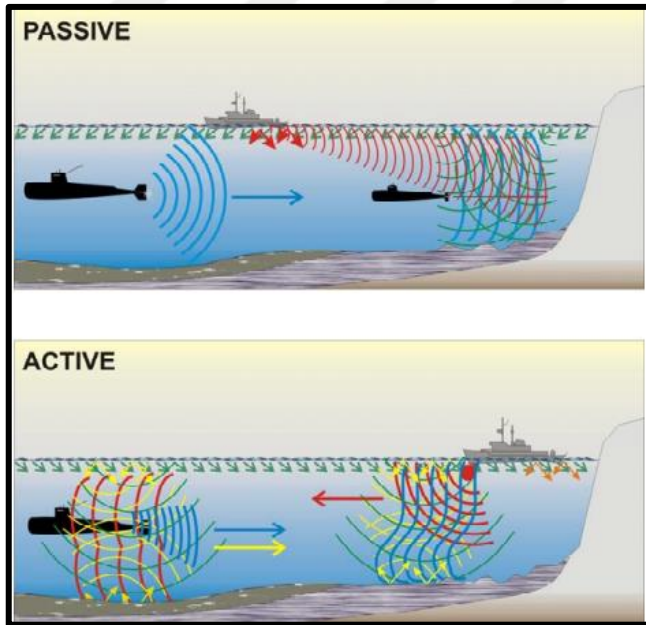
OSPAR tarafından daha önce gerçekleştirilen ve denizcilik alanında darbeleri ses oluşumundan kaynaklanan basıncın değerlendirilmesi için 2015-2017 dönemi sismik araştırmalar, kazık çakma, patlamalar, sonar gibi darbeleri ses kaynaklarının dağılımının tespit edilmesi amacıyla belirli bir alanda darbeleri ses etkinliğinin bir takvim yılında meydana geldiği gün sayısı olarak tanımlanan darbe blok günleri ifadesi kullanılmıştır. Aynı çalışmayı Türkiye Denizleri'nde 2016-2020 yıllarını içerecek şekilde 6 farklı faaliyet türü (sonar, darbeleri kazık çakıcılar, patlayıcılar, hava tabancası, diğer darbesiz ses kaynakları, yüksek frekanslı diğer kaynaklar) için mevcut verilerimize dayalı olarak en küçük faaliyet türünün kapladığı alanı da içerecek şekilde 1 km² 'lik gridlere ayrılarak darbeleri gürültü kaydına dair 2016-2020 yıllarına ait darbe blok günlerini içeren haritalar elde edilerek darbeleri gürültünün neden olduğu rahatsızlığın tahmini boyutları vurgulanmaya çalışılmıştır.

Gerek faaliyet türlerinin analizi, frekansı, ses basınç seviyelerinin belirlenmesi ve bunların sonucunda elde edilen muhtemel gürültü haritaların oluşturulmasın da, gerekse darbe blok günlerini içeren haritaların görselleştirilmesinde QGIS yazılımı kullanılmıştır. QGIS veri görüntüleme, düzenleme ve çözümleme yetenekleri sağlayan bir coğrafi bilgi sistemidir. Bu

yazılımı kullanırken veri tabanımızı oluşturan bütün bilgileri QGIS 'e ait tablo özellikleri kısmında birleştirerek elde edilen tüm bilgileri, istediğimiz filtrelerle göre (faaliyet türü, yıl, frekans, ses basınç seviyesi, darbe blok güleri vs.) istediğimiz sonuçlarda harita elde etmemize kolaylık sağlamıştır. Aşağıda çalışma alanımızdaki faaliyet türleri ve bunların yıllara göre değişimini içeren gürültü haritaları sunulmuştur.

2.2.1 Sonar

Sonar (ses, navigasyon ve menzil) sistemleri, fiziksel özellikleri karakterize etmek ve okyanus yüzeyinin altındaki nesneleri bulmak için akustik enerji kullanır. Geniş uygulama yelpazesi, mühendislik özelliklerinde ve dağıtım stratejilerinde büyük farklılıklar gösteren sistemler gerektirir. Sonar sistemleri hem askeri hem de sivil uygulamalara sahiptir ve düşük frekanslı (<1 kHz), orta frekanslı (1 ile 10 kHz arasında) ve yüksek frekanslı (> 10 kHz) olarak sınıflandırılır (Hildebrand, 2005). Herhangi bir uyarıcı sinyal yollayarak ortamdan gelen yansımaları alan ve bunları işleyerek konum tespit edebilen sistemlere aktif sonar, herhangi bir sinyal yollamayan, sadece ortamdaki akustik dalgaları toplayan ve bunlardan bilgi çıkaran sistemlere pasif sonar denir. Genel olarak, askeri sistemler tüm frekans aralıkları için mevcutken, sivil sistemler daha yüksek frekanslarla sınırlıdır.

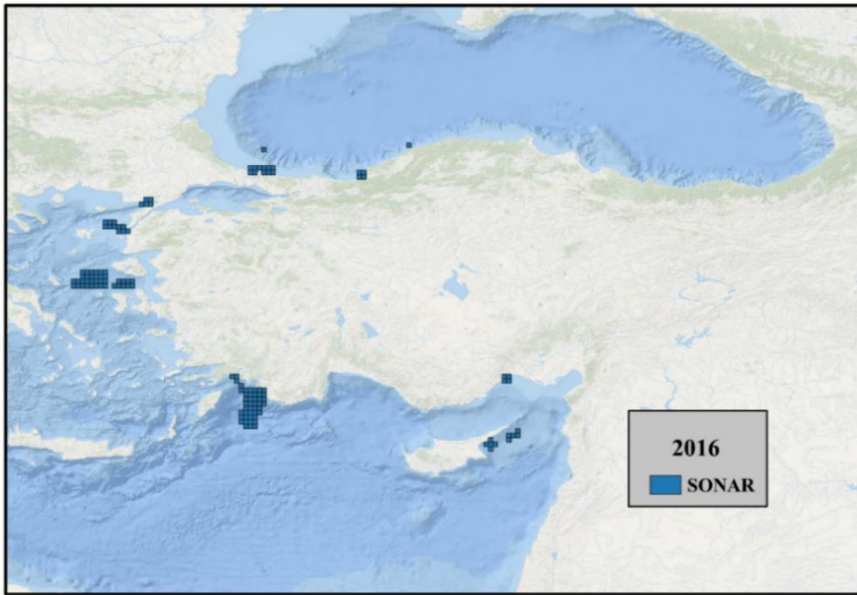


Şekil 7. Denizaltı Tespiti için pasif ve aktif sonar

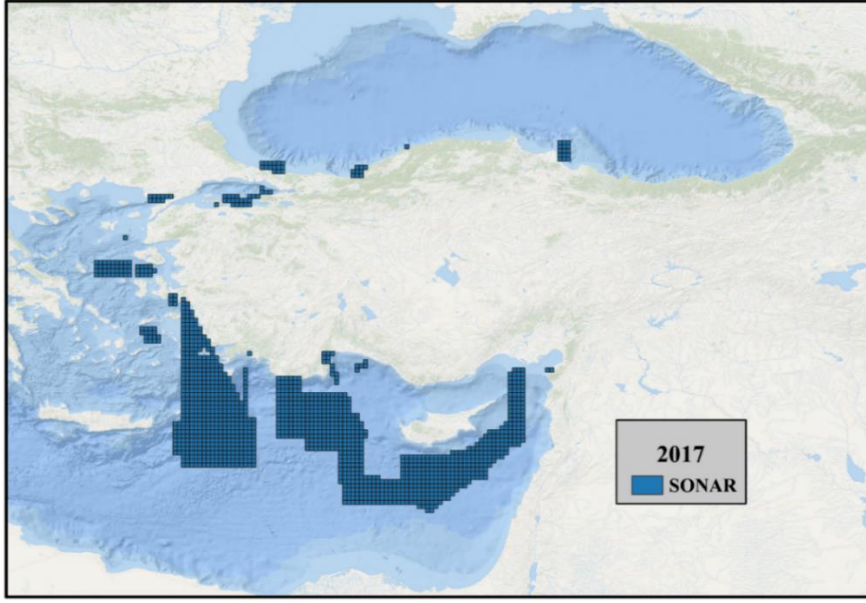
Pasif: Üzerindeki denizaltı (sağ), çekilen bir dizi (anten) kullanarak diğer denizaltıdan gelen sesleri (mavi) algılamaya çalışır. Bunlar sesler sığ su ortamı tarafından bozulur ve okyanus yüzeyi gürültüsüne gömülür (yeşil) ve yüzey nakliye gürültüsü (kırmızı). Aktif: Sağdaki gemi bir darbe (kırmızı) gönderir ve sığ su ortamı tarafından bozulan bir eko (mavi), gemi sonarına geri döner, geri saçılan yankılanmadan (sarı) ve okyanus gürültüsünden (yeşil) ayırt etmeye çalışır (Kuperman,2004).

Türkiye’de denizel alanlarda gemilerle arama kurtarma eğitimi, arama kurtarma faaliyeti, arama kurtarma tatbikatı, askeri eğitimler, sualtı cihaz yedeklemesi gibi faaliyetler icra edilirken gürültüye sebep olan kaynaklar sonar sınıflandırmasına dahil edilmiştir. Sonar cihazlara ait sistemlerin özellikleri araştırıldığında gemilerde mevcut olan AN/SQS-56 türü sonar cihazının 6.8 – 8.2 khz bir frekansa yaklaşık olarak 233 dB şiddette ses basınç seviyelerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Askeri faaliyetlerle ilgili birçok bilginin gizli veya gizli niteliği göz önüne alındığında, kamuya açık verileri yalnızca belirli alanlardaki belirli faaliyetleri içerecek şekilde sunulmaktadır. Öte yandan kesin süreler, gürültü ile ilgili ekipmanlar ve bu tür faaliyetlerle ilgili diğer ayrıntılarla ilgili çok az veya hiç veri bulunamamıştır. Literatür karşılaştırmasından elde edilen bilgiler doğrultusunda sonar kaynaklarının düşük–orta frekans bantında ve yüksek SPL değerinde gürültü oluşturacağı değerlendirilmektedir (Hildebrand, 2009).

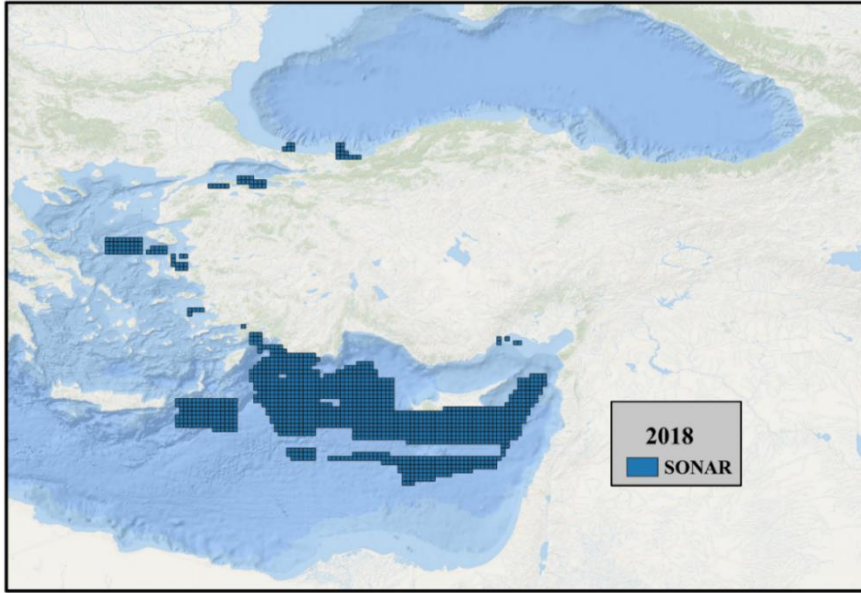
Sonar sınıfına ait çalışmaların en fazla 2017 yılında en az ise 2018 yılında gerçekleştiği aşağıdaki görsellerle sunulmuştur.



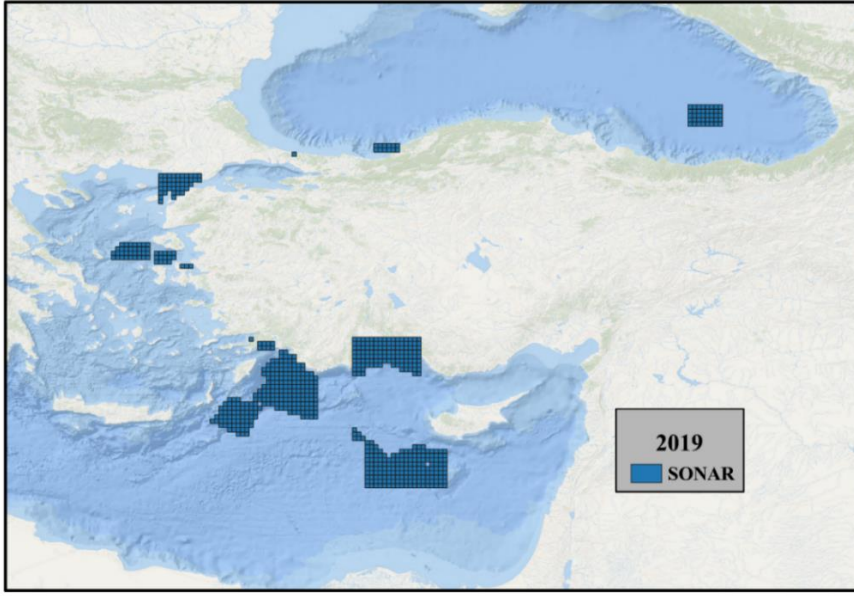
Şekil 8. Sonar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar



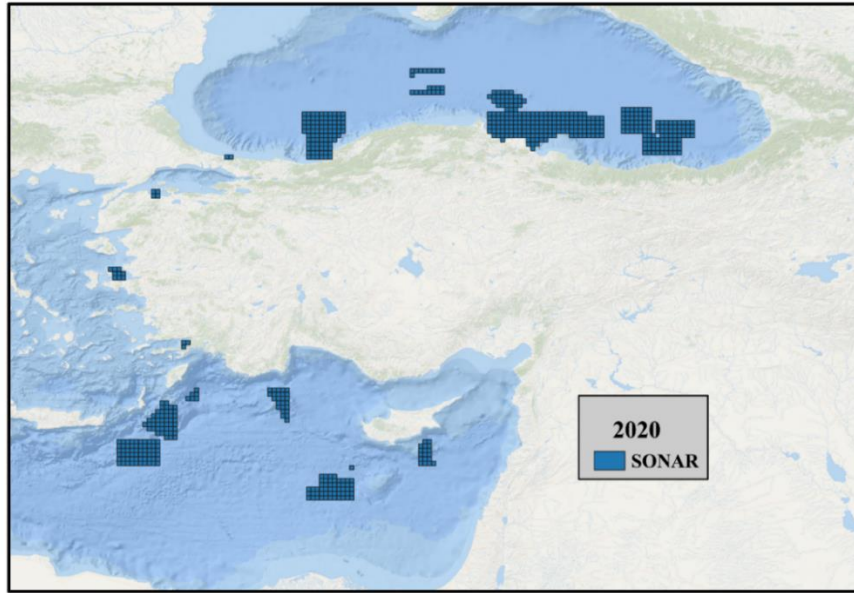
Şekil 9. Sonar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 10. Sonar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 11. Sonar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 12. Sonar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar

2.2.2 Patlayıcılar

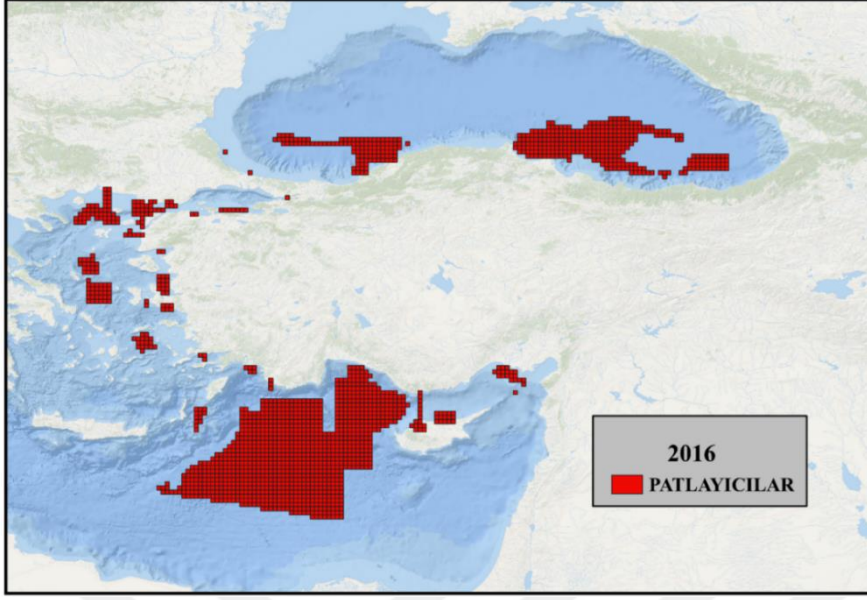
Patlayıcılar, okyanusta askeri ve bilimsel araştırmacılar ve petrol ve doğal gaz endüstrisi tarafından, yıkım ve imha faaliyetleri, atışlar ve gemilerin dayanıklılığını test etmek için gemilerin kasıtlı olarak patlayıcı şoklarına maruz bırakıldığı şok testleri gibi donanım testleri için kullanılmaktadır. Patlamalar kimyasal aletlerle yaratılmakta; geniş bant frekans aralığında ve hızlı yükselme zamanı ile karakterize edilebilen çok aşırı yüksek seviyede gürültüye sebep olmaktadır.

Tüm darbeli ses kaynakları arasında, patlamalar en yüksek düzeyde gürültü üretir. Bu nedenle, yükün ağırlığına ve patlamanın derinliğine bağlı olarak deniz organizmalarına doğrudan zarar verme riski vardır (Hildebrand, 2005; OSPAR, 2009b).

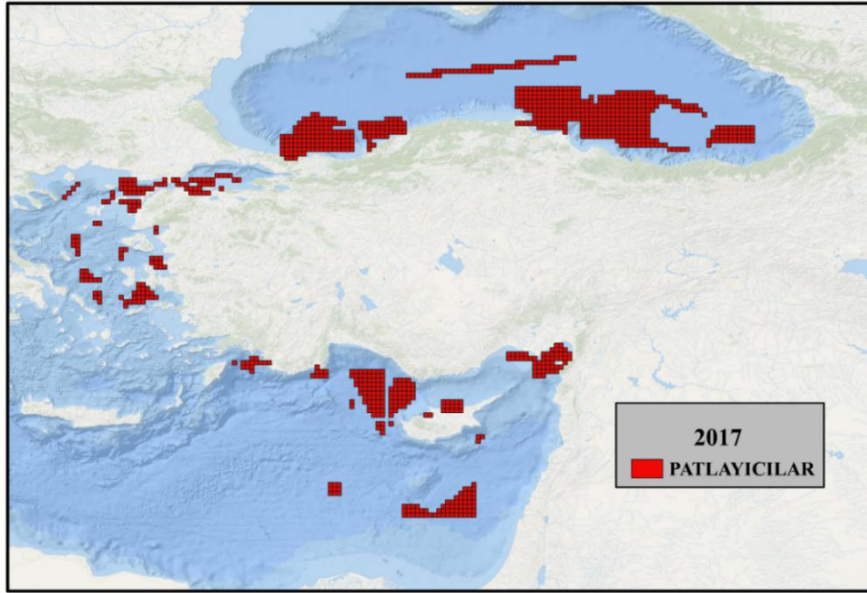
Patlayıcılar genellikle, aynı miktarda patlayıcı enerjiyi açığa çıkaracak olan TNT kütlesi olarak tanımlanan "eşdeğer TNT yük kütlesi" ile karakterize edilir. "mTNTeq" olarak gösterilen bu kütle, (Ainslie, 2010) SLE ile ilgilidir. Trinitrotoluen (TNT), veya daha özel olarak 2,4,6-trinitrotoluen, $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ formülüne sahip bir kimyasal bileşiktir. TNT'nin patlayıcı verimi, bombaların standart karşılaştırmalı kuralı ve patlayıcıların yıkıcılığı olarak kabul edilir.

Sualtı patlamaları, denizlerdeki en güçlü insan kaynaklı ses kaynaklarından biridir. Patlayıcılardan gelen ses de uzun mesafeler kat edebilir (Richardson ve diğerleri, 1995). Kaynak seviyeleri kullanılan patlayıcıların türüne ve miktarına, patlamanın meydana geldiği su derinliğine göre değişir ve 272 ile 287 dB 1 μ Pa sıfır ile 1 m mesafedeki tepe noktası arasında değişebilir. Frekanslar oldukça düşüktür (Richardson ve diğerleri, 1995; NRC 2003).

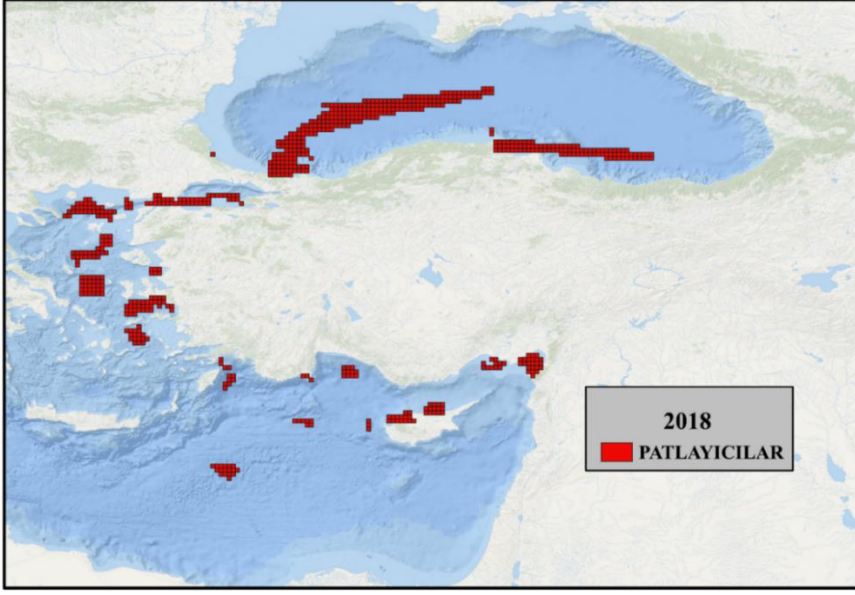
Patlayıcılar sınıfına ait çalışmaların en fazla 2016 yılında en az ise 2018 yılında gerçekleştiği aşağıdaki görsellerle sunulmuştur.



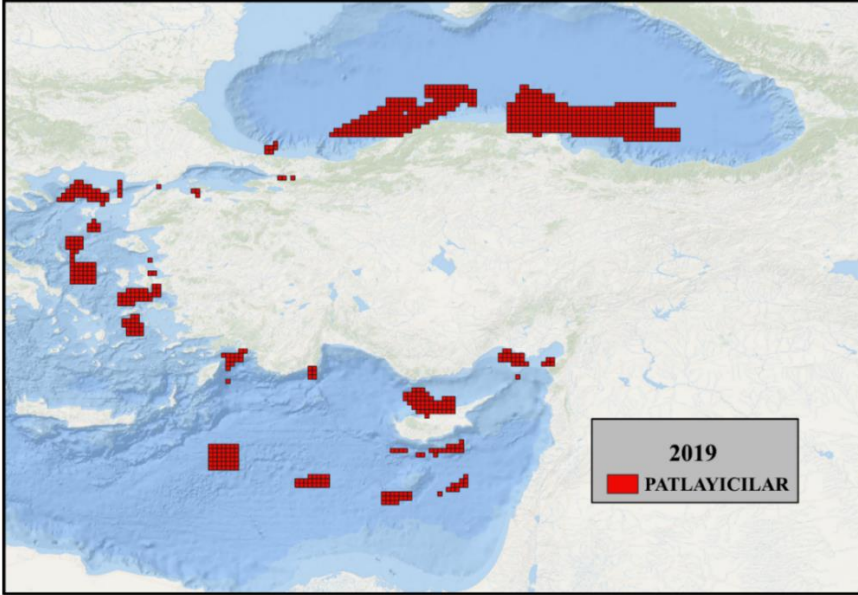
Şekil 13. Patlayıcılar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar



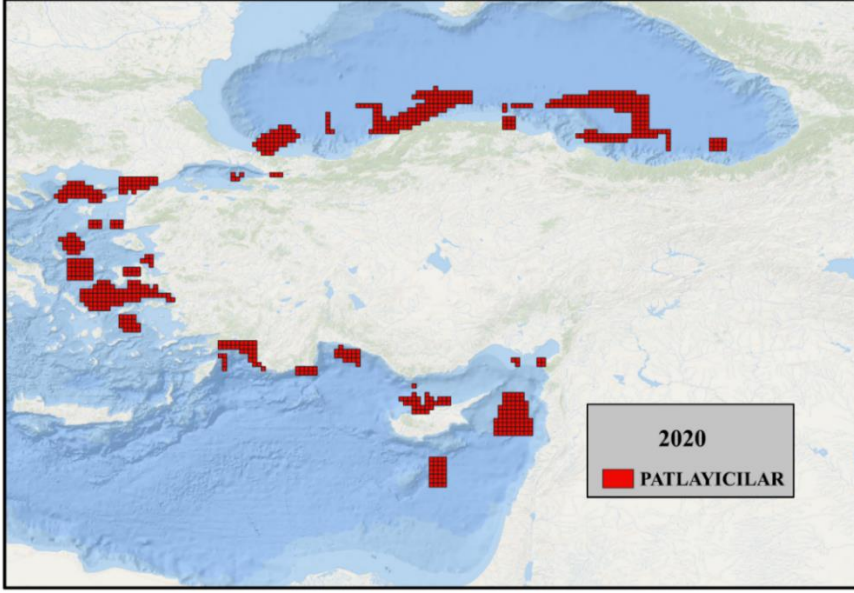
Şekil 14. Patlayıcılar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 15. Patlayıcılar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 16. Patlayıcılar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 17. Patlayıcılar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar

Denizel alanlarda gerçekleşen patlayıcılar sınıfında yer alan mayın imha eğitimi, mühimmat imhası, patlamış mühimmat raporu, füze atış denemeleri, atış eğitimi (şekil 17), tehlikeli hareket ve sualtı faaliyetleri, boru hattı inşa çalışmaları, sualtı patlatma eğitimi olarak gerçekleşmektedir. Boru hattı inşa çalışmalarının dışındaki diğer faaliyetleri askeri gemilerin sahip oldukları silah sistemleriyle gerçekleştirmekte olup gizlilik derecesi içermesi sebebiyle cihaza ait bilgiler tam olarak tespit edilememektedir. Dünya genelinde bu tür cihazların aynı özelliklere sahip olacağı değerlendirilmesine istinaden DSÇD'nin ve Richardson ve diğerleri, (1995) patlayıcılar için değerlendirdiği gürültü aralığı referans alınarak geniş bant aralığında bir frekansa ve yüksek TNT değerinde belirlenmiştir.



Şekil 18. Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na ait savaş gemisinin Doğu Akdeniz'de tatbikat esnasında gerçekleştirdiği atış eğitimi

2.2.3 Darbeli kazık çakıcılar

Darbeli kazık çakma, hızlı bir yükselme süresi ve ardından akustik basınçta hızlı bir düşüş ile karakterize edilen yoğun darbeli ses üretir. Darbeli kazık çakma işleminden ölçülen ses basınç seviyeleri (SPL), en önemlileri tipik olarak kazık tipi (ahşap, beton veya çelik), kazık çapı ve darbeli çekicinin enerji çıkışı (Reinhall ve Dahl, 2011; Zampolli ve diğerleri, 2013; Lippert ve von Estorff, 2014; Lippert ve diğerleri, 2016). Darbeli kazık çakma, çarpma konumundan kilometrelerce uzağa yayılabilen yoğun, geniş bantlı darbeli sesler üretir.

Köprüler, iskele, rıhtım ve açık deniz petrol ve gaz yapıları gibi büyük deniz yapılarının inşası, deniz tabanına sürülen kazık adı verilen destekleri gerektirir. Bu kategorideki faaliyet yelpazesi, deniz kıyısına yakın konumda bulunan yapılarda kazık çakma, tarama, tersaneler, kanal kilit yapısı operasyonları ve genel liman günlük işlevlerine kadar son derece geniş bir çalışma alanını kapsamaktadır. Bu geniş faaliyet yelpazesi, çok yüksek genliklerde darbeli bir dizi kaynak seviyesi üretir.

Kaynak seviyeleri, kazığın çapına ve kazık çakma yöntemine (çarpma veya titreşime) bağlı olarak değişir. Frekans spektrumu 20 Hz'den az ile 20 kHz'den fazla arasında değişir ve çoğu enerji 100 - 200 Hz civarındadır (Nedwell ve diğerleri, 2003A; Nedwell ve Howell 2004; Madsen ve diğerleri, 2006; Thomsen ve diğerleri, 2006; Prins ve diğerleri, 2008).

Açık deniz platformlarının inşasıyla ilgili kazık çakma, düşük frekans aralığında (100 Hz-1 kHz) darbeli gürültü de üretir. Kaynak seviyeleri hidrolik çekiçlerin enerji derecesine bağlıdır. Örneğin, 1000 kJ'lık bir çekiç 30-50 ms'lik ses darbeleri üretir ve tekrarlanan darbeler 1 m'de 237 μ Pa kaynak seviyesine sahiptir (Hildebrand, 2009). Açık deniz sondajı çeşitli platformlardan gerçekleştirilir ve orta kaynak seviyelerinde gürültü üretimini içerir (Hildebrand, 2009). Gürültü, 1 m'de maksimum 184 μ Pa kaynak seviyeleri ile düşük ila orta frekans aralığında üretilir (Prideaux, 2016).



Şekil 19. Fatih sondaj gemisi tarafından Karadeniz’de gerçekleştirilen çalışma

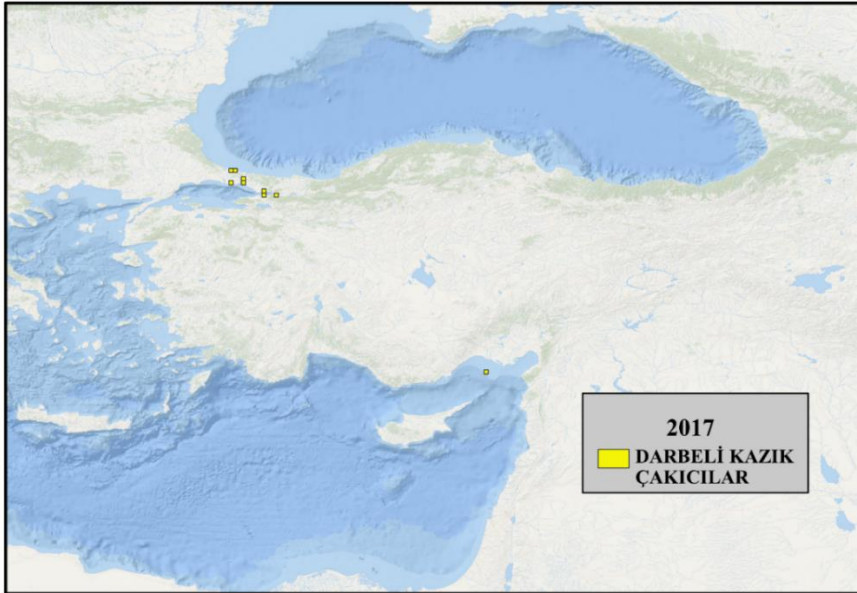
Sondaj işleri; doğal veya insan yapımı adalardan, platformlardan ve sondaj gemilerinden oluşmaktadır. Doğal veya insan yapımı adalardan gelen sualtı gürültü seviyelerinin, ana frekans içeriği 100 Hz'nin altında olan oldukça düşük (kaynak seviyesi ~ 145 dB re 1 μ Pa 1 m veya daha düşük) olduğu bildirilmektedir (Richardson ve diğerleri, 1995). Yakın tarihli bir soruşturmada Blackwell ve diğerleri, (2004a), 1 km'de en fazla 124 dB re 1 μ Pa'ya ulaşan geniş bant (10 Hz – 10 kHz) seviyelerini, esas olarak 700 Hz – 1.4 kHz'de buldu. Sondaj platformlarından gelen sualtı gürültüsü ile ilgili veriler oldukça nadirdir, Richardson ve diğerleri, (1995) konvansiyonel sondaj platformlarının çok gürültülü olmadığını belirtmiştir. Bu, sırasıyla 405 ve 125 m'de sadece 115 - 117 dB re 1 μ Pa bildiren McCauley (1998) tarafından doğrulandı (ana enerji 31 - 62 Hz 1/3 oktavdaydı; 1/3 oktav bant seviyelerinde analiz, aralık: 10 Hz - 10 kHz). Sondaj gemilerinden sondaj, 1 m'de (10 Hz - 10 kHz) yaklaşık 190 dB re 1 μ Pa rms maksimum geniş bant kaynak seviyesi ile en yüksek gürültü seviyelerini üretir. Ses, gövdeden çok verimli bir şekilde iletildiği için ses seviyeleri karşılaştırılabilir derecede yüksektir (Richardson ve diğerleri, 1995; NRC 2003).

Darbeli kazık çakıcılar faaliyetleri ile ilgili olarak deniz ve kıyı alanlarımızda inşaa çalışmaları, sondaj çalışması, hafriyat dökümü, tarama çalışması yapılmaktadır. Bu çalışmalar etkin bir darbeli gürültü alanları oluşturmaktadır. Bu gürültü alanları birden fazla frekans aralığında gerçekleşen geniş frekans bantını kapsamaktadır ve SPL değeri yüksek olarak değerlendirilmektedir (Richardson ve diğerleri, 1995; NRC 2003; Hildebrand, 2009).

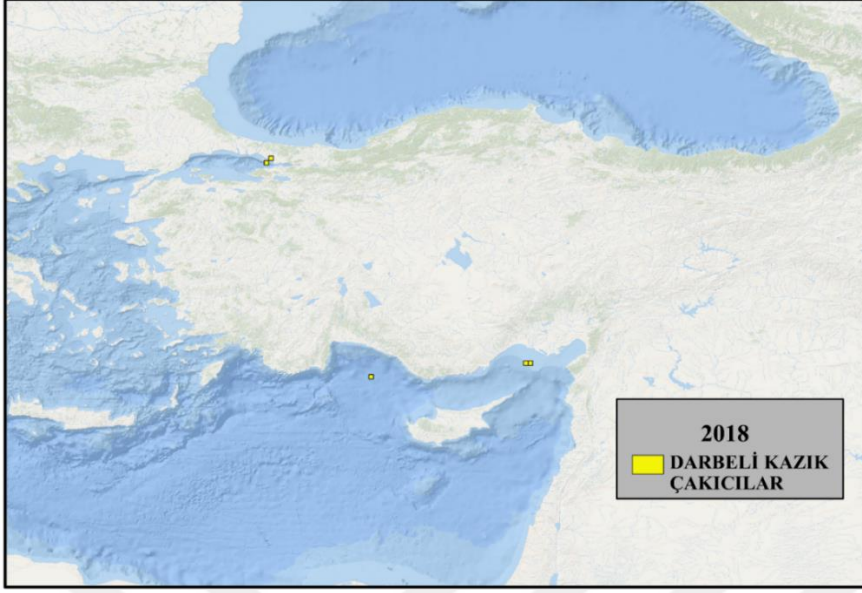
Darbeli kazık çakıcılar sınıfına ait çalışmaların en fazla 2020 yılında en az ise 2018 yılında gerçekleştiği aşağıdaki görsellerle sunulmuştur.



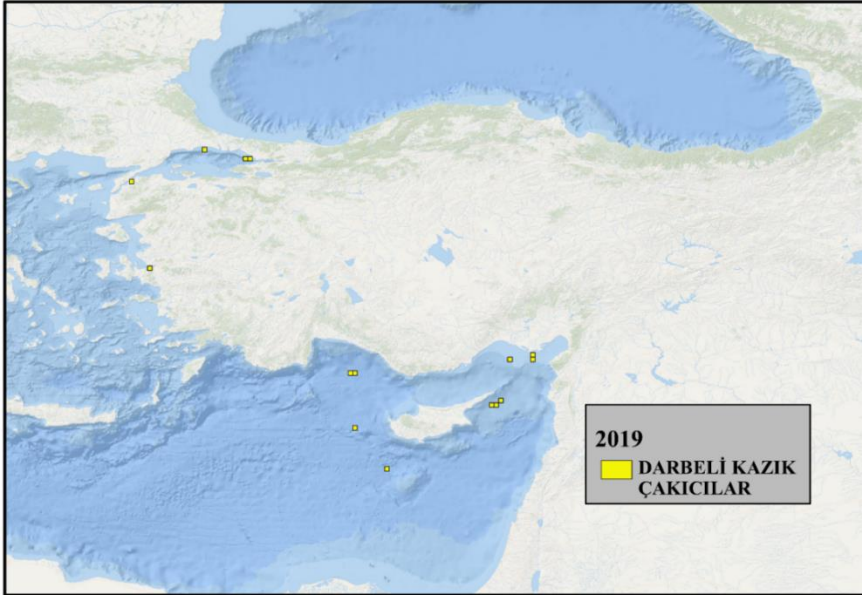
Şekil 20. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar



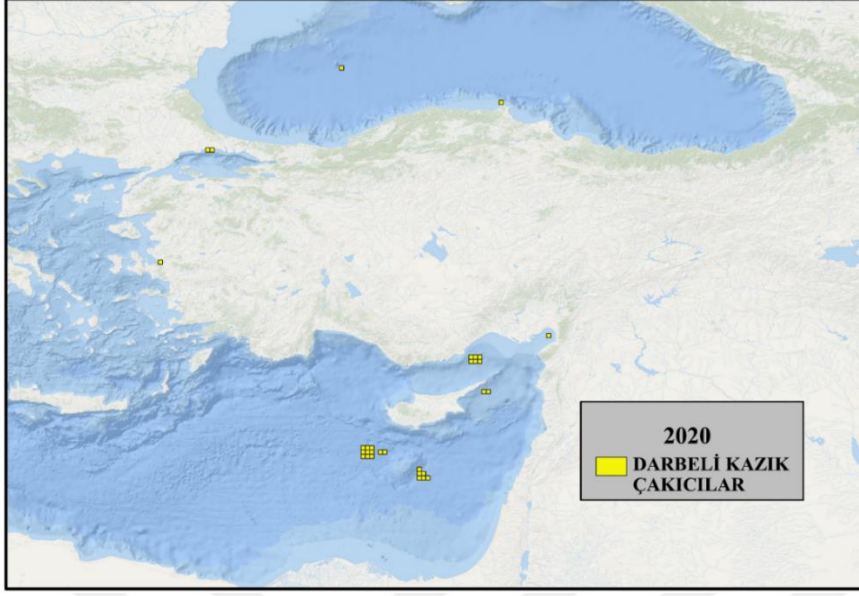
Şekil 21. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 22. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 23. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 24. Darbeli kazık çakıcılar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar

2.2.4 Hava tabancaları

Sismik hava tabancaları öncelikle hem petrol ve gaz endüstrileri hem de hidrokarbon araştırmalarında jeofizik, jeodezi araştırma amaçları için deniz tabanının altındaki jeolojik yapıların haritasını çıkarmak için kullanılan yüksek genlikli düşük frekanslı darbeli kaynaklardır. Hava tabancası, sıkıştırılmış hava ile doldurulmuş bir silindirdir ve hava aniden serbest bırakıldığında, çok yüksek ses basınç seviyelerinde (>230 dB $1 \mu\text{Pa m}$) bir ses oluşturabilen geçici bir yüksek basınç zirvesine neden olur. Ses deniz dibi tarafından yansıtılır ve algılanır, denizaltı özellikleri hakkında bilgi verir. Ana enerji içeriği, yüksek frekans bileşeninin kapsamı hala belirsiz olmasına rağmen, bazı orta ve yüksek frekans içeriğiyle birlikte düşük frekanslardadır (OSPAR, 2009b).

Sismik keşif ile ilgili sesler, özellikle hava tabancası dizilerinden gelen sesler, hava tabancası gürültüsünün deniz memelileri üzerindeki potansiyel etkisine ilişkin endişeler olduğu için son zamanlarda artan ilgi görmüştür (NRC, 2003). Hava tabancalarının ürettiği yüksek sesli darbeler, silindirlerin içinde basınçlandırılmış havanın aniden suya salınmasıyla oluşur (Parkes ve Hatton, 1986; Dragoset, 2000). Bu hava kütesinin genleşmesi ve ardından gelen büzülme ve yeniden genleşme, deniz tabanının altındaki kaya katmanlarını araştırmak için kullanılan çok kısa süreli ve geniş frekanslı yüksek patlayıcı sesler yaratır. Tek bir hava tabancasının ses basıncı kaynak seviyesi (SPSL) 1 m'de 216 -232 dB $1 \mu\text{Pa}$ arasında değişirken, 70 hava

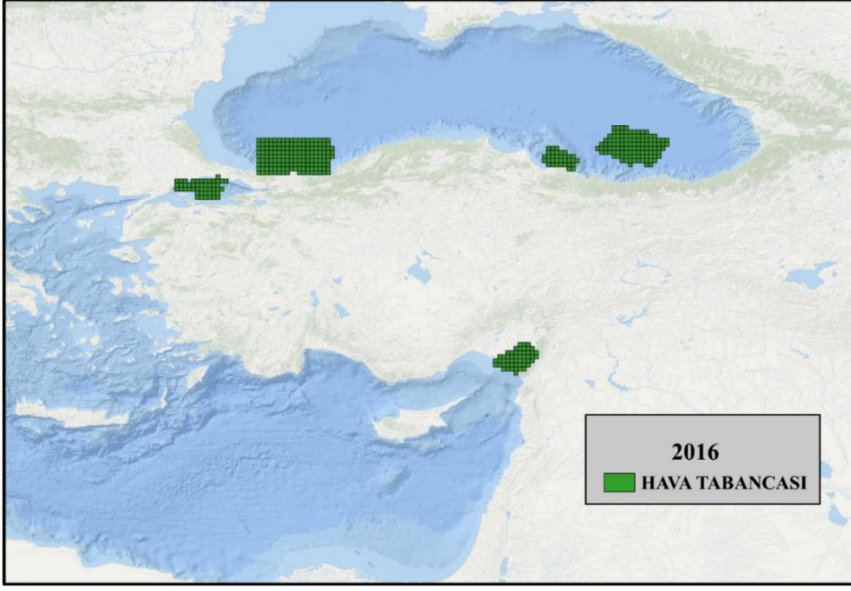
tabancasına kadar olan diziler 1 m'de 259 dB 1 μ pa'ya kadar SPL üretebilir (Richardson ve diğerleri, 1995).

Yaygın olarak kullanılan sismik endüstri hava tabancası dizilerinden yayılan en yüksek basınç seviyeleri 5-300 Hz aralığındadır. Silahlar 5 knot (2.6 m / s) civarında bir hızda çekilir ve her 10-12 saniyede bir ateşlenir. Genel olarak, sondaj gemileri, 1 m'de (RMS) yaklaşık 190 dB re 1 $^{\circ}$ C Pa'lık 10 Hz ila 10 kHz bantında maksimum geniş bant kaynak basınç seviyesine sahip, kullanılan en gürültülü sondaj ekipmanı türüdür (Richardson ve diğerleri, 1995).

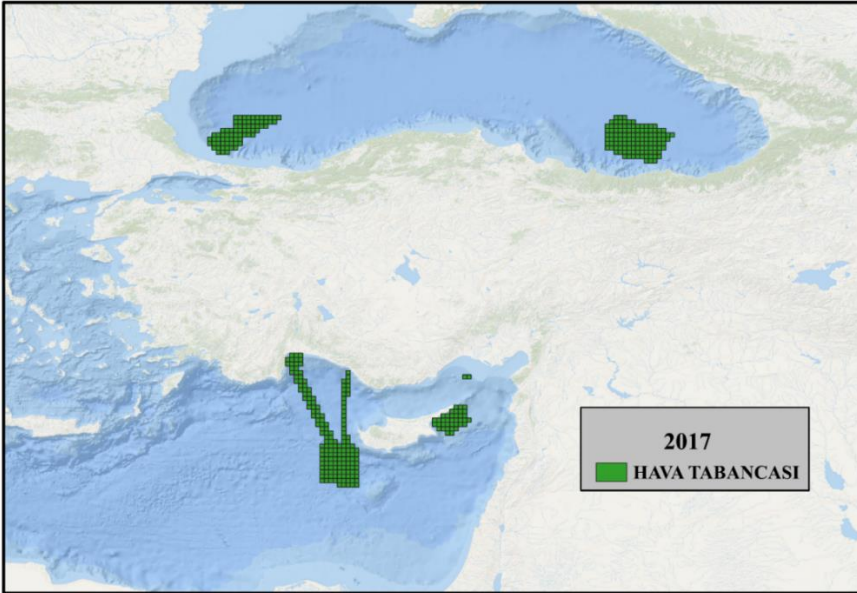
Bir deniz sismik hava tabancası suya bir basınçlı hava kabarcığı bırakarak çalışır. Bu, kabarcıktan uzaklaşan ve daha sonra deniz yüzeyinden yansıyan yüksek basınçlı küresel bir darbe oluşturur. Hava tabancası darbesi ile yüzey yansıması arasındaki girişim, enerji kaynağı seviyesi spektrumunda dalgalanmalara neden olur. Hava tabancaları tipik olarak dizi olarak bilinen doğrusal veya düzlemsel bir formasyonda kullanılır. Her bir hava tabancasının bir dizideki konumuna bağlı olarak, enerji kaynağı seviyesi yükseklik ve azimut açılarına göre değişir. Kabarcık dinamiğine, kütle ve ısı transferine dayanan hava tabancası kaynak imzasını ölçmek için sayısal bir prosedür kullanılmış ve 1 kHz'e kadar olan frekanslar için doğrulanmıştır (Sertlek ve diğerleri, 2015).

Hava tabancaları öncelikle düşük frekanslarda (10-500 Hz arasında) ses üretir. Daha düşük seviyeli, daha yüksek frekanslı sesler de (20 kHz'e kadar) oluşturulabilir ve bunlar o kadar uzağa gitmezler. 0.16 Litre hava salan küçük bir hava tabancası, 1 metrede 216 sualtı dB'ye kadar pik kaynak seviyeleri oluşturabilir. 32,8 Litre hava salan büyük bir hava tabancası, 1 metrede 232 sualtı dB'ye kadar kaynak seviyesine sahip olabilir (Richardson ve diğerleri, 1995).

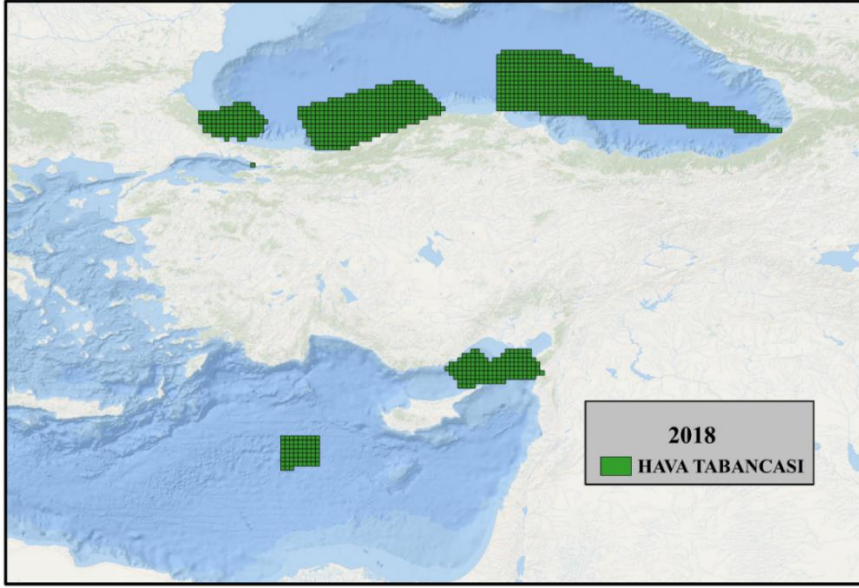
Hava tabancası sınıfına ait çalışmaların en fazla 2018 yılında en az ise 2016 yılında gerçekleştiği aşağıdaki görsellerle sunulmuştur.



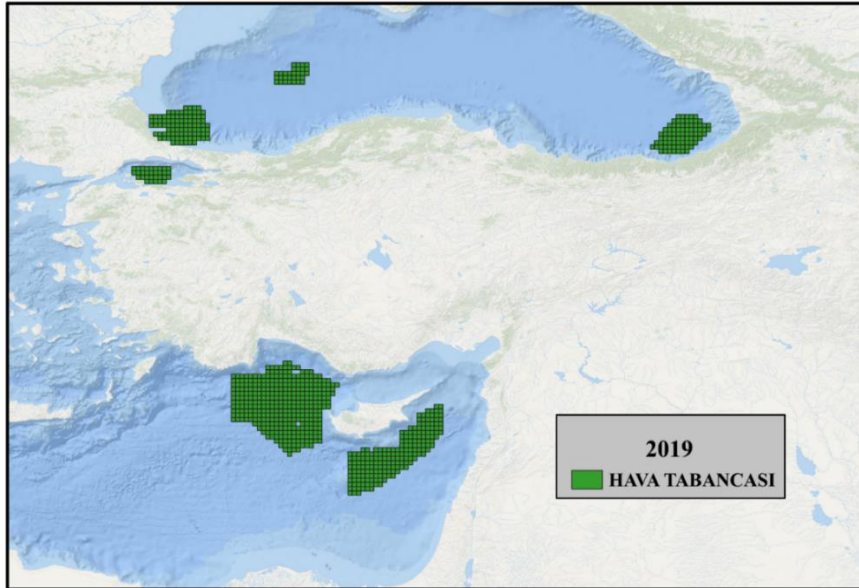
Şekil 25. Hava tabancası faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar



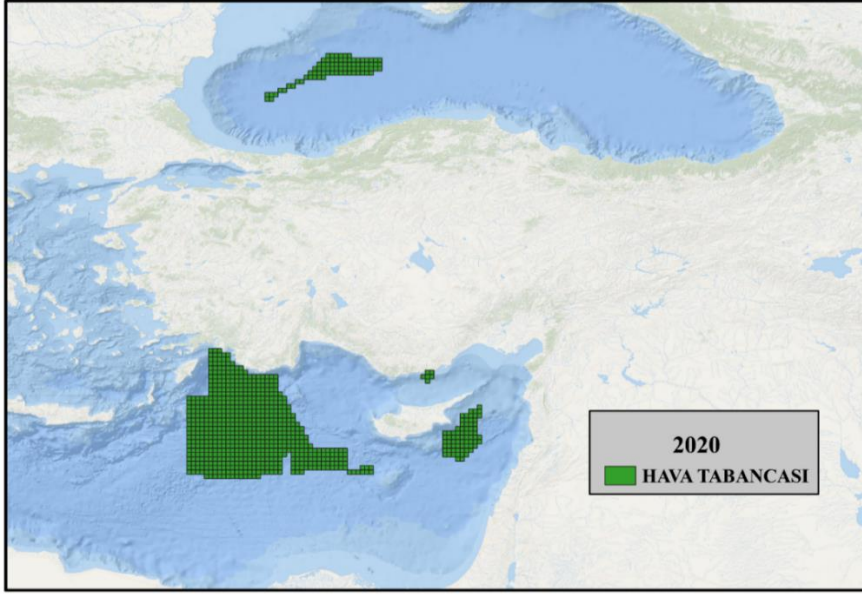
Şekil 26. Hava tabancası faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 27. Hava tabancası faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 28. Hava tabancası faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar



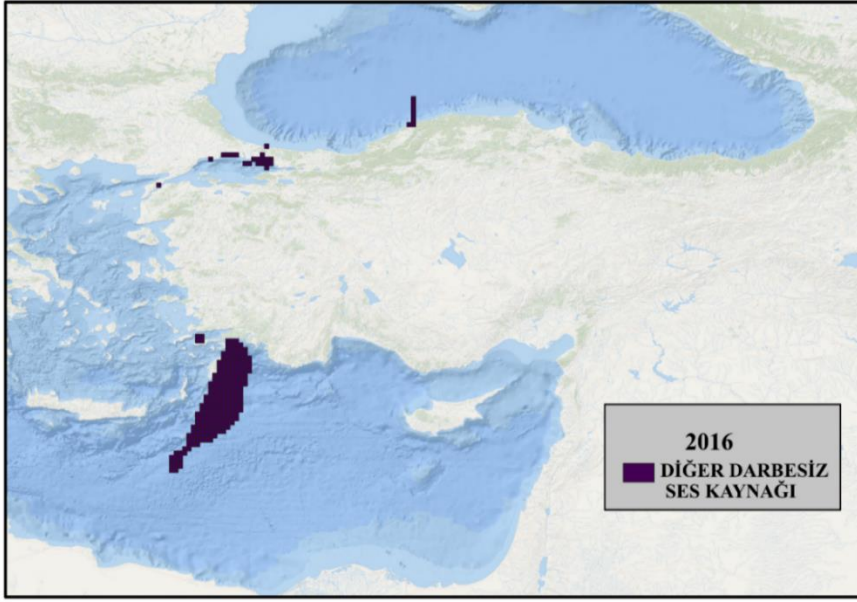
Şekil 29. Hava tabancası faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar

Akdeniz ve Karadeniz’de gerçekleştirilen sismik araştırmalarda kullanılan Barbaros Hayrettin Paşa, R/V Derinsu, R/V Dokuz Eylül 4, R/V MTA Selen, R/V K.Pirireis, MTA Oruç Reis gemilerimizde çalışmalarda kullanılan hava tabancaları dizileri mevcuttur. Bu hava tabancası dizilerinin sistem cihaz teknik özelliklerine bakıldığında Barbaros Hayrettin Paşa gemisine ait Sercel Seal 408 model sismik sistemlerin frekans 4-155 hz ve R/V MTA Selen’de tek kanallı sismik sistem olarak GeoAcoustics model frekans 20 hz - 15 khz sahip olduğu görülmüştür. MTA Oruç Reis çok kanallı 2B/3B Kongsberg TOPAS PS 18 Full Ocean model sismik sistemlerini içermektedir. Diğer kaynaklarla da karşılaştırıldığında hava tabanları sınıflandırmasının düşük frekans bantında ve orta SPL değere sahip olabileceği değerlendirilmiştir (Turner ve diğerleri, 2006).

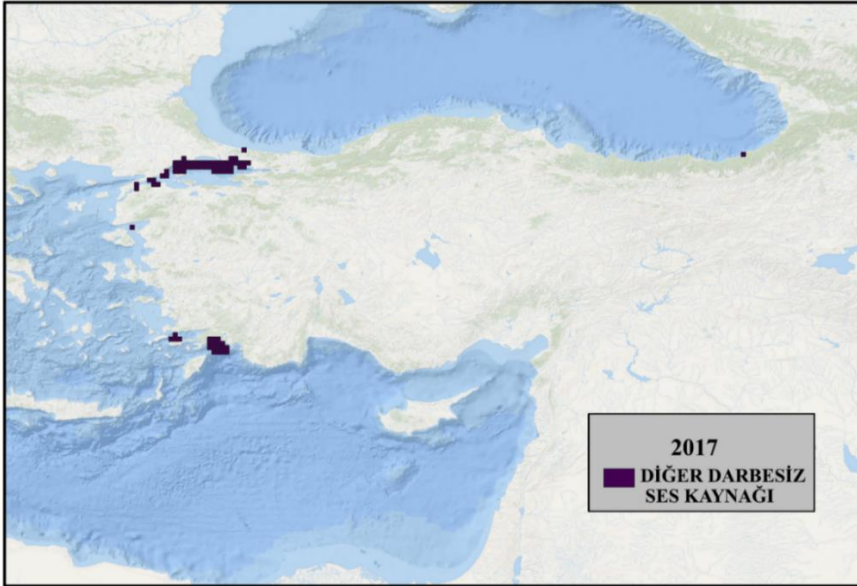
2.2.5 Diğer darbesiz ses kaynağı

Denizlerimizde meydana gelen dalış operasyonu, dalış eğitimi, sualtı çalışması, sualtı denemeleri, sualtı kablo çalışması, konuşlandırma çalışması diğer darbesiz ses kaynağı sınıfına dahil edilmiştir. Çünkü bu faaliyetler gerçekleştirilirken insan kaynaklı bir darbeli gürültü etkili değildir. Sualtı kablo çalışmaları, sualtı denemeleri gibi çalışmalar günümüz teknolojisi ile uzaktan otonom cihazlarla uygulanmaktadır ve bu cihazların frekansları çok farklı frekans aralıkları göstermektedir. Bu tür faaliyetlerin çoğu geniş bant frekansında ve orta SPL değerinde olduğu kanaatine varılmıştır (Dekeling ve diğerleri, 2014).

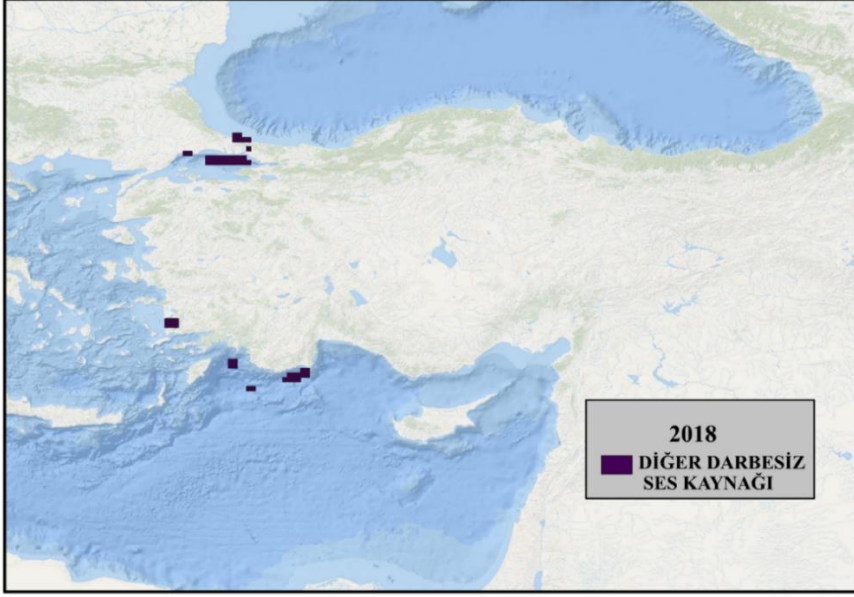
Diğer darbesiz ses kaynağı sınıfına ait çalışmaların en fazla 2020 yılında en az ise 2018 yılında gerçekleştiği aşağıdaki görsellerle sunulmuştur.



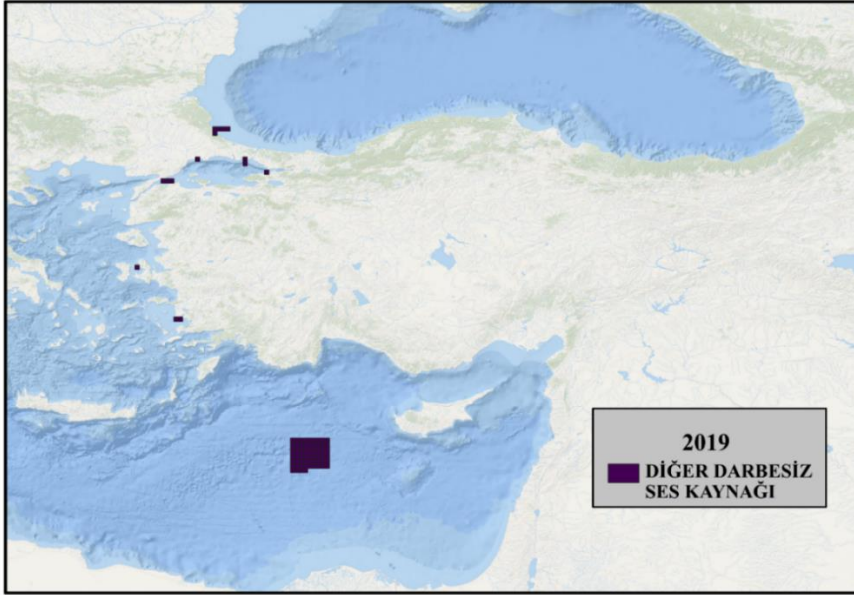
Şekil 30. Diğer darbesiz ses kaynağının 2016 yılında icra edildiği alanlar



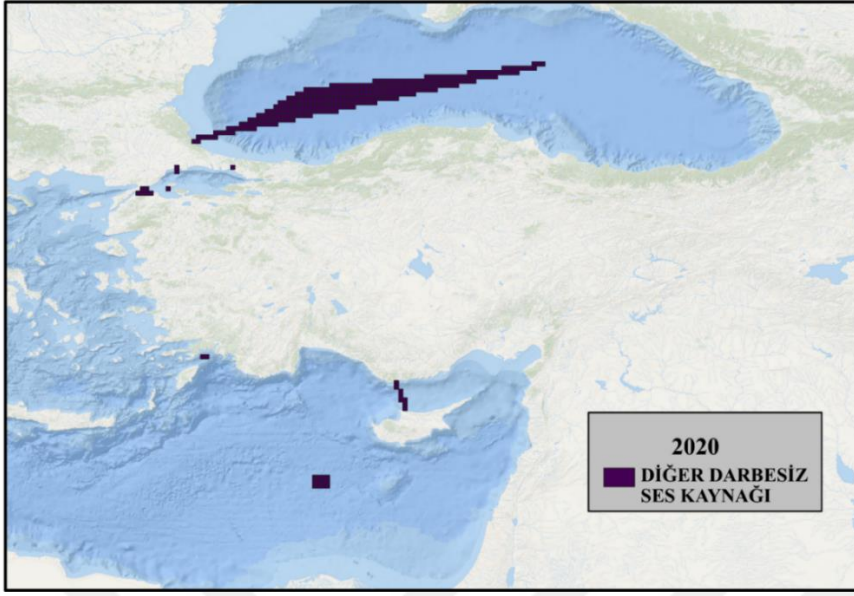
Şekil 31. Diğer darbesiz ses kaynağının 2017 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 32. Diğer darbesiz ses kaynağının 2018 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 33. Diğer darbesiz ses kaynağının 2019 yılında icra edildiği alanlar



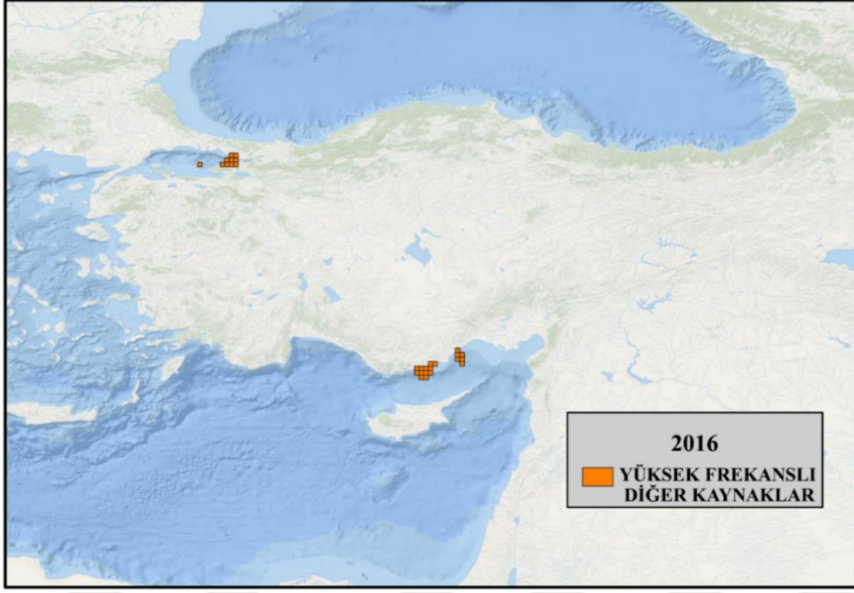
Şekil 34. Diğer darbesiz ses kaynağının 2020 yılında icra edildiği alanlar

2.2.6 Yüksek frekanslı diğer kaynaklar

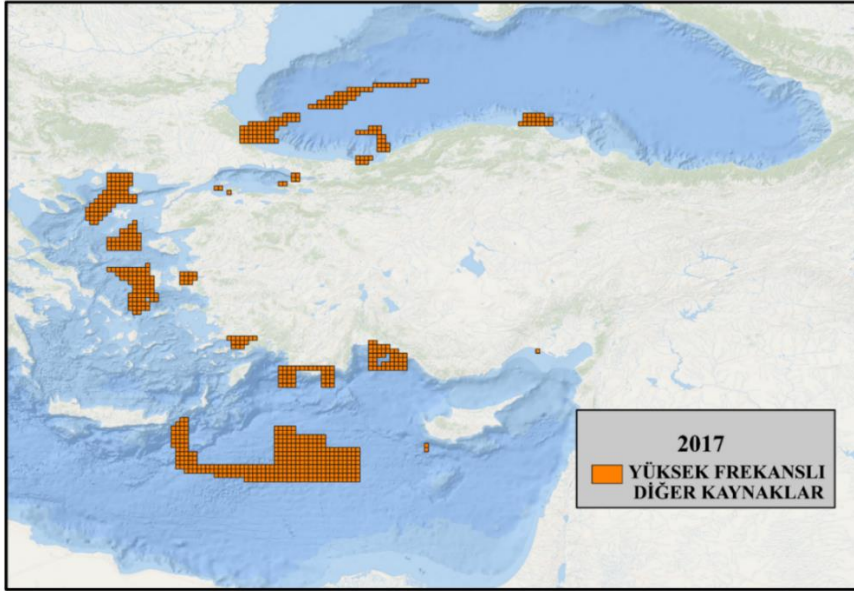
Bu tür gürültü kaynakları bilimsel çalışmalar, deniz ölçüm çalışması, hidrografik çalışmalar, oşinografik çalışmalar şeklinde sıralanabilir. Özellikle üniversiteler ve bilimsel araştırma kurumları tarafından gerçekleştirilen bu tür faaliyetler çalışma alanımızdaki düşük–orta frekanslı darbeli gürültüler sınıfın girmemesine rağmen elimizde mevcut verilerin olması sebebiyle yüksek frekanslı diğer kaynaklar adı altında bir diğer sınıflandırma yapılmıştır.

Yüksek frekanslı gürültülerin oluşmasına neden olan bu tür faaliyetlerde özellikler araştırma gemilerinde yer alan bazı yandan taramalı sonarların ve cihazların teknik özellikleri şu şekildedir; Benthos SIS-1625 frekans 100-400 khz, Klein 3000 100-500 khz, SonarEdgeTech 4200 FS Side Scan Sonar frekans 100-400 khz, çok ışınlı iskandil Seabeam 1050D Multibeam Echosounder frekans 50-180 khz, akıntı ölçer ADCP Ocean Surveyor frekans 150 khz olarak tespit edilmiştir. Yüksek frekansa neden olan bu tür kaynaklar elde ettiğimiz teknik özellikler ve literatür çalışmaları doğrultusunda yüksek basın seviyeleri olarak değerlendirilmiştir (Hildebrand, 2005).

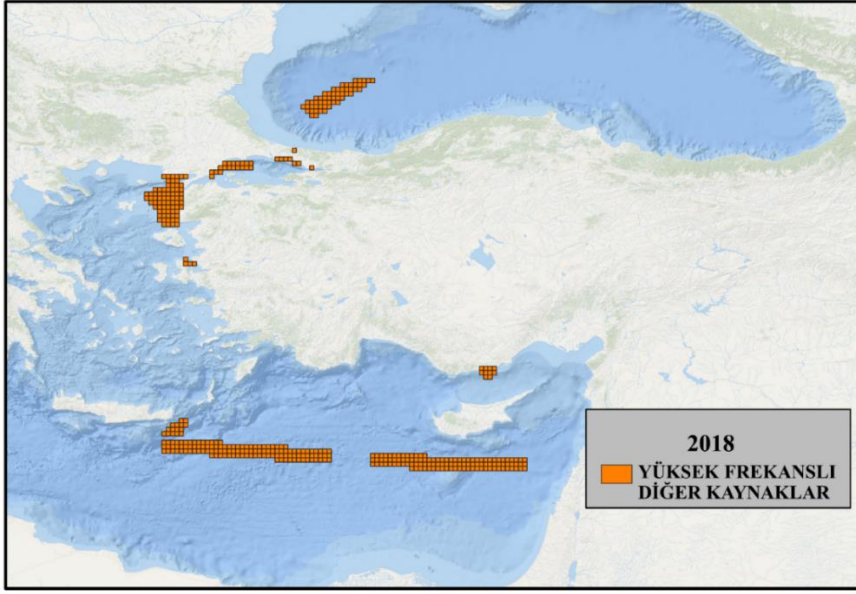
Yüksek frekanslı diğer kaynaklar sınıfına ait çalışmaların en fazla 2017 yılında en az ise 2016 yılında gerçekleştiği aşağıdaki görsellerle sunulmuştur.



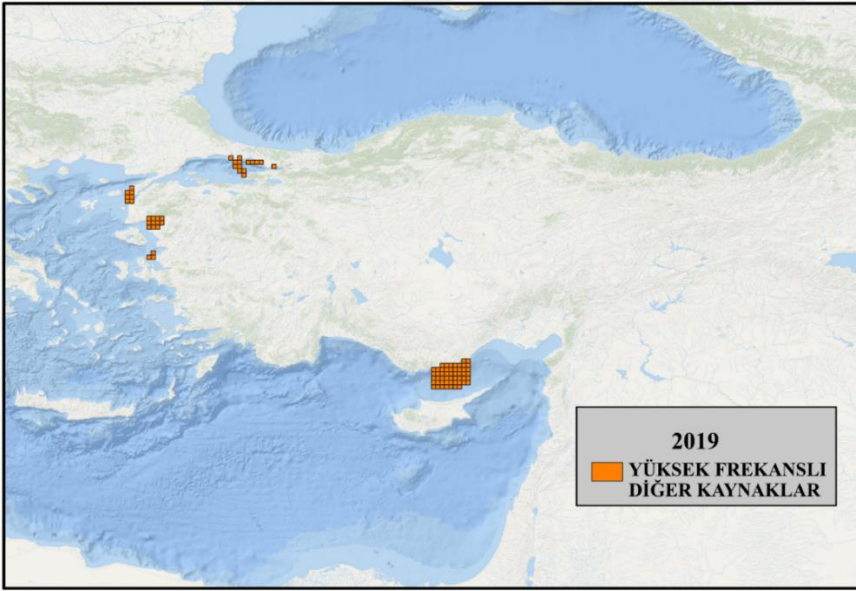
Şekil 35. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2016 yılında icra edildiği alanlar



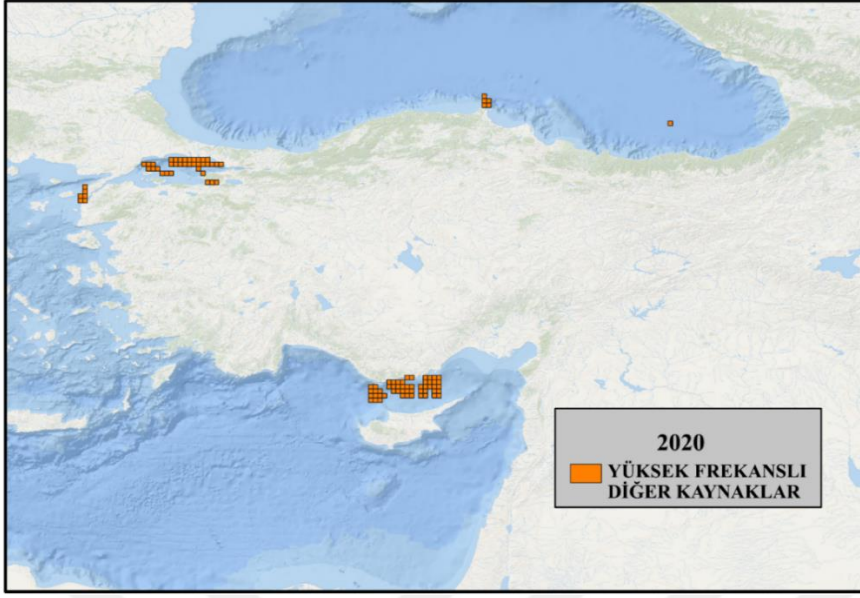
Şekil 36. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2017 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 37. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2018 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 38. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2019 yılında icra edildiği alanlar



Şekil 39. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar faaliyetinin 2020 yılında icra edildiği alanlar

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kıyisal Alanlardaki Faaliyetler

Kıyılarımız boyunca yer alan tersane, liman, rıhtım, iskele, balıkçı barınağı, demirleme sahası, döküntü sahası gibi sürekli faal olarak çalışılan bölgeler muhtemel kıyı gürültü alanları olarak değerlendirilebilir. Çünkü bu alanlarda sürekli işleyiş ve hareketlilik mevcuttur. Bu artışın fazla olmasının sebebi özellikle sanayinin geliştiği İstanbul, İzmir, Kocaeli, Mersin, Hatay gibi şehirlerimizde liman, tersane ve balıkçı barınağı gibi alanlarda çalışmalar aktif olarak yürütülmekte ve ihtiyaç dahilinde bu alanlarda yeniden inşa veya mevcutta olanlarda revizyona gidilmektedir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise turizm yönünden gelişmiş şehirlerimizde İzmir, Muğla, Antalya gibi yerlerde yeni yapılan veya iyileştirme işlemi yapılan iskele alanları ve marinalar da muhtemel gürültü alanlarını teşkil etmektedir.

Görüldüğü gibi kıyı alanlarımızın çoğunda insan kaynaklı gürültüler meydana gelmektedir ve artan teknoloji, sanayi ve yaşam şartları ile birlikte bu muhtemel gürültü alanlarının sıklıkları her geçen gün artması özellikle de deniz yaşamı için olumsuz bir gelecek oluşturmaktadır.

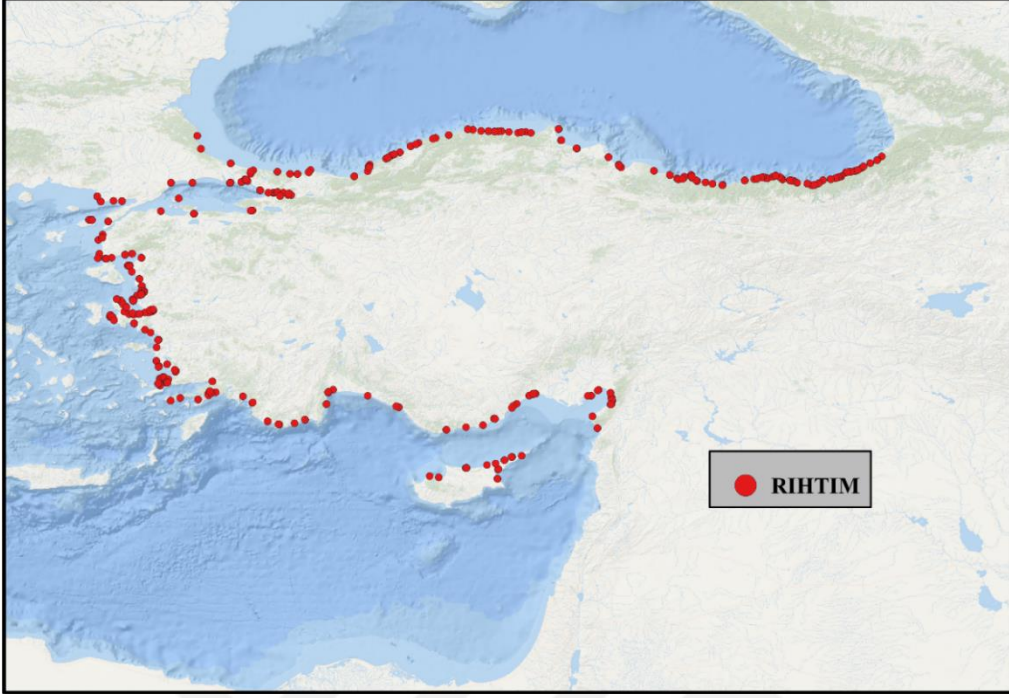
Kıyılarımızda 120 liman, 86 tersane, 982 rıhtım, 699 iskele, 274 balıkçı barınağı, 205 demirleme sahası, 60 döküntü sahası ve 30 sualtı kablo hattı alanları mevcuttur. Bunlar muhtemel gürültü kaynakları olarak değerlendirilebilir.



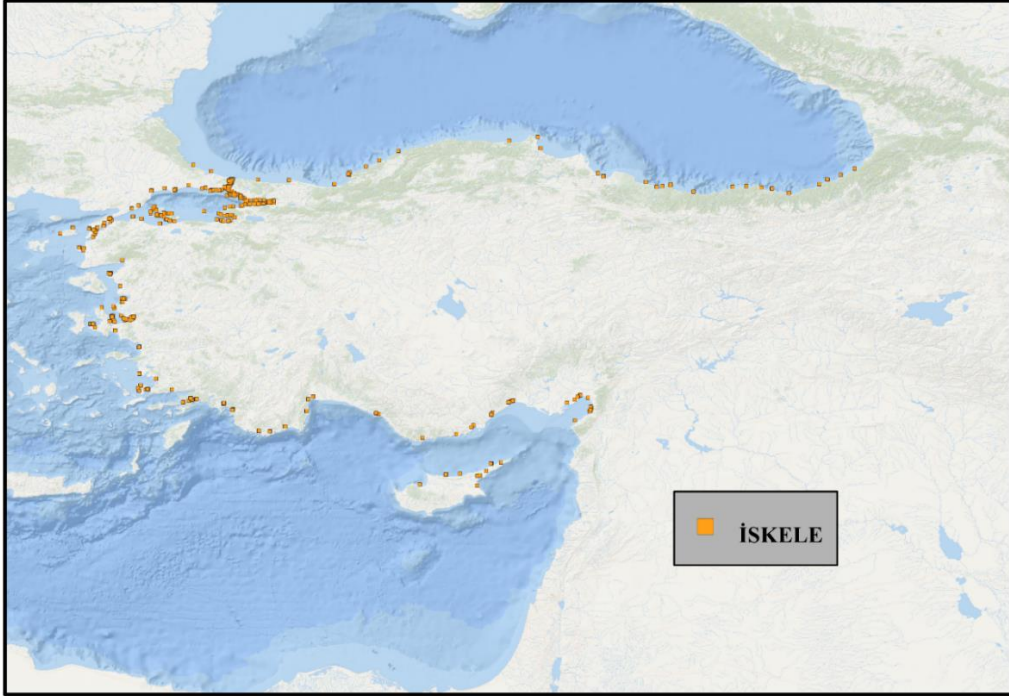
Şekil 40. Türkiye kıyılarında bulunan limanlar



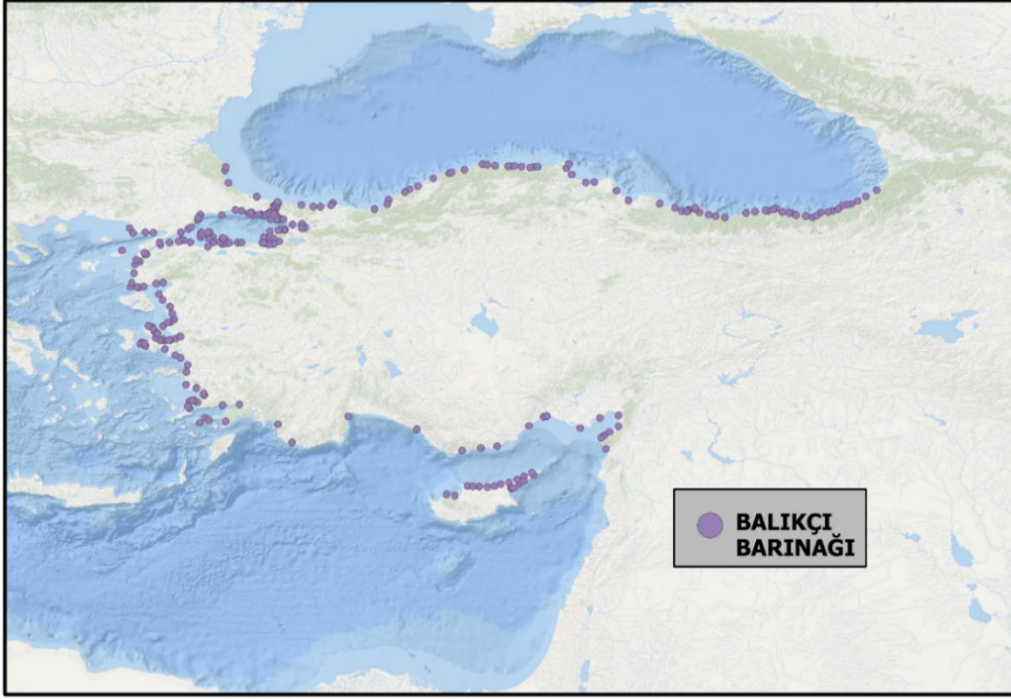
Şekil 41. Türkiye kıyılarında bulunan tersaneler



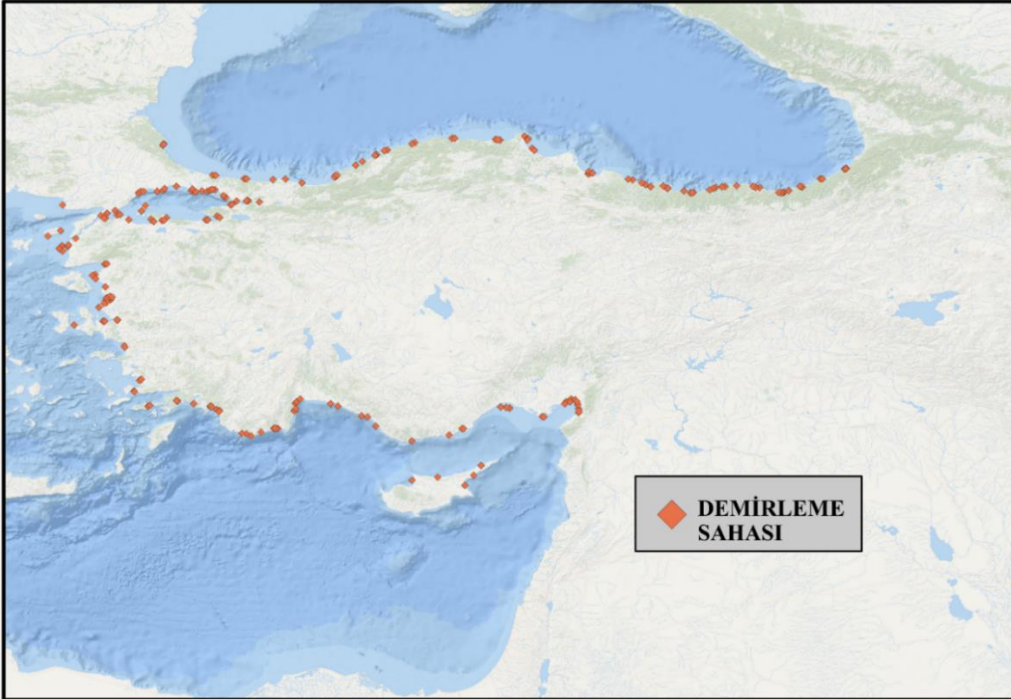
Şekil 42. Türkiye kıyılarında bulunan rıhtımlar



Şekil 43. Türkiye kıyılarında bulunan iskeleler



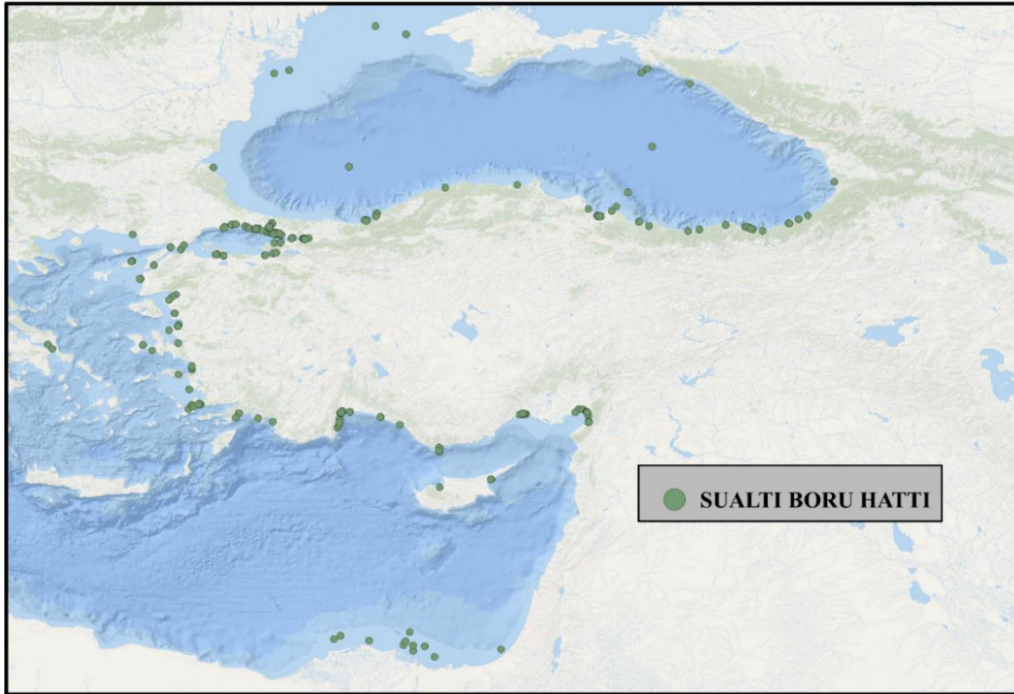
Şekil 44. Türkiye kıyılarında bulunan balıkçı barınakları



Şekil 45. Türkiye kıyılarında bulunan demirleme sahaları

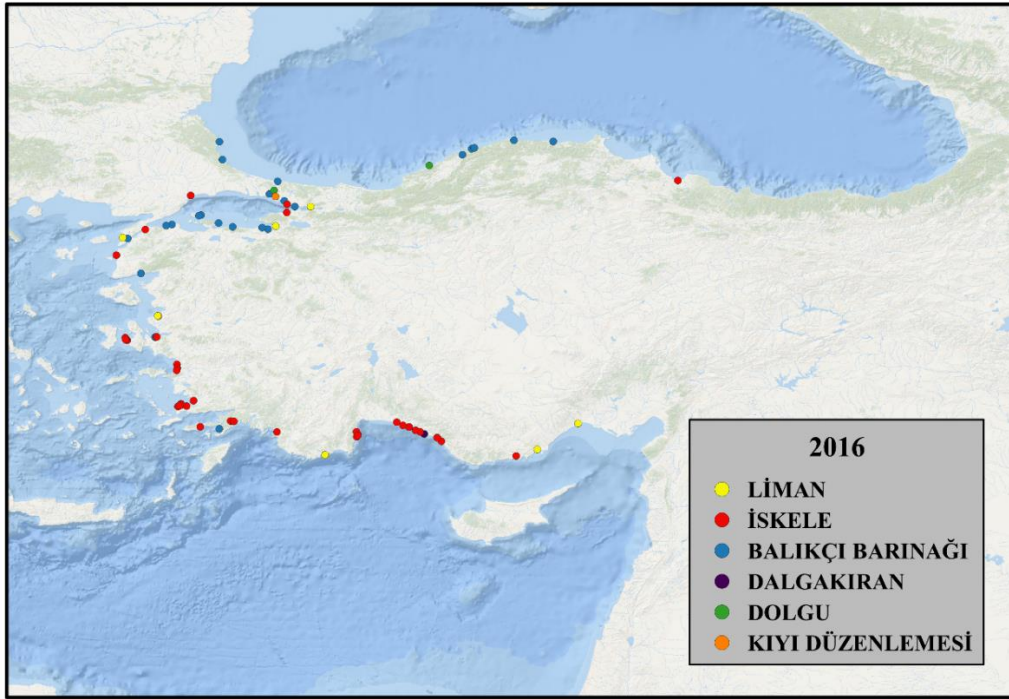


Şekil 46. Türkiye kıyılarında bulunan döküntü sahaları



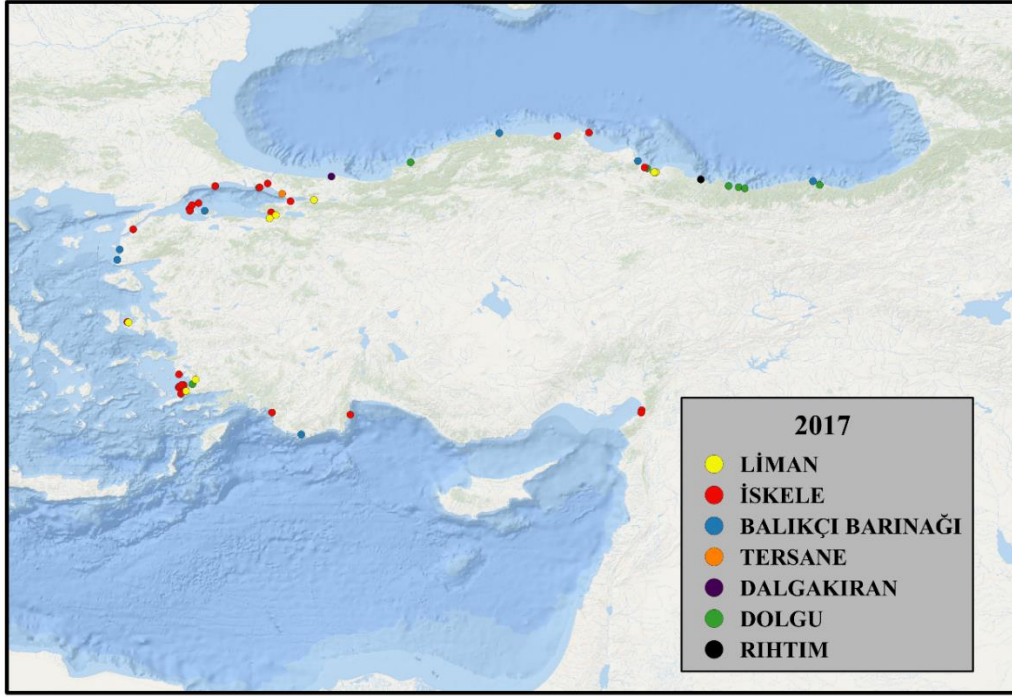
Şekil 47. Türkiye kıyılarında bulunan sualtı boru hatları

2016-2020 arşiv verilerini incelediğimizde SHOD Başkanlığı'na bildirilen ve kıyılarda yapılan çalışmalar şu şekildedir; iskele uzatma, ilave dolgu alanı, yat limanı projesi, kruvaziyer liman revizyonu, balıkçı barınağı projesi, yat yanaşma iskelesi projesi, yolcu indirme-bindirme iskele projesi, kıyı düzenlemesi gibi birçok farklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar birkaç gün sürdüğü gibi aylık, yıllık periyotları da içerecek şekilde devam edebilmektedir. Kıyılarımızda gerçekleşen bu çalışmalar etkin bir darbeli gürültü alanları oluşturmaktadır. Bu gürültü alanları birden fazla frekans aralığında gerçekleşen geniş frekans bantını kapsamaktadır ve SPL değeri yüksek olarak değerlendirilmektedir. (Richardson ve diğerleri, 1995; NRC 2003).



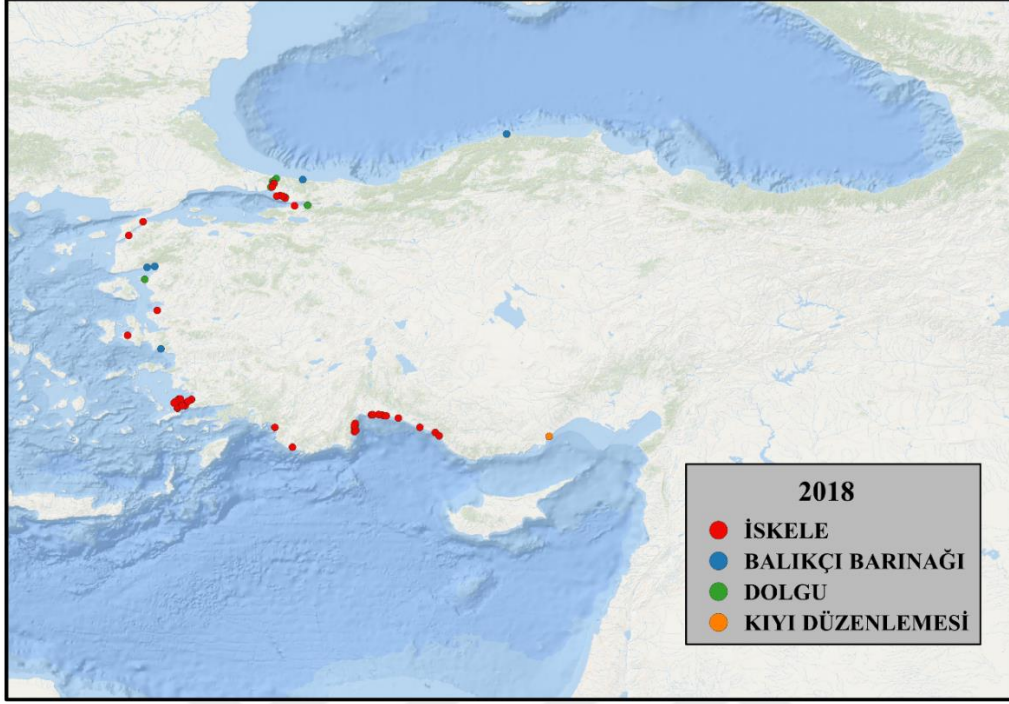
Şekil 48. 2016 yılında kıyıs alarlarda yapılan çalışmalar

Şekil 48’de 2016 yılına ait en fazla iskele ardında balıkçı barınağı ve liman bölgelerinde çalışmalar yapılmıştır. İskelelerde yapılan çalışmaların Ege Denizi ve Akdeniz’de yoğunlaşması turizm bölgelerine ait yerlerdeki iskelelerin inşası veya yeniden yapılandırılmasıyla ilgilidir. Balıkçı barınaklarının yoğunluğu da Karadeniz’de fazla iken kıyı düzenlemesi Marmara Denizi’nde İstanbul-Kadıköy bölgesinde tek bir alanda gözlemlenmiştir.



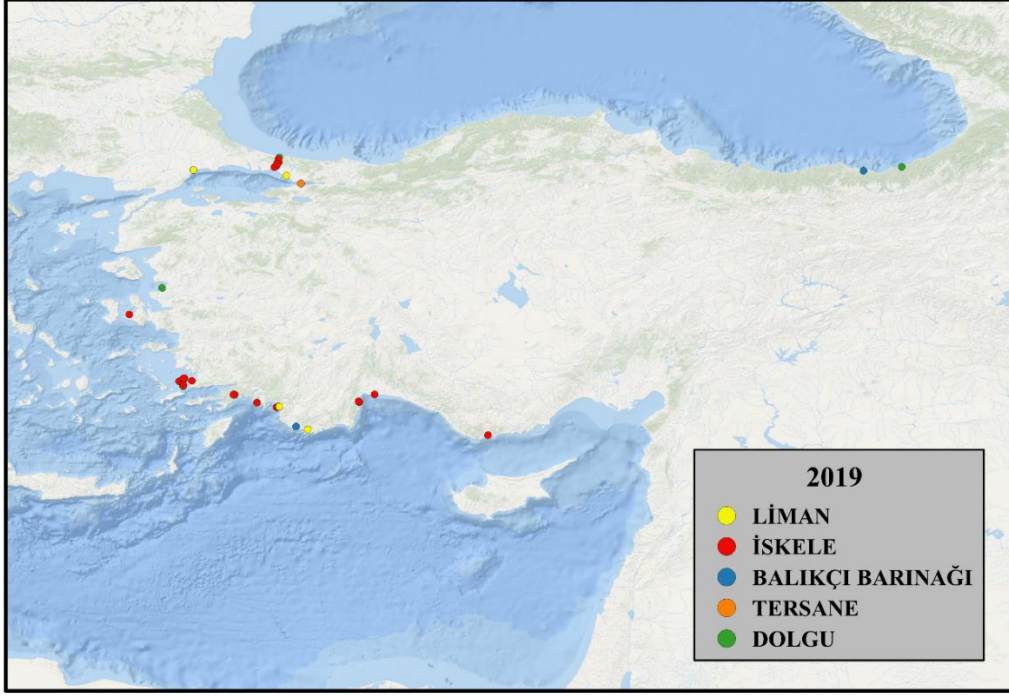
Şekil 49. 2017 yılında kıyısıl alanlarda yapılan çalışmalar

Şekil 49’da bir önceki yıla oranda iskele çalışmaları Akdeniz’in aksine Marmara Denizi’nde yoğunlaşmıştır. Dolgu yapıları özellikle Karadeniz’in doğusunda artış gösterirken, dalgakıran yapıları Karadeniz’in batısında, ruhtım ise doğusunda sadece tek bir alanda gözlemlenmiştir.



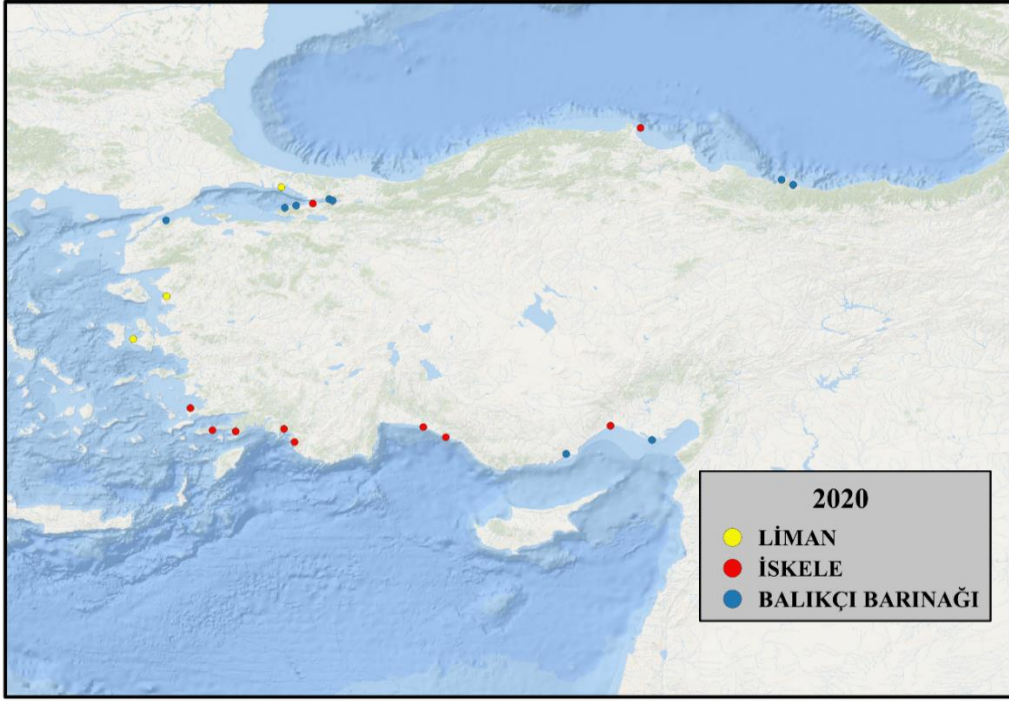
Şekil 50. 2018 yılında kıyıs al anlarda yapılan çalışmalar

Şekil 50’de 2018 yılında en fazla Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz’de iskele çalışmalarının yoğunluk gösterdiği belirlenmiştir. Bu kıyılardaki artışın sebebi öncelikli olarak turizm ve sanayi kentlerinde kıyıs al yapılaşmayla ilgili olacağı değerlendirilmektedir.



Şekil 51. 2019 yılında kıyıs al anlarda yapılan çalışmalar

Şekil 51’de bir önceki yıla oranda genel olarak kıyıs al anlardaki çalışmalarda azalma görülmüştür. İskele çalışmaları İstanbul ve Muğla bölgelerinde ağırlık kazanırken, tersane çalışması ise sadece İzmit bölgesinde sanayiden kaynaklı olabileceği tespit edilmiştir.

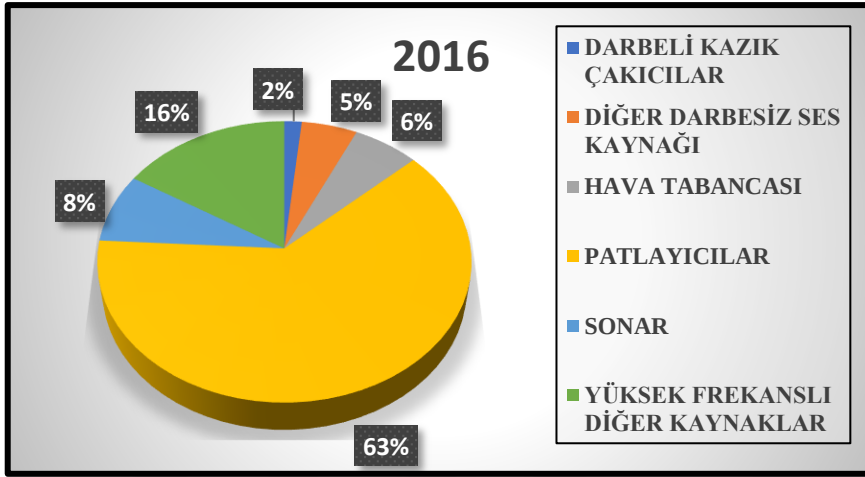


Şekil 52. 2020 yılında kıyısal alanlarda yapılan çalışmalar

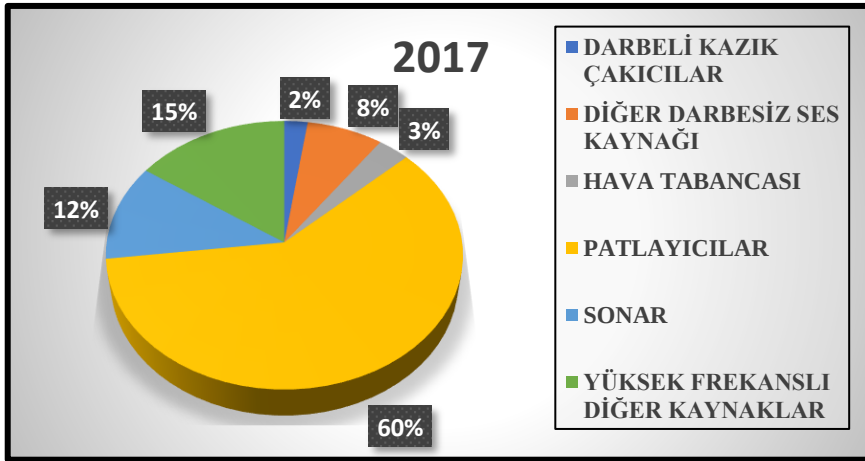
Şekil 52’de 2020 yılı diğer yıllar ile karşılaştırıldığında belirgin bir azalış olduğu gözlemlenmiştir. Akdeniz’de iskele çalışması Marmara Denizi’nde ise balıkçı barınağı çalışması ağırlıklıdır.

3.2. Denizel Alanlardaki Faaliyetler

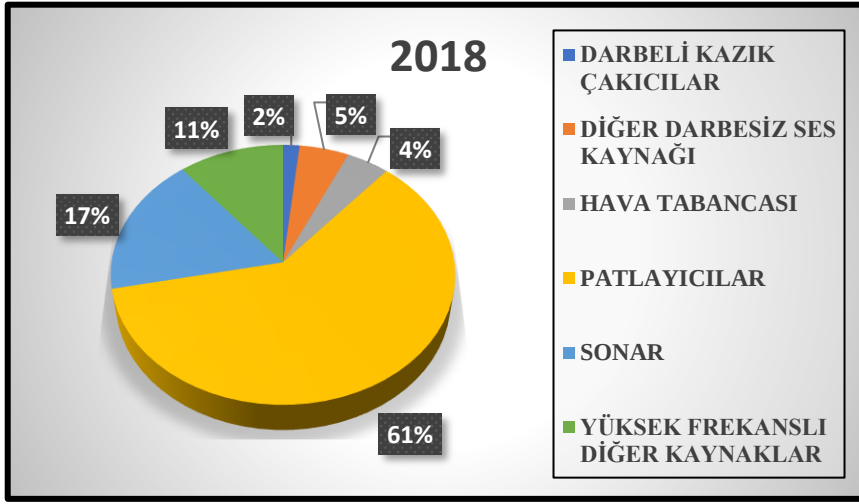
Denizel alanlardaki faaliyetler darbeli kazık çakıcılar, patlayıcılar, hava tabancası, sonar, diğer darbesiz ses kaynağı ve yüksek frekanslı diğer kaynaklar olarak 6 sınıfa ayrılmıştır. 2016 yılından 2020 yılına kadar denizlerimizde meydana gelen gürültü kaynaklı faaliyetlerdeki yıllık dalgalanmalar ve bu faaliyetlerin ilk olarak her bir faaliyet için o yıla ait verilen ilan sayılarını içeren yüzde grafikleri aşağıda sunulmuştur.



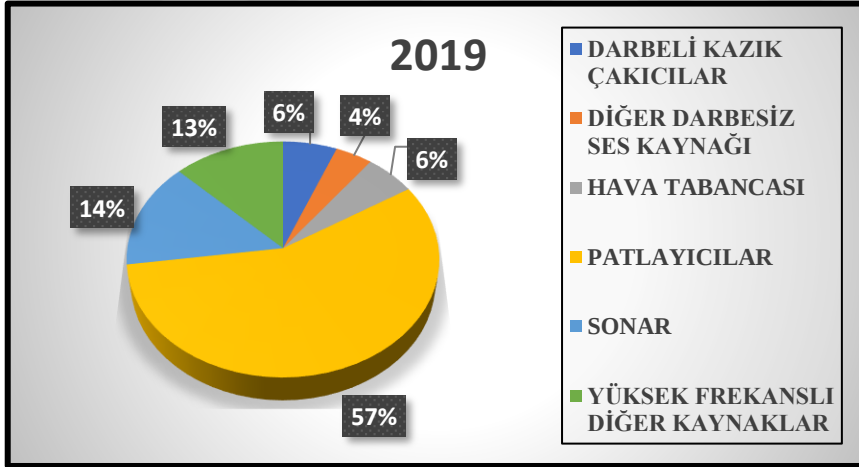
Şekil 53. 2016 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik



Şekil 54. 2017 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik

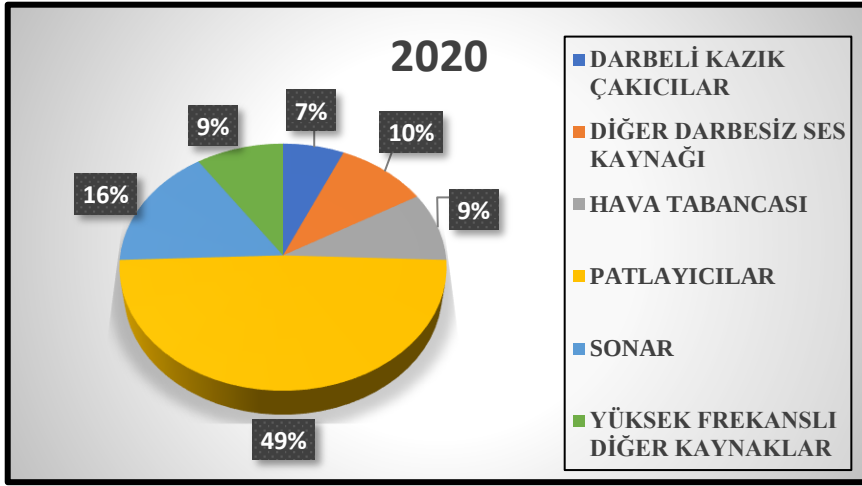


Şekil 55. 2018 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik



Şekil 56. 2019 yılında her bir faaliyet için verilen ilan sayısı oranını gösteren grafik

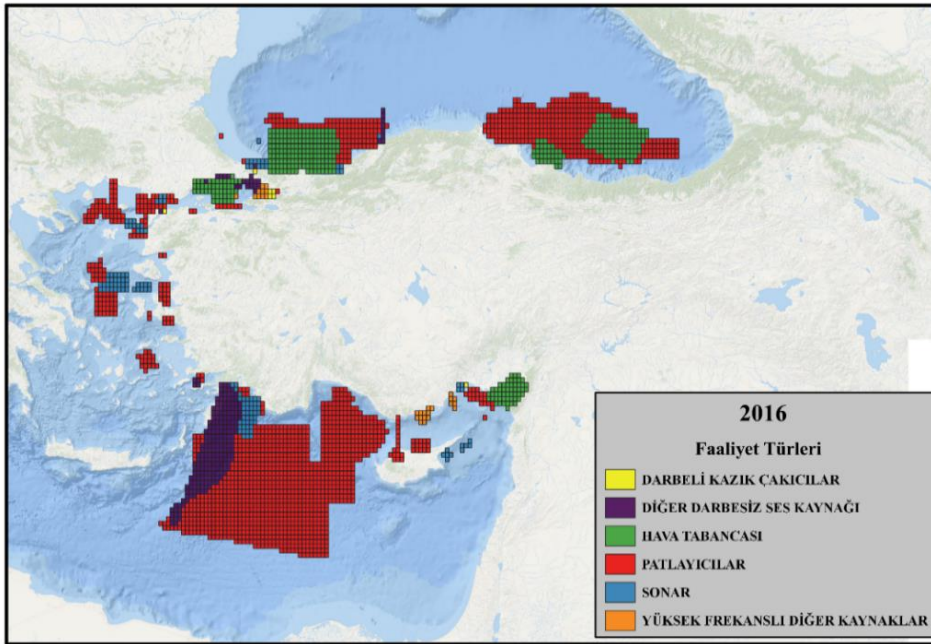
Şekil 56’da 2019 yılı da dahil olmak üzere en fazla ilan verilen ve denizel alanlarımızda en çok çalışılan faaliyet patlayıcılar sınıfıdır. En az orana sahip olan çalışma ise darbeli kazık çakıcılarıdır. Diğer faaliyetlerde de 2016, 2017 ve 2018 yılına oranla artış var iken sonar faaliyetinde bir önceki yıla göre azalış söz konusudur.



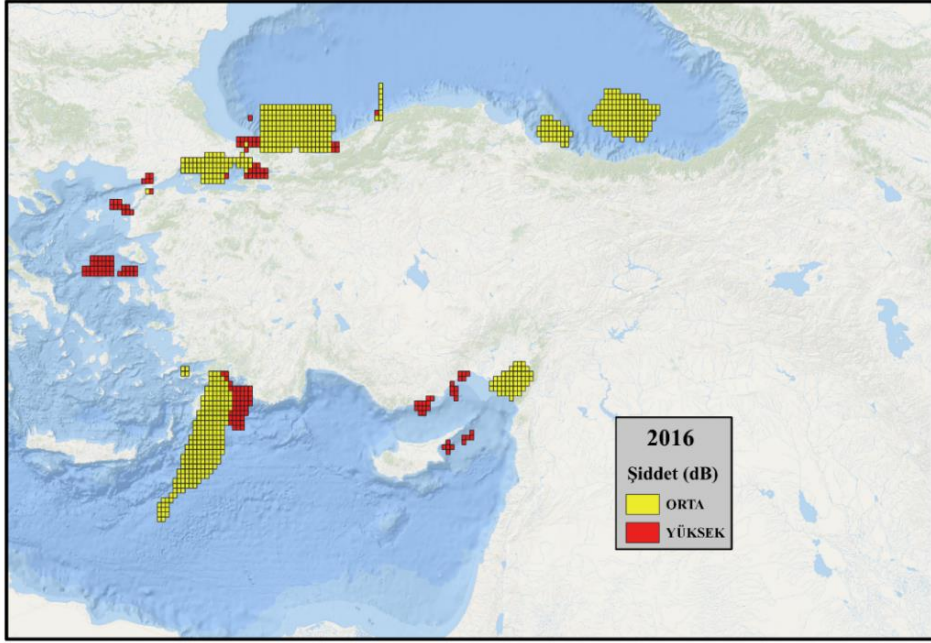
Şekil 57. 2020 yılında her bir faaliyet için çalışılma oranı gösteren grafik

Yukarıda her bir faaliyete ait verilen ilan sayısının oranları sayesinde o yıla ait hangi faaliyetin ağırlıklı olarak gerçekleştiğini tespit etmemize imkan sağlanmıştır. Bütün denizel alanlarımıza bakıldığında en fazla çalışmanın patlayıcılar sınıfında olduğu ve bunların neden olacağı gürültünün etkilerinin aslında bütün denizlerimizde çok büyük alanlar kaplayacağı tahmin edilmektedir.

Aşağıda bu denizel alanlardaki faaliyetlerin yıllara göre gerçekleştiği alanlar 1 km² lik gridlere ayrılarak ifade edilmiştir. Ardından o yıla ait meydana gelen ses basınç seviyeleri/şiddet haritalarla yorumlanmıştır.

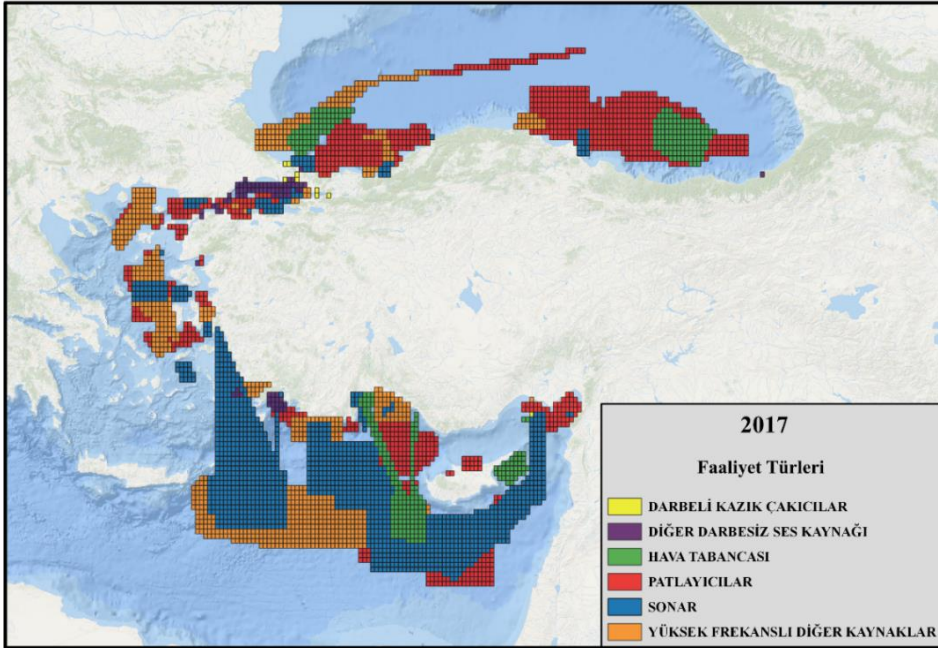


Şekil 58. 2016 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı

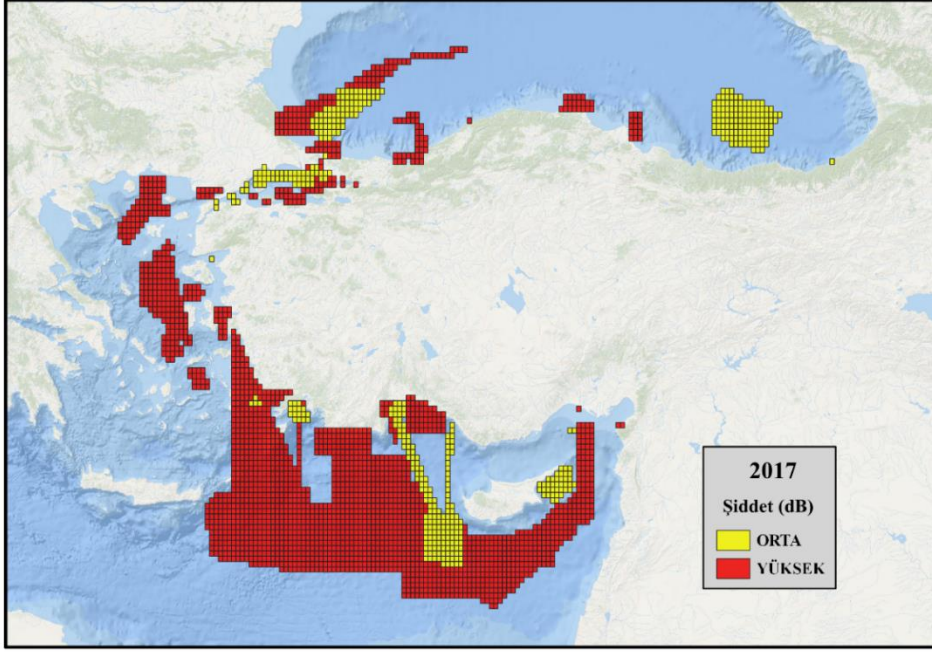


Şekil 59. 2016 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları

Şekil 59’da 2016 yılında oluşan gürültü kaynaklarında genel olarak orta ses basınç seviyesi gözlemlenmiştir. Yüksek ses basınç seviyesi alanlarının Marmara Denizi etrafında yoğunluk göstermesi bu bölgede icra edilen bilimsel araştırmalardan ve sanayi kesimine bağlı olarak kıyıda meydana gelen kazık çakma işlemlerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

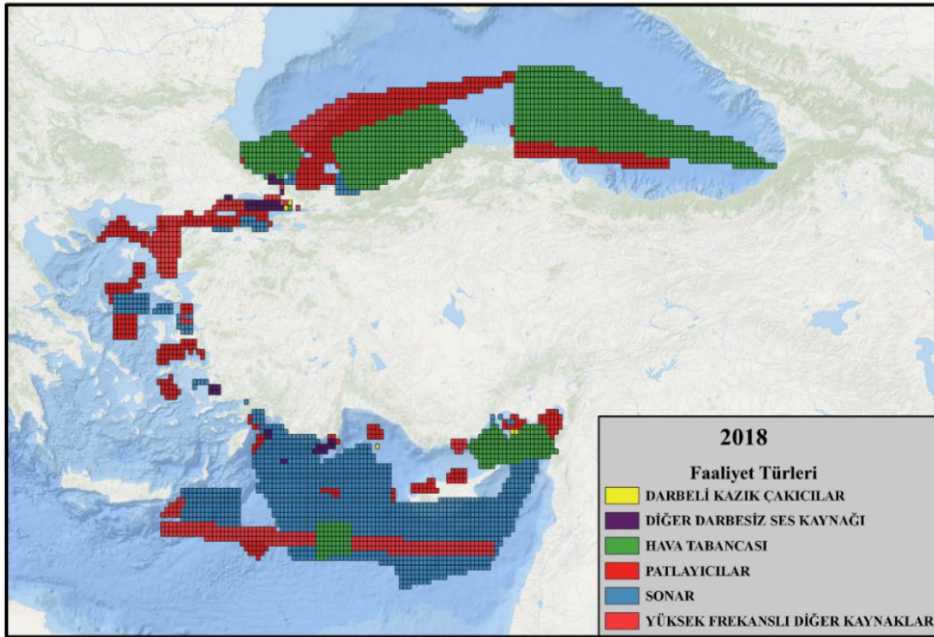


Şekil 60. 2017 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı

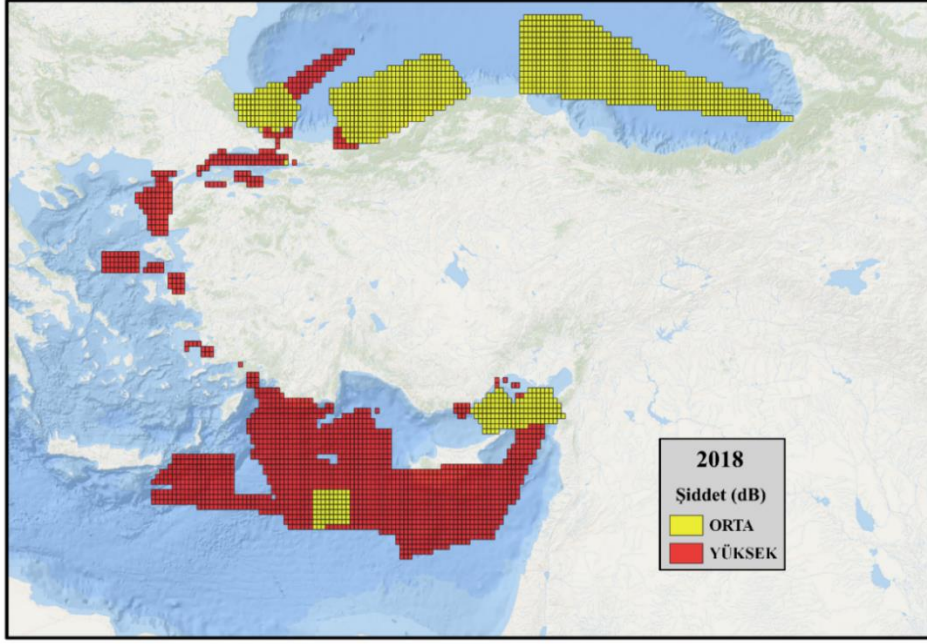


Şekil 61. 2017 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları

Şekil 61’de 2017 yılında oluşan gürültü kaynaklarında çoğunlukla yüksek ses basınç seviyesi değerlerine sahip alanların daha fazla yer kapladığı ve bu durum bu alanlarda artış gösteren sonar faaliyetleri ile ilişkilendirilmiştir. 2016 yılı ile kıyaslandığında Akdeniz’de sonar faaliyetlerinin ve yüksek ses basınç seviyesi alanlarının arttığı gözlemlenmiştir.

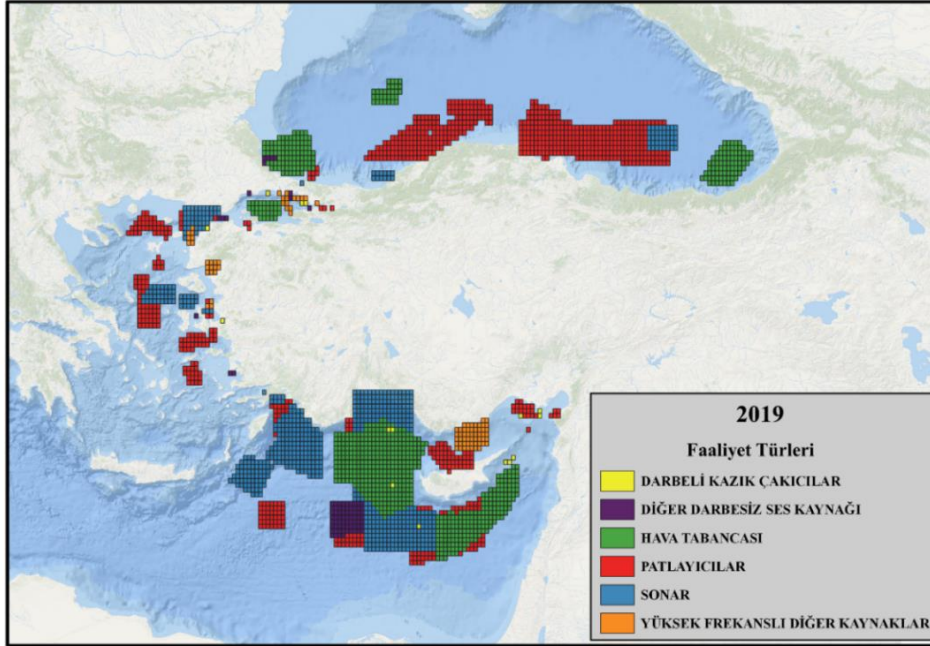


Şekil 62. 2018 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı

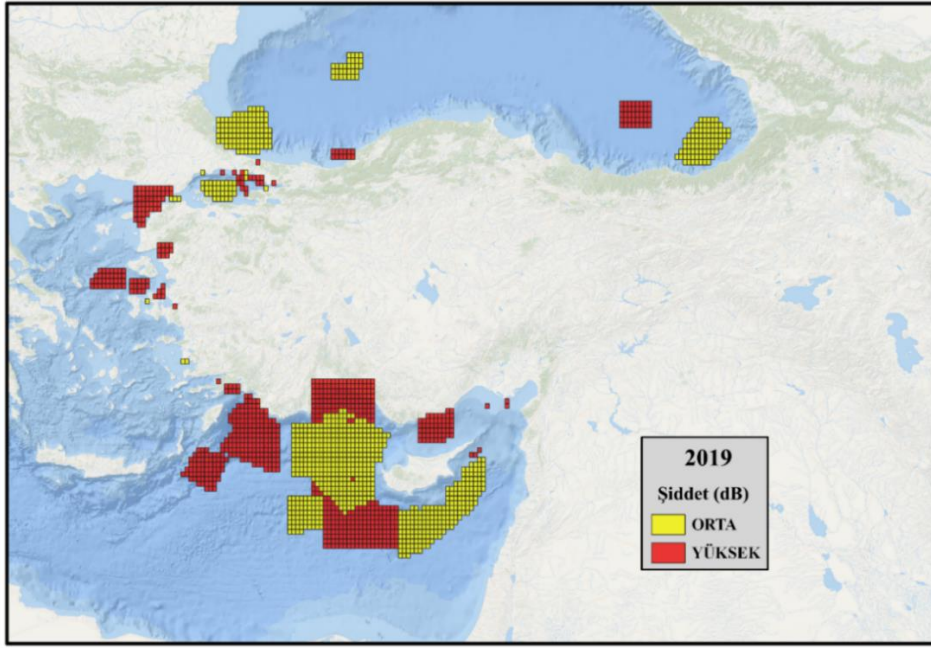


Şekil 63. 2018 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları

Şekil 63’de 2018 yılında oluşan gürültü kaynaklarında çoğunlukla Akdeniz’de yüksek ses basınç seviyesi değerlerine sahip alanlar daha fazla yer alırken Karadeniz’de orta ses basınç seviyesinde gürültü alanları oluşmuştur. Marmara Denizi ve Ege Denizi’nin tamamı için ise çoğunlukla yüksek ses basınç seviyeli gürültü alanların mevcuttur.

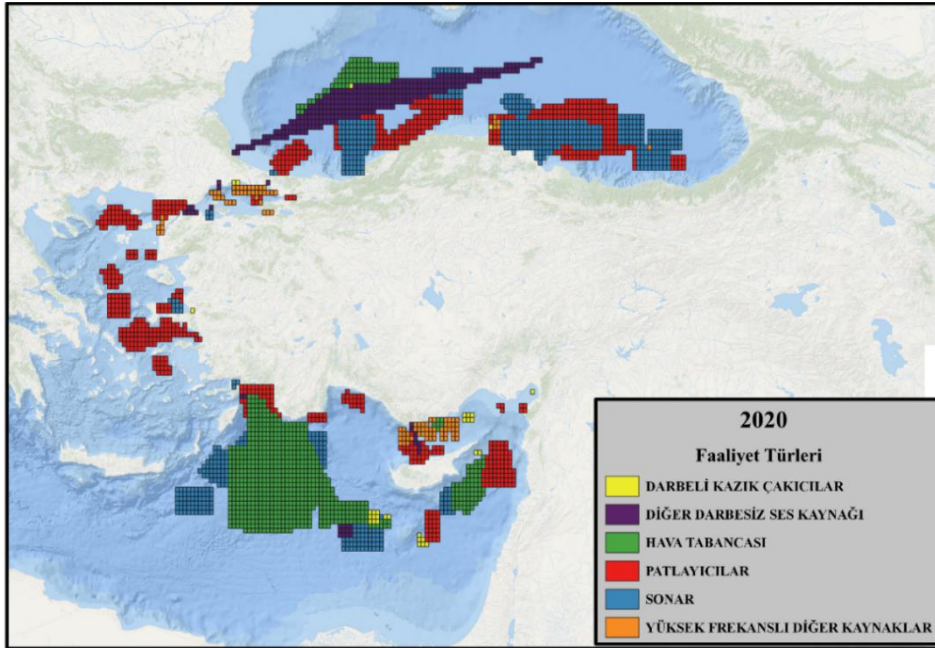


Şekil 64. 2019 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı

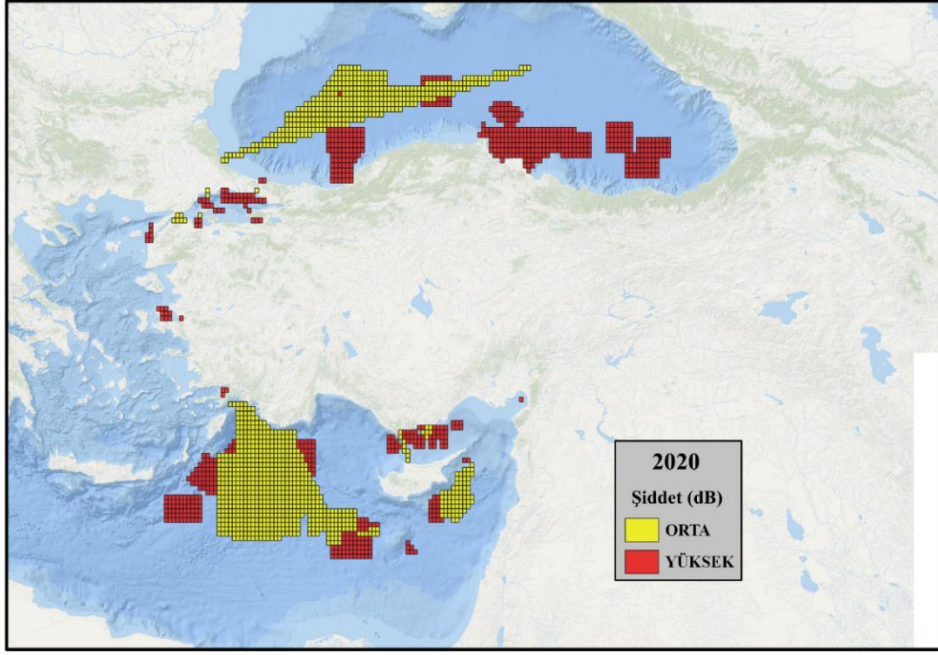


Şekil 65. 2019 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları

Şekil 65’de 2019 yılında oluşan gürültü kaynaklarında çoğunlukla Akdeniz’de büyük bir yüksek ses basınç seviyeleri tespit edilmiştir. Karadeniz’de orta şiddette ses basınç seviyeleri yer yer oluşmuştur. Marmara Denizi ve Ege Denizi için ise çoğunlukla yüksek şiddetli ses basınç seviyeleri mevcuttur.



Şekil 66. 2020 yılında denizel alanlardaki gürültü kaynaklarının dağılımı



Şekil 67. 2020 yılına ait çalışmaların oluşturduğu ses basınç seviyesi (SPL) dağılımları

Şekil 67’de 2020 yılında oluşan gürültü kaynaklarında çoğunlukla Akdeniz ve Karadeniz’i kaplayan yüksek şiddette ses basınç seviyeleri çoğunluktadır. Marmara Denizi ve Ege Denizi için ise çoğunlukla yüksek şiddette ses basınç seviyeleri daha az alanda oluşmuştur.

3.3. Denizel ve Kıyusal Alanların Karşılaştırılması

Türkiye Denizleri birbiri içerisinde denizel ve kıyusal alanlara göre karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Karadeniz’in denizel ve kıyusal alanları 5 yıllık periyotta karşılaştırıldığında; 2020 yılına kadar darbeli kazık çakıcı sınıfına ait çalışma görülmemiş olup 2020 yılında az bir alanda icra edilmiştir. Yine aynı şekilde diğer darbesiz ses kaynağı sınıfına ait çalışmalar 2020 yılına kadar yok iken 2020 yılında ani bir artış göstermiştir. Bu durum o bölge sualtı kablo veya boru hattı döşemeleriyle ilgili olacağı değerlendirilmektedir. Patlayıcılar sınıfı 2020 yılın kadar diğer denizlerimize oranla her yıl hemen hemen aynı yoğunlukta görülürken 2020 yılında azalış tespit edilmiştir. Hava tabancası sınıfına ait çalışmalar her yıl düzenli olarak varken sadece 2017 yılına ait bir çalışma tespit edilememiştir. Sonar sınıfı çalışmalara ait 2016 yılında faaliyet yapılmamış olup sonraki yıllarda belirli alanlarda icra edilmiştir. Yüksek frekanslı diğer kaynaklar sınıfında en fazla çalışma 2018 yılında yoğun olarak, 2017 ve 2019 yıllarında ise hiç görülmemiştir. Kıyusal alanlardaki çalışmalar da ise balıkçı barınağı faaliyeti her yıl gerçekleşmiştir. 2016 yılındaki çalışmalar diğer yıllara oranla fazladır. Bütün bu bilgilere

istinaden Karadeniz’de ağırlıklı olarak yüksek basınç seviyelerine sahip çalışmaların çoğunlukta olduğunu görmekteyiz.

Marmara Denizi’nin denizel ve kıyıs al anları 5 yıllık periyotta karşılaştırıldığında; her yıl darb eli kazık çakıcılar ve diğ er darbesiz ses kaynağı sınıflarına ait çalışmalar görülmüştür. Patlayıcılar sınıfındaki çalışmalar diğ er denizlerle karşılaştırıldığında her yıl tespit edilse dahi daha az alanlara sahiptir. Hava tabancası sınıfında ise 2020 yılına kadar küçük bir bölgede görölürken 2020 yılında gözlemlenmemiştir. Sonar faaliyetleri ise 2016-2017-2018 yıllarında az bir alanda gerçekleşmiş olup 2019 ve 2020 yıllarında yoktur. Yüksek frekanslı diğ er kaynaklar sınıfında ise bütün yıllarda hemen hemen çalışma icra edilmiştir. Marmara Denizi’nde kıyıs al anlarda her yıl bütün faaliyetler gözlemlenmiş olup, bu durum Marmara Denizi için yüksek ses basınç seviyeleri olarak yorumlamamıza neden olur.

Ege Denizi’nin denizel ve kıyıs al anları 5 yıllık periyotta karşılaştırıldığında; darb eli kazık çakıcılar, diğ er darbesiz ses kaynağı ve hava tabancası sınıfına ait çalışmalar gözlemlenmemiştir. Patlayıcılar sınıfına ait ise her yıl yoğun olarak çalışmalar yapılmıştır. Sonar çalışmaları her yıl hemen hemen aynı dağılımı gösterirken, yüksek frekanslı diğ er ses kaynaklarına ait 2018 yılında çalışma tespit edilememişken, diğ er yıllarda belirli dağılımlarda görülmüştür. Ege Denizi’nin kıyıs al anlarında çoğunlukla liman ve iskele çalışmaları her yıl gözlemlenmiştir. Tüm bu durumlar karşısında düşük ses basınç seviyesi alanları görölmemişken, yüksek ses basınç seviyesine sahip alanlar çoğunlukta dır.

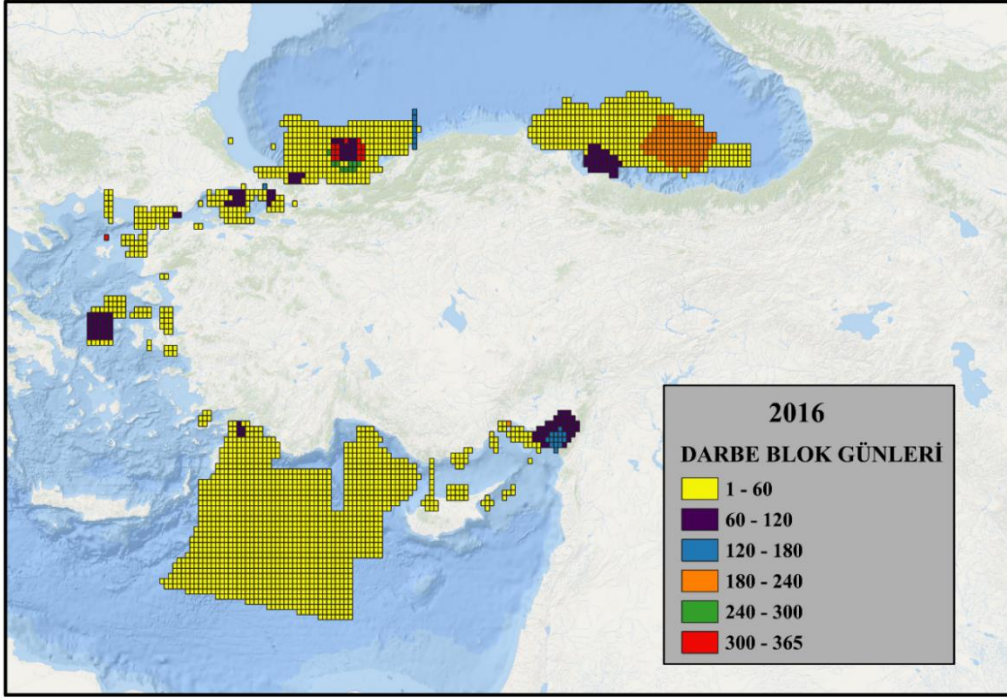
Akdeniz’in denizel ve kıyıs al anları 5 yıllık periyotta karşılaştırıldığında; darb eli kazık çakıcılar sınıfı 2018 yılı itibariyle gözlemlenmiş olup diğ er darbesiz ses kaynağı sınıfına ait çalışmalar her yıl tespit edilmiştir. Patlayıcılar sınıfı faaliyetler 2016 yılında daha yoğunken diğ er yıllarda azalışlar göstermiştir. Hava tabancası çalışmaları bütün yıllarda Karadeniz’de olduğı gibi yoğun alanlarda gerçekleşmiştir. Sonar ve yüksek frekanslı diğ er kaynaklar sınıfı faaliyetleri 2016 yılında itibaren diğ er tüm yıllarda artış göstererek ilerlemiştir. Akdeniz’in kıyıs al anlarında 2016 ve 2018 yıllarında yoğun olarak iskele ve liman çalışmaları görölümüştür.

Sonuç olarak yüksek basınç seviyelerine sahip faaliyetlerin yoğunluğu bütün denizlerimizde görölürken patlayıcılar, hava tabancası, yüksek frekanslı diğ er kaynaklar sıklıkla çalışılan faaliyetler olmuştur.

3.4. Darbe Blok Günleri

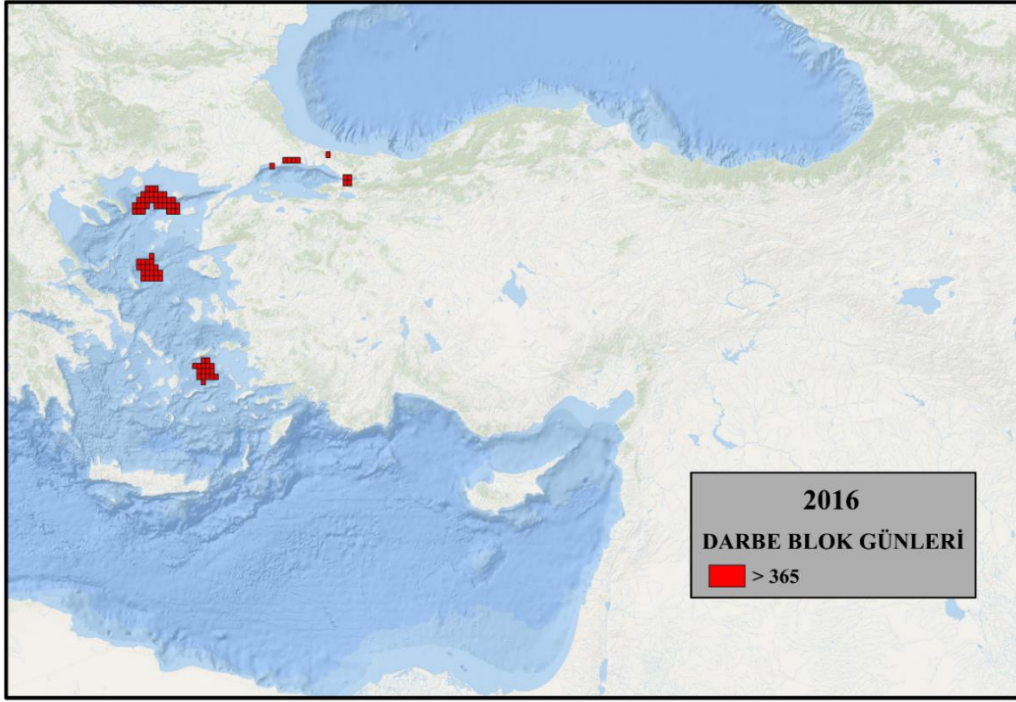
Bu değerlendirme basınca dayalıdır ve darbeli ses kaynaklarının dağılımını açıklar. Darbe blok günlerinin kullanımı, oluşturduğumuz veri tabanındaki faaliyetler ile bu değerlendirme için elde edilen haritalar arasında bir bağlantı sağlar. Değerlendirme, deniz hayvanlarının potansiyel olarak etkilenmiş olabileceği kaynakların konumlarını da vurgulamaktadır, ancak etkilerin ortaya çıkması deniz organizmalarının dağılımına ve sese maruz kalma duyarlılıklarına da bağlı olacaktır. 2016-2020 yıllarını ait darbe blok günleri oluşturulurken o yıla ait faaliyetlerin bitiş ve başlangıç zamanları bilindiği için toplam çalışma gün sayıları hesaplanabilmiştir. Bazı faaliyetler için özellikle de patlayıcılar sınıfına dahil ettiğimiz atış eğitimi faaliyetleri 365 gün ya da o bölgede icra edilenlerin toplamları 365 günden daha uzun sürdüğü gözlemlenmiştir. Bunun nedeni oradaki faaliyetin kesintisiz sürdüğü zaman dilimi olarak değil, askeri tatbikatların gizlilik derecelerinden dolayı denizcilere ilanlarda duyuru yapılırken çok geniş bir zaman periyodu olarak ifade edilmesinden kaynaklı olarak gün sayılarının fazla olduğu tespit edilmiştir. Oysaki oldukça fazla görünen bu gün sayılarının aslında faaliyetin gerçekleştiğini belirtilen gün sayısının %5 kadar bir çalışma olabileceği değerlendirilmektedir.

Aşağıda her bir yıl için oluşturulmuş darbe blok günlerinin denizel alanlarımızdaki dağılımlarını içeren haritalar ve bu faaliyetlerin toplam gün sayılarını içeren grafikler sunulmuştur.



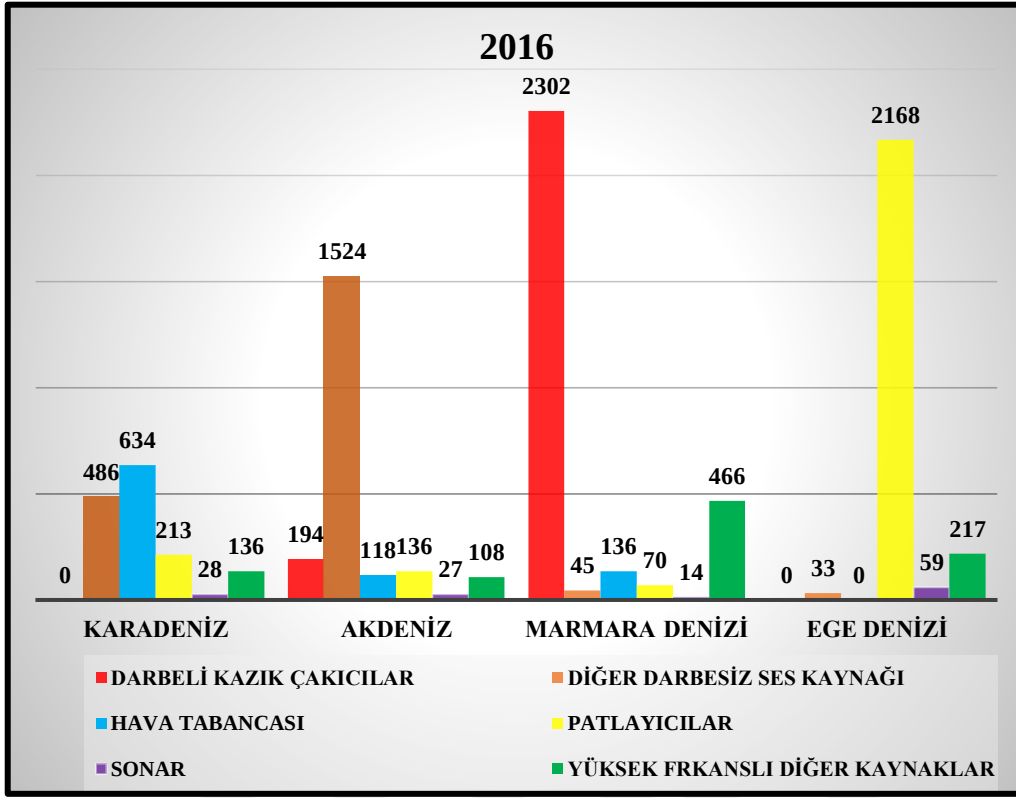
Şekil 68. 2016 yılına ait darbe blok günleri

Şekil 68 ‘de ifade edildiği gibi 2016 yılında denizel ve kıyısal alanlarımızda çoğunlukla 1 ile 60 gün arasında süren çalışmaların yapıldığı alanların çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalar özellikle Akdeniz’de daha fazla icra edilmiştir. Bu çalışmaların Akdeniz’de yoğunlaşmasının sebebi ise bu yıla ait patlayıcılar faaliyetindeki artışlar olarak görülmüştür. 240 gün ve üzeri günleri aşan çalışma alanları ise oldukça azdır.



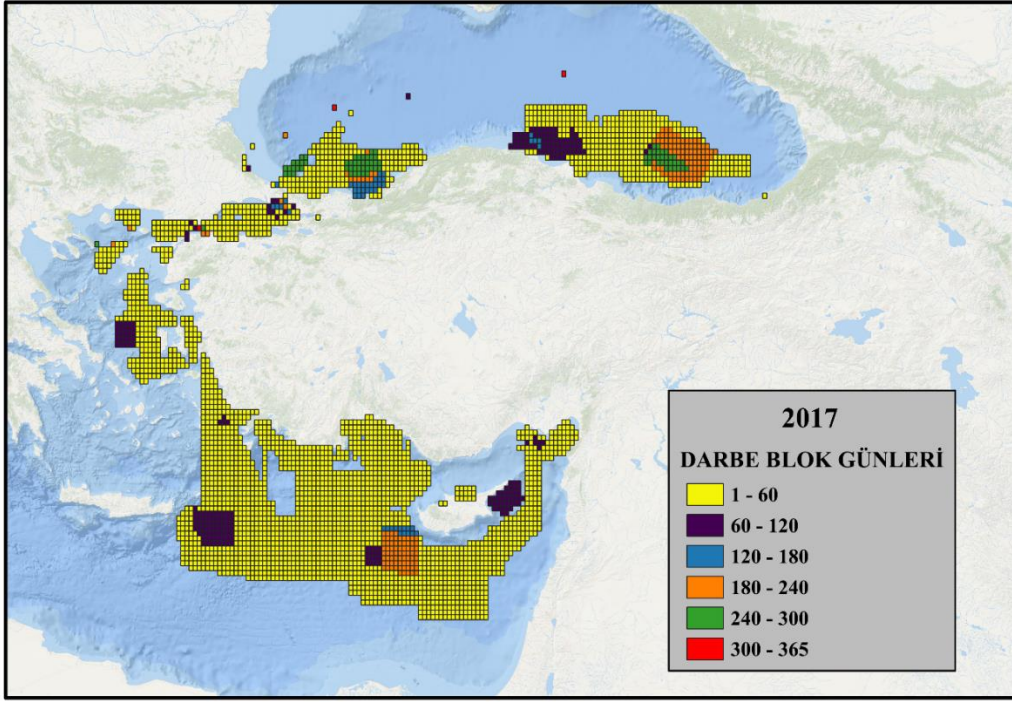
Şekil 69. 2016 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri

Şekil 69’da gösterilen alanlarda süren faaliyetler çoğunlukla patlayıcılar sınıfında yer alan ve askeri gizlilik derecesinden dolayı faaliyetin tam olarak başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirtilmeyip uzun bir takvim aralığında belirtilmesinden kaynaklı olarak 1 yılı aşan sürelerde ifade edilmiştir. Diğer faaliyetlerle karşılaştırıldığında bu uzun periyotlarda çalışmanın sürdüğü zaman aralığının toplam gün sayısının %5’i kadar olabileceği değerlendirilmektedir. 2016 yılı için bu alanlar Ege Denizi’nde yoğunlaşmıştır.



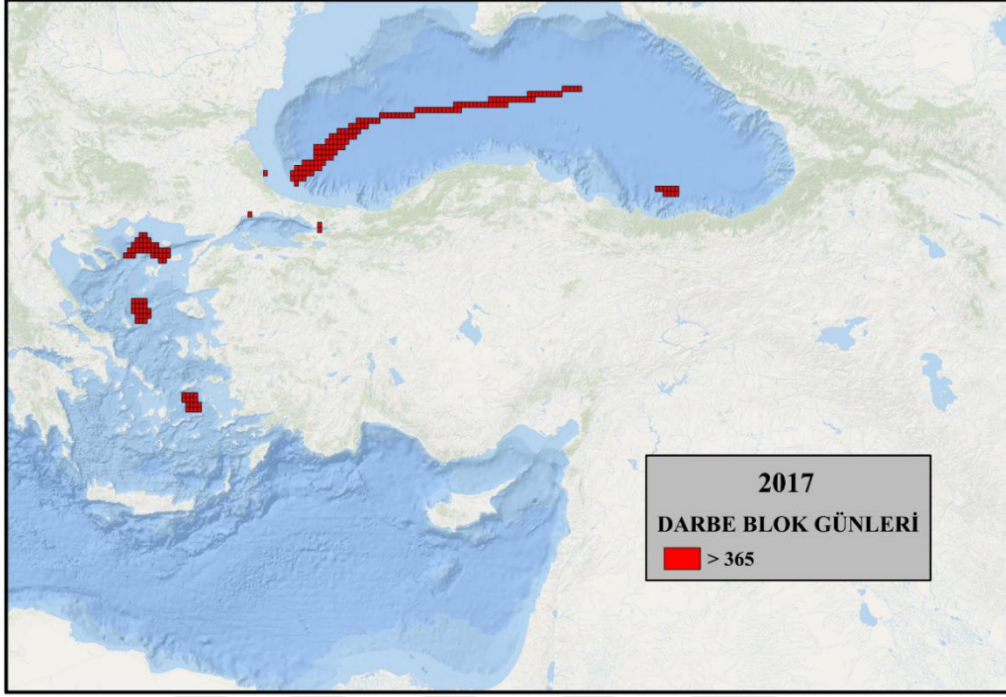
Şekil 70. 2016 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları

Şekil 70 'deki sütun grafiği 2016 yılında Karadeniz, Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde her bir faaliyetin sürdüğü toplam gün sayısını ifade etmektedir. 365 günden daha fazla sayıda günün yer alması bazı faaliyetlerin başlayış ve bitiş tarihlerinin uzun zaman aralığında devam ediyor olmasından kaynaklıdır. Darbeli kazık çakıcılar faaliyeti diğer denizlerimize oranla Marmara Denizi'nde belirgin bir artış göstermiştir. Bunun nedeninin o bölgede uzun süreli bir çalışmasının devam etmesinden kaynaklı olacağı tahmin edilmektedir. Patlayıcılar sınıfı faaliyetin ise en fazla Ege Denizi'nde yoğunlaşması bu bölgedeki askeri çalışmaların artışı dolayısıyla olacağı değerlendirilmektedir. Karadeniz'de bütün faaliyetlerin gün sayısında hemen hemen yakın bir dağılım görülürken, Akdeniz'de en fazla çalışma gününü diğer darbesiz ses kaynağı faaliyetleri içermiştir.



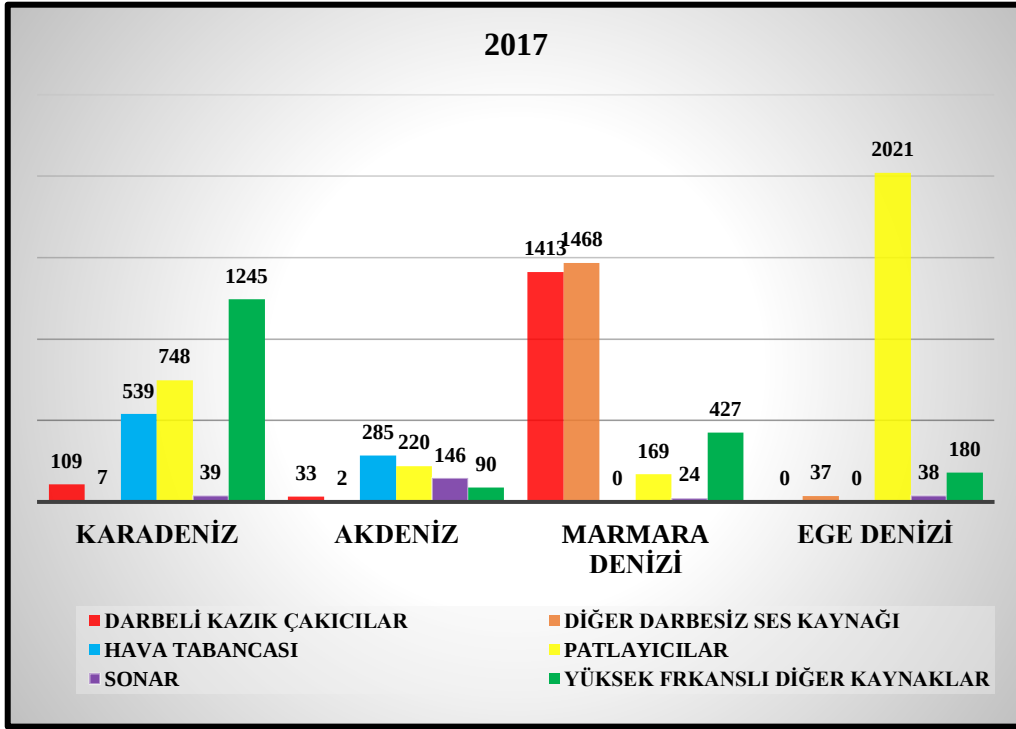
Şekil 71. 2017 yılına ait darbe blok günleri

Şekil 71 'de ifade edildiği gibi 2017 yılında denizel ve kıyısal alanlarımızda çoğunlukla 1 ile 60 gün arasında süren çalışmalar yapıldığı alanlar 2016 yılına göre Akdeniz ve Ege Denizi'nde artış göstermiştir. Çoğu çalışma alanları 300 günün altında kalırken, Marmara Denizi'nde küçük bir alanda 300 gün ve üzerinde çalışmalar icra edilmiştir.



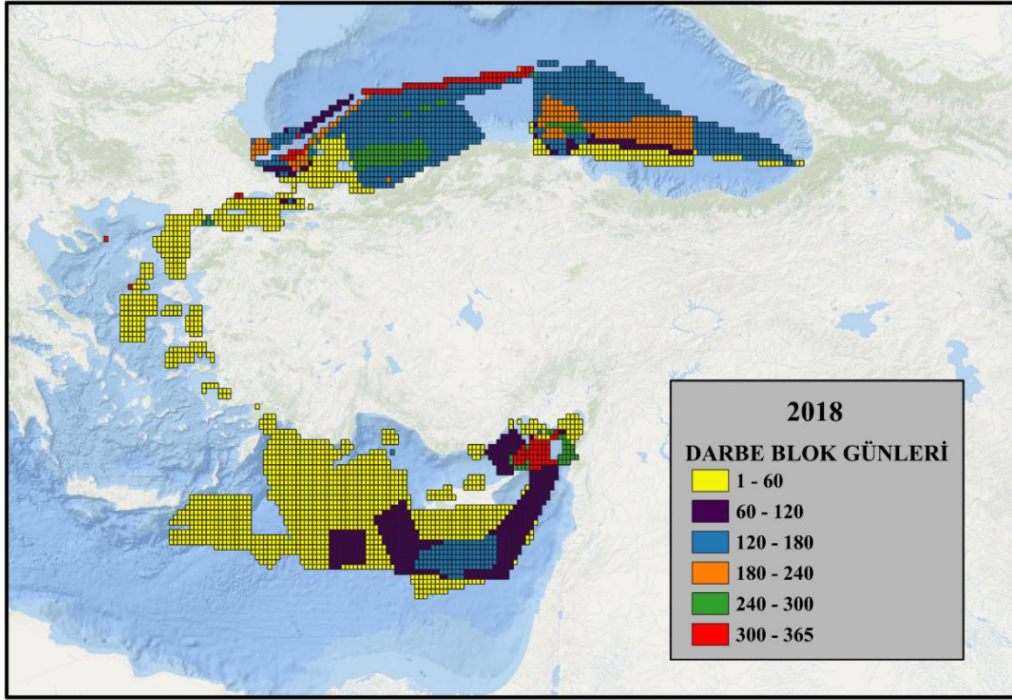
Şekil 72. 2017 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri

Şekil 72’de gösterilen alanlarda süren faaliyetler çoğunlukla patlayıcılar sınıfında yer alan ve askeri gizlilik derecesinden dolayı faaliyetin tam olarak başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirtilmeyip uzun bir takvim aralığında belirtilmesinden kaynaklı olarak 1 yılı aşan sürelerde ifade edilmiştir. Diğer faaliyetlerle karşılaştırıldığında bu uzun periyotlarda çalışmanın sürdüğü zaman aralığının toplam gün sayısının %5’i kadar olabileceği değerlendirilmektedir. 2017 yılı için bu alanlar Karadeniz’de belirgin bir artış göstermiştir. Bunun sebebi ise bu bölgede patlayıcılar ve yüksek frekanslı diğer kaynaklarla ilgili uzun süreli çalışmaların yapıldığı alanlar olarak tespit edilmiştir.



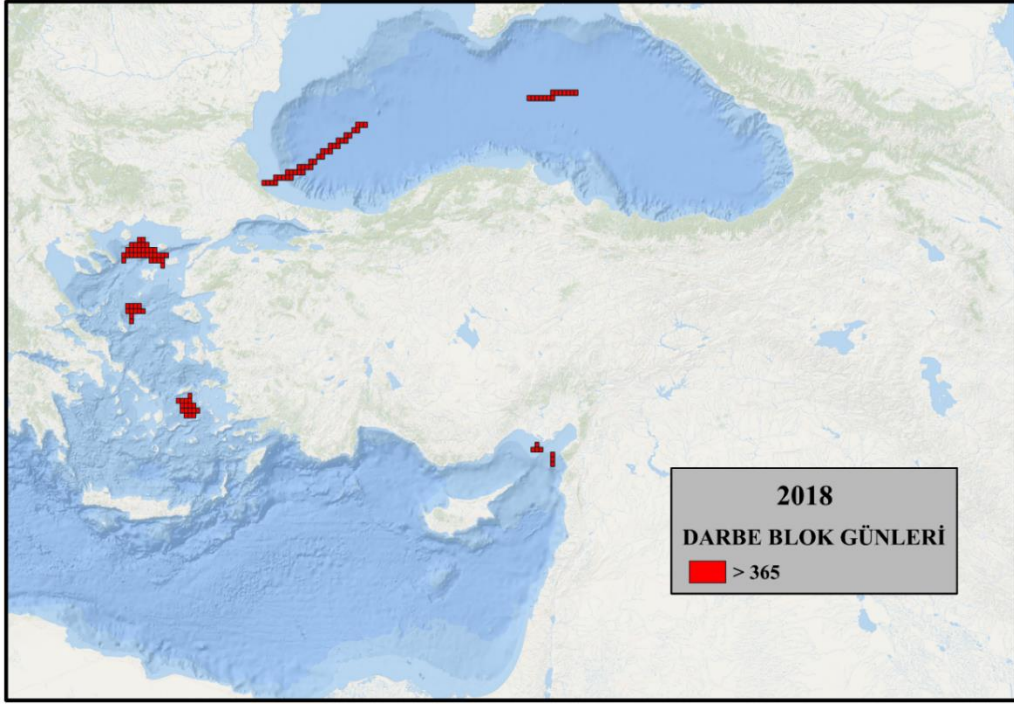
Şekil 73. 2017 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları

Şekil 73 'deki sütun grafiği 2017 yılında Karadeniz, Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde her bir faaliyetin sürdüğü toplam gün sayısını ifade etmektedir. 365 günden daha fazla sayıda günün yer alması bazı faaliyetlerin başlayış ve bitiş tarihlerinin uzun zaman aralığında devam ediyor olmasıdır. 2017 yılı için patlayıcılar sınıfı bir önceki yılda olduğu gibi yine en fazla Ege Denizi'nde çalışılmıştır. Marmara Denizi'nde ise darbeli kazık çakıcılar faaliyeti önceki yıla oranla hala fazla iken diğer darbesiz ses kaynakları sınıfı belirgin bir artış göstermiştir. Genel olarak Akdeniz'de önceki yıla göre bütün faaliyetlerin gün sayılarında azalma tespit edilmiştir.



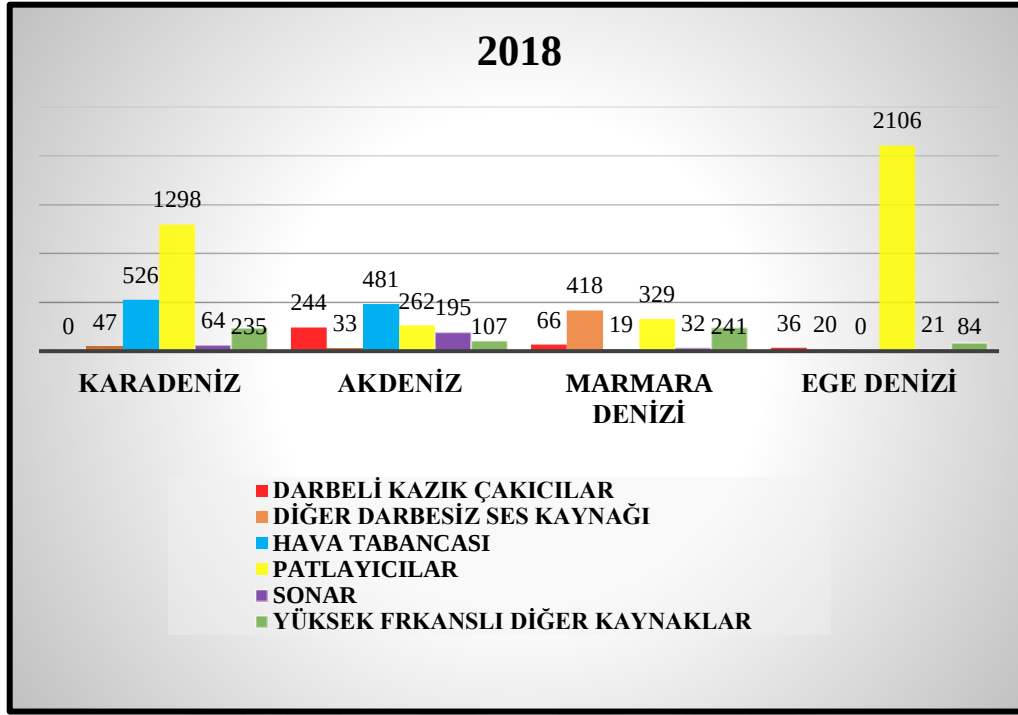
Şekil 74. 2018 yılına ait darbe blok günleri

Şekil 74 'de ifade edildiği gibi 2018 yılında denizel ve kıyısal alanlarımızda çoğunlukla 1 ile 60 ve 120 ile 180 gün arasında süren çalışmaların yapıldığı alanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Özellikle Karadeniz için artan bir darbe blok gün alanları mevcuttur. Bunun sebebi ise Karadeniz’de gerçekleştirilen sismik çalışma faaliyetlerinin 2018 yılında gösterdiği artış olarak değerlendirilmektedir. 300 gün ve üzeri çalışmalar ise Marmara Denizi’nde küçük bir alanda icra edilmiştir.



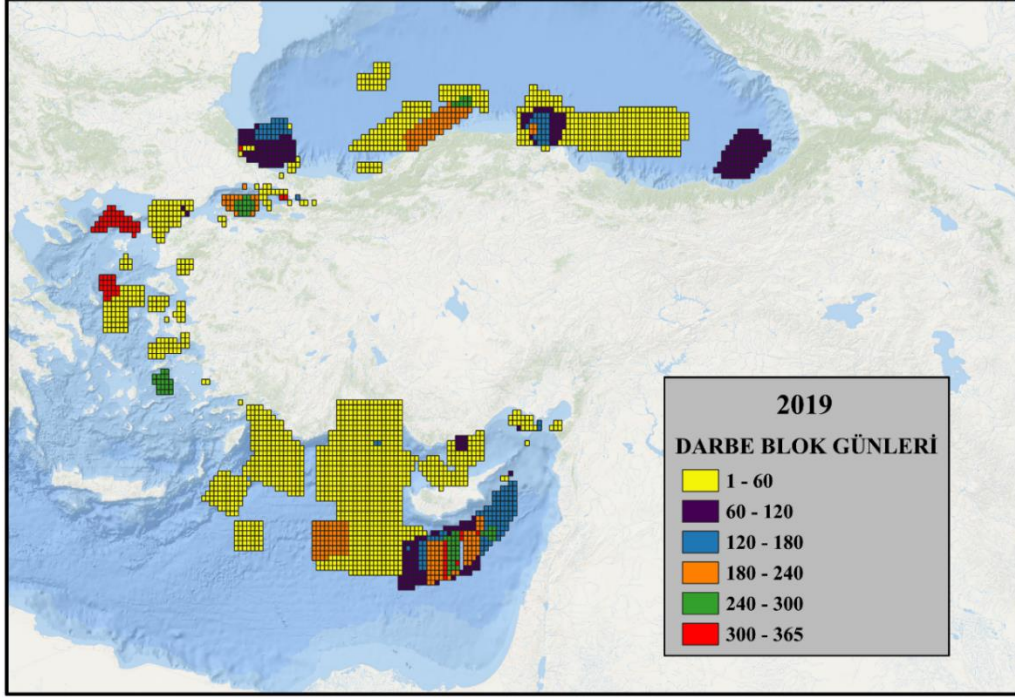
Şekil 75. 2018 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri

Şekil 75’de gösterilen alanlarda süren faaliyetler çoğunlukla patlayıcılar sınıfında yer alan ve askeri gizlilik derecesinden dolayı faaliyetin tam olarak başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirtilmeyip uzun bir takvim aralığında belirtilmesinden kaynaklı olarak 1 yılı aşan sürelerde ifade edilmiştir. Diğer faaliyetlerle karşılaştırıldığında bu uzun periyotlarda çalışmanın sürdüğü zaman aralığının toplam gün sayısının %5’i kadar olabileceği değerlendirilmektedir. 2018 yılı için bu alanlar Karadeniz ve Ege Denizi’nde dağılım göstermektedir. Bu dağılımın nedeni ise o yıla ait patlayıcılar sınıfı faaliyetinin 1 yıldan daha uzun sürdüğü gözlemlenmiştir.



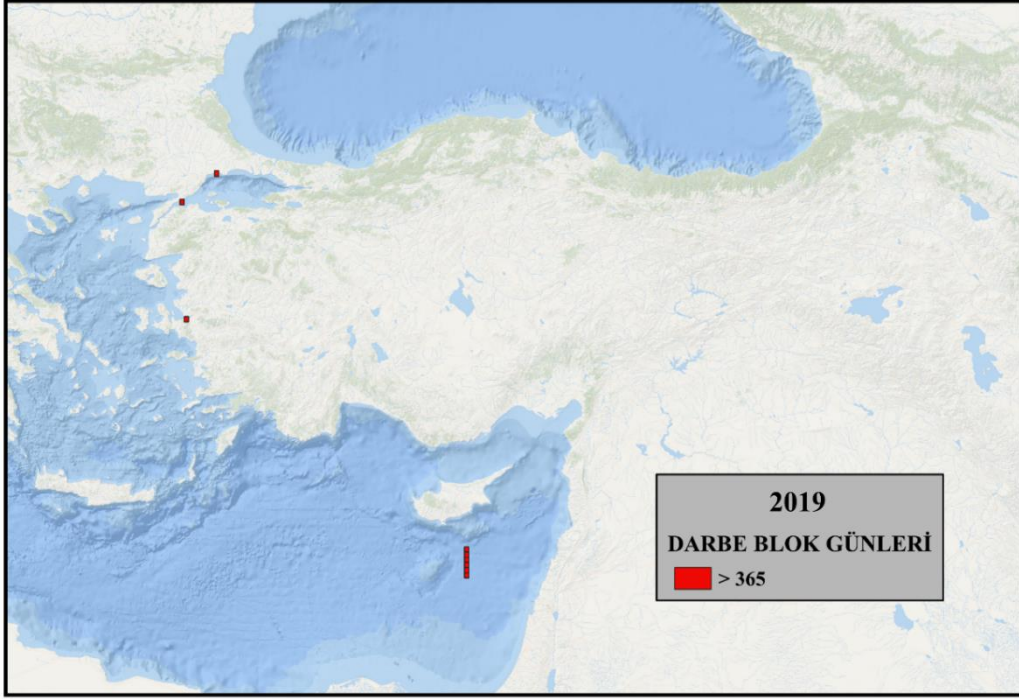
Şekil 76. 2018 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları

Şekil 76'daki sütun grafiği 2018 yılında Karadeniz, Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde her bir faaliyetin sürdüğü toplam gün sayısını ifade etmektedir. 365 günden daha fazla sayıda günün yer alması bazı faaliyetlerin başlayış ve bitiş tarihlerinin uzun zaman aralığında devam ediyor olmasıdır. 2018 yılı için Ege Denizi'nde patlayıcılar faaliyetinde gün sayısındaki fazlalık devam ederken, diğer faaliyet orandaki oldukça azalmıştır. Karadeniz için ise patlayıcılar sınıfında belirgin bir artış olmuştur. Muhtemel artışın yine patlayıcılar sınıfından kaynaklı askeri faaliyetleri içerdiği tespit edilmiştir. Akdeniz ve Marmara Denizi için gün dağılımları daha orantılı devam etmiştir.



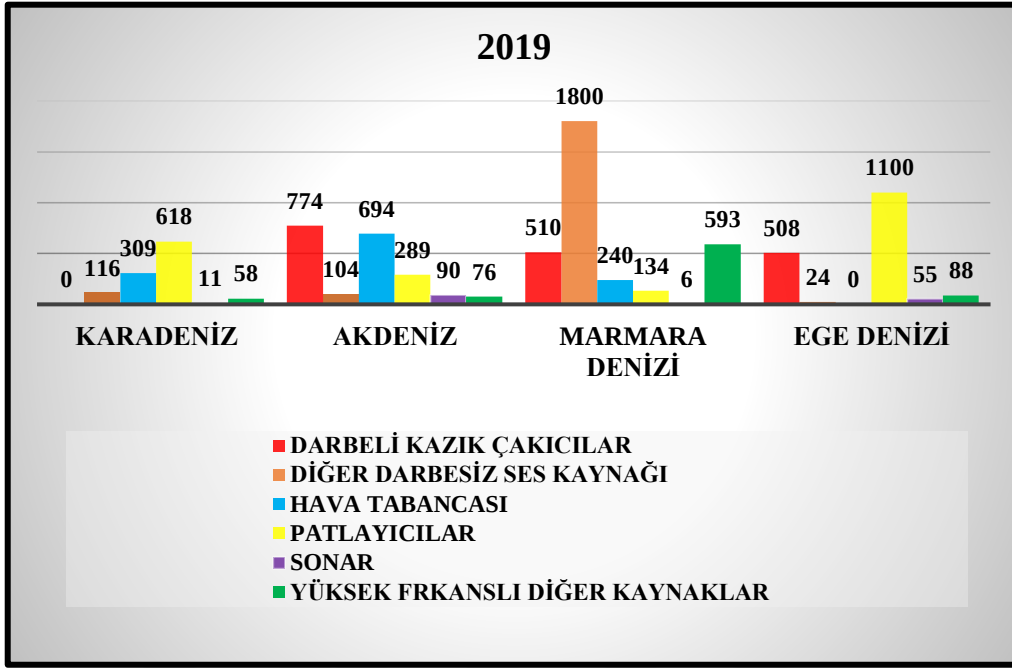
Şekil 77. 2019 yılına ait darbe blok günleri

Şekil 77 'de ifade edildiği gibi 2019 yılında denizel ve kıyısal alanlarımızda çoğunlukla 1 ile 60 gün arasında süren çalışmaların yapıldığı alanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Özellikle Akdeniz ve Karadeniz için darbe blok gün alanları içiçe geçmiş durumda ve neredeyse 1 günden 365 güne kadar süren bütün faaliyetleri kapsamaktadır.



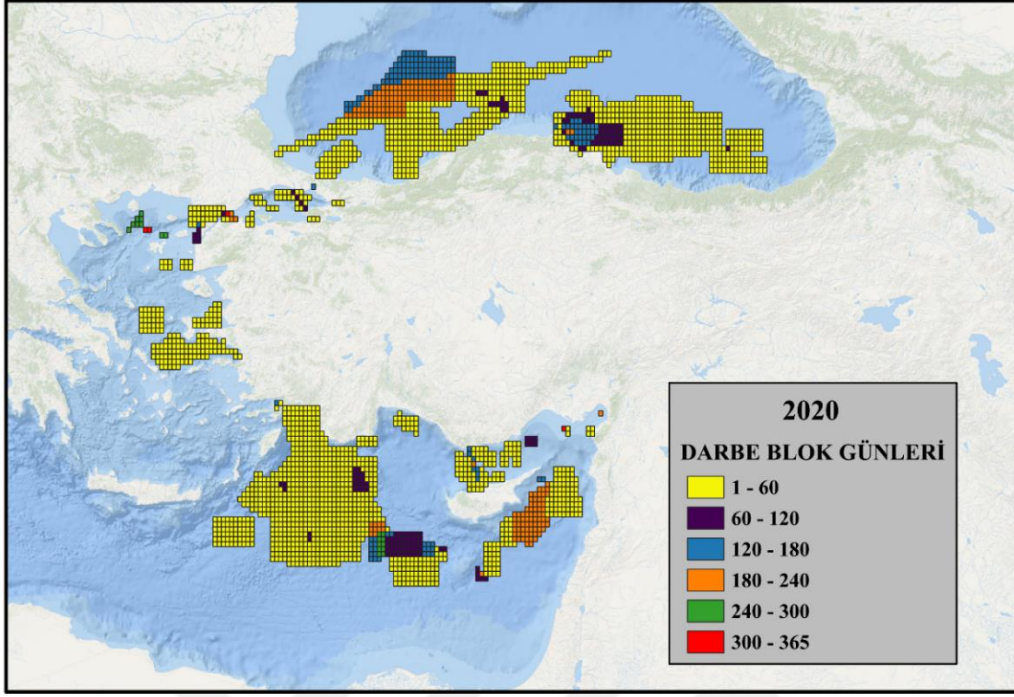
Şekil 78. 2019 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri

Şekil 78’de gösterilen alanlarda süren faaliyetler çoğunlukla patlayıcılar sınıfında yer alan ve askeri gizlilik derecesinden dolayı faaliyetin tam olarak başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirtilmeyip uzun bir takvim aralığında belirtilmesinden kaynaklı olarak 1 yılı aşan sürelerde ifade edilmiştir. Diğer faaliyetlerle karşılaştırıldığında bu uzun periyotlarda çalışmanın sürdüğü zaman aralığının toplam gün sayısının %5’i kadar olabileceği değerlendirilmektedir. 2019 yılı için bu alanlar yok denecek kadar azalmıştır. Akdeniz ve Ege Denizi’nde küçük bir alanda 1 yılı aşan darbe blok günleri tespit edilmiştir. Bu durum deniz hayatı için oldukça olumlu olarak değerlendirilebilir.



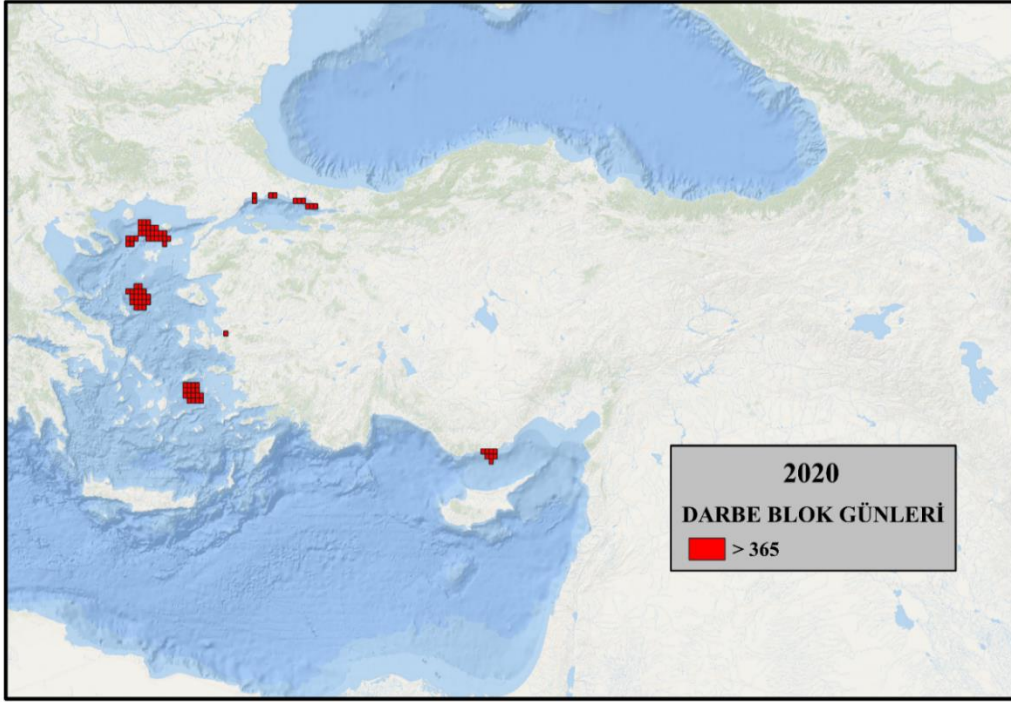
Şekil 79. 2019 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları

Şekil 79'daki sütun grafiği 2019 yılında Karadeniz, Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde her bir faaliyetin sürdüğü toplam gün sayısını ifade etmektedir. 365 günden daha fazla sayıda günün yer alması bazı faaliyetlerin başlayış ve bitiş tarihlerinin uzun zaman aralığında devam ediyor olmasıdır. Marmara Denizi'nde bir önceki yıla oranla diğer darbesiz ses kaynağı faaliyetinde ani bir artış olmuştur. Bu artış bu alanda muhtemel uzun süreli bir çalışmanın icra edileceğini göstermektedir. Ege Denizi ve Karadeniz için önceki yıllarda en yüksek oranları gören patlayıcılar faaliyetinde 2019 yılında azalışlar gözlemlenmiştir.



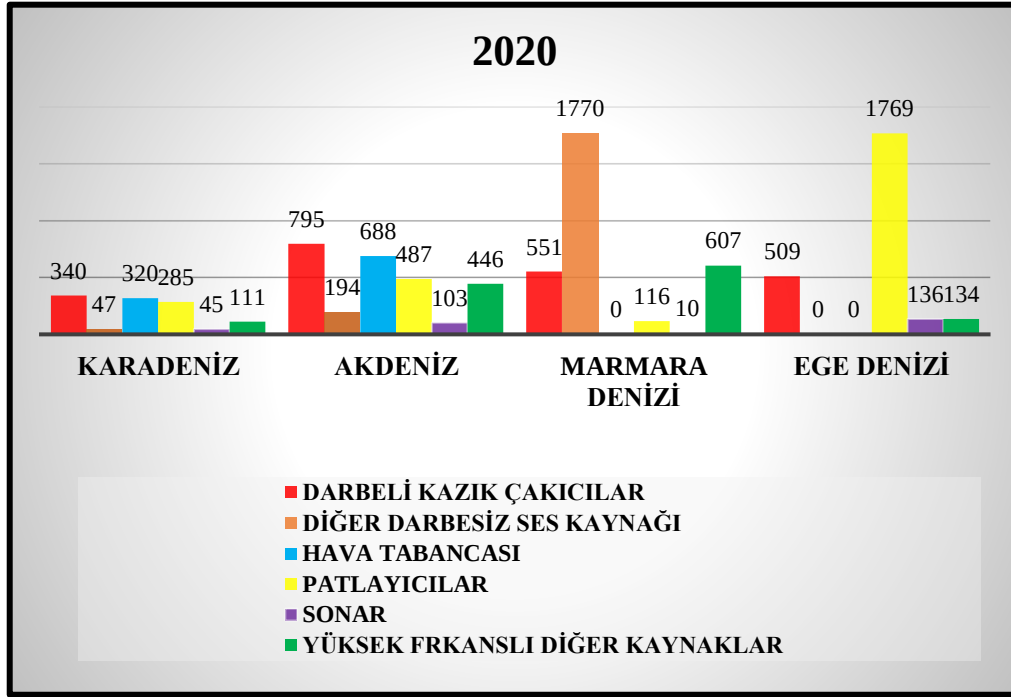
Şekil 80. 2020 yılına ait darbe blok günleri

Şekil 80 'de ifade edildiği gibi 2020 yılında denizel ve kıyısal alanlarımızda çoğunlukla 1 ile 60 gün arasında süren çalışmaların yapıldığı alanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Darbe blok günleri Akdeniz ve Karadeniz'de yoğunluk göstermesine rağmen genel olarak 240 gün ve üzerinde çalışmalar yok denecek kadar azalmıştır.



Şekil 81. 2020 yılında 1 yıldan daha uzun süre devam eden darbe blok günleri

Şekil 81’de gösterilen alanlarda süren faaliyetler çoğunlukla patlayıcılar sınıfında yer alan ve askeri gizlilik derecesinden dolayı faaliyetin tam olarak başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirtilmeyip uzun bir takvim aralığında belirtilmesinden kaynaklı olarak 1 yılı aşan sürelerde ifade edilmiştir. Diğer faaliyetlerle karşılaştırıldığında bu uzun periyotlarda çalışmanın sürdüğü zaman aralığının toplam gün sayısının %5’i kadar olabileceği değerlendirilmektedir. 2020 yılında Karadeniz’de uzun süreli çalışmalar yok iken Ege Deniz’i ve Marmara Denizi’nde belirgin dağılımlar gözlemlenmiştir.



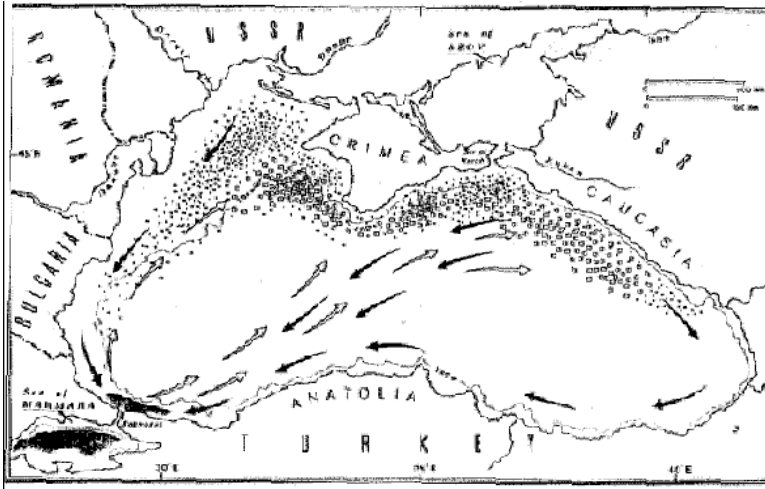
Şekil 82. 2020 yılında denizel alanlarda meydana gelen faaliyetlerin toplam gün sayıları

Şekil 82 'deki sütun grafiği 2020 yılında Karadeniz, Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde her bir faaliyetin sürdüğü toplam gün sayısını ifade etmektedir. 365 günden daha fazla sayıda günün yer alması bazı faaliyetlerin başlayış ve bitiş tarihlerinin uzun zaman aralığında devam ediyor olmasıdır. Marmara Denizi'nde diğer darbesiz ses kaynağı ve Ege Denizi'nde patlayıcılar sınıfına ait en yüksek gün dağılımları devam ederken, Karadeniz ve Akdeniz'de çalışma günleri daha uygun dağılımlar içermektedir.

3.5. Denizel ve Kıyisal Alanlarımızdaki Muhtemel Gürültü Kaynaklarının Deniz Yaşamına Olası Ekileri

Geçtiğimiz uzun yıllar boyunca, denizdeki insan aktivitesi ile birlikte denizlerimize giren gürültü miktarı da artmaktadır. Özellikle insan kaynaklı sualtı gürültüsü ülkemizde yaygın bir kirleticisi olarak görüldüğünden, deniz yaşamı üzerindeki etkileri konusunda da artan bir endişe vardır.

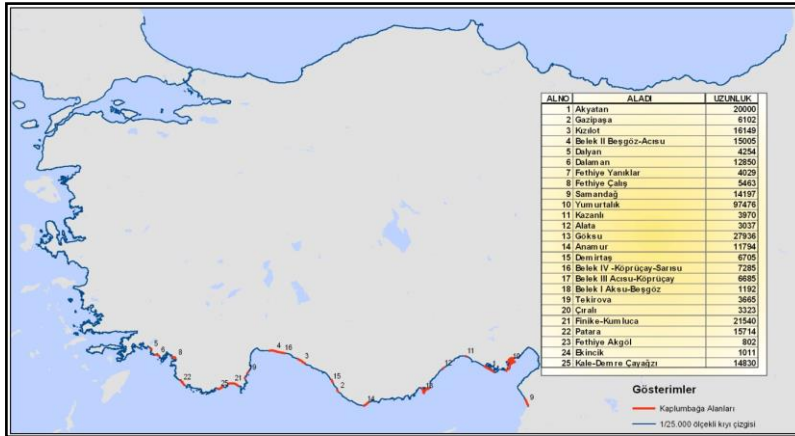
TBS (Türk Boğazlar Sistemi), Karadeniz ve Akdeniz’de yaşayan canlılar için bir biyolojik koridor, denizler arası uyum sağlama bölgesi olarak da tanımlanmıştır (Öztürk ve Öztürk, 1996). Palamut (*Sarda sarda* (Bloch, 1793)) ve lüfer (*Pomatomus saltator* (Linnaeus, 1766)) gibi pelajik balıklar TBS’de (Şekil 83) Karadeniz ve Ege Denizi arasında mevsimlik göç ederler (Öztürk ve Öztürk, 1996). İstanbul Boğazı’nda gözlenen ve koruma altında olan üç tür deniz memelileri (*Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758), *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758) ve *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)) vardır. Beslenmek için pelajik balıkları takip eden bu memeliler için de boğazlar en önemli göç yoludur ve bahar aylarında daha fazla sayıda Boğaz’da gözlemlenirken sonbaharda çok fazla rastlanmazlar (Dede ve diğerleri, 2013). Karadeniz liman yunusu (*Phocoena phocoena relicta* (Abel, 1905)) olarak bilinen küçük bir deniz memelisinin İstanbul Boğazı’ndaki davranışlarının deniz trafiğine bağlı olarak değiştiği (Bas ve diğerleri, 2017) ancak doğrudan gemilerin neden olduğu gürültüden kaynaklandığı konusu açıklığa kavuşmamıştır.



Şekil 83. Palamut balığının (*Sarda sarda*, Bloch 1793) Karadeniz ve Marmara Denizi’nde dağılımı ve göç yolu (Ivanov and Beverton, 1936)

Türk Boğaz Sistemi'nde Palamut ve lüfer gibi pelajik balıkların boğazlar üzerinden Karadeniz ve Ege Denizi arasında mevsimlik göçleri, Karadeniz liman yunusu olarak bilinen deniz memelisinin İstanbul Boğazı'ndaki davranışlarındaki değişiklik Karadeniz ve Ege Denizi'nde yüksek basınç seviyelerinde görülen patlayıcılar sınıfı faaliyetlerin olumsuz yönde etki edeceği tahmin edilmektedir. Marmara Denizi ve TBS için ise darbeli kazık çakıcılar faaliyetlerinin yoğunlukta olması ve yüksek basınç seviyelerindeki etkisinden dolayı göç yollarındaki canlı hayatı risk altında olabilir. Özellikle Akdeniz kıyıları kaplumbağaların yumurtlama alanları ya da Akdeniz foklarının üreme alanı olduğu için bu alanlarda icra edilen patlayıcılar sınıfının yüksek basınç seviyelerinde ve hava tabancası çalışmalarının ise düşük basınç seviyelerinde oluşturacağı sualtı gürültüsünün bu türler üzerindeki olumsuz etkisi olacağı tahmin edilmektedir. Akdeniz'de kıyılarımızda bulunan sit alanları, kaplumbağa alanları ve fok alanları ise genel olarak koruma altındaki deniz canlılarının yoğun olarak bulunduğu alanları temsil etmektedir (Şekil 84).

Darbeli gürültülere maruz kalan deniz organizmaları kısa zaman dilimlerinde (akut etki) ve daha uzun sürelerde olumsuz etkilenebilir. Olumsuz etkiler belirsiz (örn. işitme duyarlılığında geçici azalma, fizyolojik stres) veya bariz (örn. açık davranışsal tepkiler, ölüm) olabilir. Antropojenik sesin bireysel hayvanlar üzerindeki potansiyel etkileri hakkında büyüyen bir literatür varken (Williams ve diğerleri, 2015), antropojenik sesin belirli ekosistemler veya popülasyonlar üzerindeki etkilerinin doğrudan gözlemlerini elde etmek zordur. Bu nedenle, bireyler üzerindeki etkilerin popülasyona mı yoksa ekosistem ölçeğine mi çevrildiği ve nasıl çevrildiği konusunda belirsizlik vardır.



Şekil 84. Türkiye kıyılarında bulunan kaplumbağa alanları (DEKOS, Telli Karakoç ve diğerleri, 2007, 2008, 2009)

4. SONUÇ

Darbeli gürültüyü izlemenin ilk amacı, yıl boyunca ve bölgesel denizler, kıyısal alanları da içerecek şekilde tüm yüksek darbeli, düşük ve orta frekanslı ses kaynaklarının bir genel görünümünü sağlayarak çevre üzerinde oluşturacağı gürültü alanlarını değerlendirmek olmuştur.

Burada öncelikle Türkiye Denizleri'nde darbeli gürültü kaynakları ve kayıt durumu tespit edilmiştir. Daha sonra veri toplama yöntemi ve veri tabanını oluştururken yapılan değerlendirme yöntemleri ve gürültü kaynakları açıklanmıştır. Önceki çalışmalar da değerlendirilerek gürültü kaynaklarının etki ettiği alanlarda muhtemel gürültülerin ses basınç seviyeleri belirlenmeye ve sonraki çalışmalarda, insan faaliyetlerinden kaynaklanan akustik habitatın potansiyel bozulmasının boyutuna da ışık tutabilecek muhtemel gürültü alanlarının haritaları elde edilmiştir. Bu çalışmalara istinaden elde edilen sonuçlar ve öneriler müteakip maddelerde sunulmuştur.

4.1. Sonuçlar

- (1) İnsan faaliyetleri sonucu oluşan gürültü kaynakları denizel ve kıyısal alanlar olarak sınıflandırılıp ses basınç seviyelerine göre karşılaştırılmış ve denizel alanlarda patlayıcılar sınıfının yüksek basınç seviyeleri, kıyısal alanlarda ise en çok darbeli kazık çakıcılar sınıfının yüksek ses basınç seviyeleri oluşturabileceği sonucu elde edilmiştir.
- (2) Denizel alanlardaki faaliyetlerden hava tabancası çalışmasının özellikle Akdeniz ve Karadeniz'de, patlayıcılar sınıfının ise Marmara Denizi hariç tüm denizlerde yoğun olması buralarda muhtemel gürültü alanlarının oluşacağı ihtimalini ortaya çıkarmıştır. Diğer gürültü kaynakları ise bütün denizlerimizde yaklaşık olarak belirli düzeylerde gözlemlenmiştir.
- (3) Kıyısal alanlardaki faaliyetlerin çoğunlukla turizmin ve sanayinin yoğun olduğu bölgelerde iskele, balıkçı barınağı, tersane faaliyetleri ağırlıklı olarak gerçekleştiği görülmüştür. Bu durum ilerleyen süreçlerde de bu bölgelerde gürültülerin giderecek artacağını gözler önüne sermektedir.
- (4) Gürültü kaynaklarını oluşturan faaliyetlerin başlangıç ve bitiş tarihlerine göre elde ettiğimiz darbe blok günlerinde her yıl hemen hemen 1 ile 60 gün arasında çalışmaların değiştiği sadece patlayıcılar, darbeli kazık çakıcılar ve diğer darbesiz ses kaynağı sınıfındaki

Çalışmalarda neredeyse 2016-2020 yıllarının hemen hemen çoğunda 365 günden daha fazla sürdüğü tespit edilmiştir. Bu alışmalar yüksek ve orta ses basınç seviyelerine sahip oldukları için yüksek gürültü alanlarının burada oluşacağı ve deniz canlı yaşamına ciddi zararlar vereceğı tahmin edilebilmektedir. OSPAR darbe blok günlerinde 5'in katları şeklinde skala kullanırken Türkiye Denizleri için bu skalanın 60'ın katları şeklinde olması ülkemizdeki faaliyetlerin ya çok uzun sürdüğünü ya da faaliyetlerin gün sayıları ile ilgili net kayıtlar olmadığı ihtimalini gösteriyor.

(5) Kıyılarımızda yaşayan koruma altında bulunan canlıların yerleri de yine yapılan önceki çalışmalarla tanımlanmıştır. Tüm bu verilerin ışığı altında aslında tehdit altındaki alanlar ve baskı unsurları tahmin edilmiştir. Bundan sonra yapılması gereken çalışma gürültü kaynaklarının yoğun olduğu belirlenen bölgelerden pilot alanlar seçilerek gerçek zamanlı ölçümlerle etkiler çok daha kolayca tanımlanabilecektir.

(6) Sonuç olarak tüm Türkiye kıyılarında baskın gürültü alanlarının ve ses basınç seviyelerin sahada ölçülmüş değeri mevcut olmamakla birlikte, gürültüye sebep olacak kaynakların belirlenip önceki çalışmalara göre gürültü seviyeleri ile ilgili varsayımlarda bulunulmuştur. Denizel ve kıyısız alanlarımızda oluşan bu baskıların neden olduğu sualtı gürültü miktarları hakkında kıyılarımız için ilgili net bilgiler mevcut değildir.

4.2. Öneriler

(1) Gürültü kaynaklarına ait gürültü kayıtlarının daha hassas içeriklerle ve kesin bilgilerle tutulmasını sağlamak, içerdiği farklı gürültü olayları tarafından üretilen gürültü seviyesini modellemek için nasıl kullanılabileceğini keşfetmeyi ve bu çözümün sağlam bir şekilde uygulanmasını sağlayacak kayıtlar için gerekli iyileştirmeleri ve gelecekteki gelişmeleri belirlemek amaçlanmalıdır.

(2) Muhtemel gürültü alanlarında meydana gelen gürültü etkilerinin tespit edilmesine kolaylık sağlaması amacıyla gerek denizcilere ilanlar bülteni gerekse arşiv araştırmalarındaki bilgilerde özellikle çalışmanın gerçekleştiğı gün sayısını tam olarak içeren başlangıç ve bitiş günlerinin daha net ifade edilmesi ya da ilgili faaliyeti gerçekleştiren kurum, kuruluş, firma tarafından sadece çalışmanın gerçekleştiğı günleri içeren bir kayıt tutulması sağlanabilir. Özellikle askeri amaçlı çalışma faaliyetlerindeki gün sayılarının çok uzun tutulması, net gün sayılarının belirtilmemesi verilerin kesinliğini bozma ihtimalinden dolayı ayrı

değerlendirilmesi sualtı gürültü alanları hakkında doğru yorumlar yapmamıza katkıda bulunacaktır.

(3) Türkiye Denizleri'nde gerçekleşen bütün denizel ve kıyısal alanlardaki faaliyetleri ve bu faaliyetlere ait gerekli tüm bilgileri içeren bir veri toplama havuzunun oluşturulması gelecek süreçteki gürültü kirliliği ile ilgili çalışmalara katkı sağlayacaktır.

(4) Denizel alanlarda çalışmayı gerçekleştiren gemi isimlerinin her zaman belirtilmemesi hususu boşluk yaratırken, belirtilen gemi adlarının yanında ilaveten gemide mevcut olan sistem/ cihazların belirtilmesi sahip olunan özellikler doğrultusunda o çalışma alanında meydana gelebilecek gürültü alanları hakkında yorum yapmamızı sağlar.

(5) Kıyısal alanlarda yapılan çoğu faaliyette kullanılan belli başlı teknik ekipmanların ve türlerinin belirtilmesi ya da kayıt altına alınması yine bu alanda oluşacak gürültülerin tespitine katkı sağlayacaktır.

(6) TSK, Kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler ve firmalar tarafından denizel ve kıyısal alanlarda daha öncesinde bir çalışma yapılarak üretkenliğin az olduğu ve zengin deniz canlılığı olan alanlardan uzak (okyanus çölü denilen) sahalarda eğitimlerin, çalışmaların yapılması değerlendirilebilir ve meydana gelecek muhtemel sualtı gürültü alanlarının azaltılması sağlanabilir.

(7) Genel olarak, deniz gürültüsü seviyeleri aralığı ve belirli bir habitatla ilişkili her frekans aralığındaki baskın gürültünün kaynağı geniş çapta araştırılmalıdır. Özellikle üreme veya bölgesel alanlar, göç yolları, biyoçeşitlilik sıcak noktaları ve gelecekte insan kaynaklı faaliyetlerin beklendiği alanlar tespiti ve önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

(8) Özellikle Türk Boğaz Sistemi, denizlerimizdeki canlılar için bir göç yolu olduğundan özellikle bu göç yollarına odaklı çalışmalar yapıp, Deniz Koruma Alanları dahil kritik ortamlarda yoğun gürültü yaratan aktivitelerin azaltılması veya yok edilmesine yönelik önlemler alınmalıdır.

(9) Türkiye Denizleri'nde, gerekli görülen bölgelerde deniz hayatını korumak için bölgesel gürültü programı çatısı altında toplanmak üzere koordine faaliyetleri gerçekleştirilebilir.

(10) Genel olarak, tüm azaltma yaklaşımlarının temel amacı, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sualtı gürültüsünün deniz yaşamı üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek veya kabul edilebilir bir düzeye indirgemektir. Darbesel sualtı gürültüsünün çevresel etkileri,

kaynak seviyesini ve gürültünün yayılmasını azaltarak veya gürültü üreten faaliyetleri hassas türler taşımayan alanlara ve zamanlara kısıtlayarak azaltılabilir veya önlenabilir.

(11) Sonuç olarak AB ülkelerindeki gibi daha hassas bir darbeli gürültü (block day) haritası elde etmek ve diğer denizlerle Türkiye Denizleri'nin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için uygun şekilde kayıtlar oluşturulmalı ve veri tabanına entegre edilmelidir.



KAYNAKLAR

- Agardy, T., Aguilar, N., Cañadas, A., Engel, M., Frantzis, A., Hatch, L., ... Wright, A. (2007, June). A global scientific workshop on spatio-temporal management of noise. In Report of the Scientific Workshop (Vol. 51).
- Ainslie, M. A. (2010). Principles of sonar performance modelling (Vol. 707). Berlin: Springer.
- Amaral, J. L., Miller, J. H., Potty, G. R., Vigness-Raposa, K. J., Frankel, A. S., Lin, Y. T., ... Gavrilov, A. N. (2020). Characterization of impact pile driving signals during installation of offshore wind turbine foundations. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(4), 2323-2333.
- Andrew, R. K., Howe, B. M., & Mercer, J. A. (2011). Long-time trends in ship traffic noise for four sites off the North American West Coast. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(2), 642-651.
- Andrew, R. K., Howe, B. M., Mercer, J. A., Dzieciuch, M. A. (2002). Ocean ambient sound: comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acoustics Research Letters Online*, 3(2), 65-70.
- Au, W. W., Floyd, R. W., Penner, R. H., Murchison, A. E. (1974). Measurement of echolocation signals of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* Montagu, in open waters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 56(4), 1280-1290.
- Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G., & Thompson, P. M. (2010). Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin*, 60(6), 888-897.
- Bas A. Akkaya Bas, F. Christiansen, A. Amaha Ozturk, B. Ozturk, C. McIntosh, "The effects of Marine Traffic on the Behaviour of Black Sea Harbour Porpoises (*Phocoena relict*) within the Istanbul Strait", *Turkey PLoS ONE*, vol. 12, no. 3, pp. e0172970, 2017.
- Blackwell, P. A., Lützhøft, H. C. H., Ma, H. P., Halling-Sørensen, B., Boxall, A. B., Kay, P. (2004). Ultrasonic extraction of veterinary antibiotics from soils and pig slurry with SPE clean-up and LC–UV and fluorescence detection. *Talanta*, 64(4), 1058-1064.
- Blackwell, S. B., Nations, C. S., McDonald, T. L., Greene Jr, C. R., Thode, A. M., Guerra, M., Michael Macrander, A. (2013). Effects of airgun sounds on bowhead whale calling rates in the Alaskan Beaufort Sea. *Marine Mammal Science*, 29(4), E342-E365.
- Board, O. S., & National Research Council. (2000). *Marine mammals and low-frequency sound: progress since 1994*. National Academies Press.
- Boyd, I., Brownell, B., Cato, D., Clark, C., Costa, D., Evans, P., Gedamke, J., Gentry, R., Gisiner, R., Gordon, J., Jepson, P., Miller, P., Rendell, L., Tasker, M., Tyack, P., Vos, E., Whitehead, H., Wartzok, D., Zimmer, W. (2008). *The Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammals*. Report by European Science Foundation Marine Board.
- Branstetter, B.K., Bowman, V.F., Houser, D.S., Tormey, M., Banks, P., Finneran, J. J., Jenkins, K. (2018). Effects of vibratory pile driver noise on echolocation and vigilance in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(1), 429-439.
- Buckstaff, K. C., Wells, R. S., Gannon, J. G., Nowacek, D. P. (2013). Responses of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) to construction and demolition of coastal marine structures. *Aquatic Mammals*, 39(2), 174-186.
- Buehler, D., Oestman, R., Reyff, J., Pommerenck, K. ve Mitchell, B. (2015). Balıklar üzerinde kazık çakmanın hidroakustik etkilerinin değerlendirilmesi ve azaltılması için teknik

- kılavuz. California Ulaştırma Bakanlığı (Caltrans) Rapor No. CTHWANP-RT-15-306.01.01 (California Ulaştırma Bakanlığı, Sacramento, CA), s.
- Buxton, R. T., Galvan, R., McKenna, M. F., White, C. L., Seher, V. (2017). Visitor noise at a nesting colony alters the behavior of a coastal seabird. *Marine Ecology Progress Series*, 570, 233-246.
- Casper, B. M., Popper, A. N., Matthews, F., Carlson, T. J., Halvorsen, M. B. (2012). Recovery of barotrauma injuries in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* from exposure to pile driving sound. *Plos one*, 7(6), e39593
- Casper, B.M., Halvorsen, M.B., Matthews, F., Carlson, T.J., Popper, A.N., 2013a. Recovery of barotrauma injuries resulting from exposure to pile driving sound in two sizes of hybrid striped bass. *PloS one*, 8(9),e73844.
- Castellote, M., Clark, C. W., Lammers, M. O. (2012). Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biological Conservation*, 147(1), 115-122.
- Coates, J.D., Cole, K.A., Chakraborty, R., O'Connor, S.M. Achenbach, L.A. (2002). Anaerobik solunum için elektron donörleri olarak hümitik maddeleri kullanabilen bakterilerin çeşitliliği ve her yerde bulunması. *Uygulamalı ve Çevresel Mikrobiyoloji* , 68 (5), 2445-2452.
- Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU
- Costa, J. M., Corey, A., Hayes, P. M., Jobet, C., Kleinhofs, A., Kopisch-Obusch, A., ... Wolfe, R. I. (2001). Molecular mapping of the Oregon Wolfe Barleys: a phenotypically polymorphic doubled-haploid population. *Theoretical and Applied Genetics*, 103(2), 415-424.
- Croll, D.A., Clark, C.W., Calambokidis, J., Ellison, W.T., Tershy, B.R., (2001). Effect of anthropogenic low-frequency noise on the foraging ecology of *Balaenoptera* whales. *Animal Conservation* 4, 13–27.
- Dahl, P.H., de Jong, C.A.F., Popper, A.N., (2015). The underwater sound field from impact pile driving and its potential effects on marine life. *Acoustics Today* 11 (2), 18–25.
- Dahne, M., Gilles, A., Lucke, K., Peschko, V., Adler, S., Krugel, K., Sundermeyer, J., Siebert, U. (2013). Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environmental Research Letters*, 8(2), 025002.
- Dalen, M., Knudsen, G. K., Norli, H. R., Thöming, G. (2015). Sources of volatiles mediating host location behaviour of *Glypta haesitator*, a larval parasitoid of *Cydia nigricana*. *Biological Control*, 90, 128-140.
- Danil, K., St Leger, J. A. (2011). Seabird and dolphin mortality associated with underwater detonation exercises. *Marine Technology Society Journal*, 45(6), 89-95.
- Debusschere, E., Hostens, K., Adriaens, D., Ampe, B., Botteldooren, D., De Boeck, G., ... Degraer, S. (2016). Acoustic stress responses in juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax* induced by offshore pile driving. *Environmental Pollution*, 208, 747-757.
- Dede, A., Öztürk, A.A., Akamatsu, T., Tonay, A.M., Öztürk, B. (2014). Long-term Passive Acoustic Monitoring Revealed Seasonal and Diel Patterns of Cetacean Presence in the Istanbul Strait. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94, 6. 1195-1202.

- De Jong, C., Binnerts, B., Prior, M., Colin, M., Ainslie, M., Mulder, I., Hartstra, I. (2019). Wozep–WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions. TNO Rep.(2018), (R11671), 94.
- Dekeling, R., Tasker, M., Ainslie, M., Andersson, M., André, M., Borsani, F., ... Young, J. V. (2016). The European marine strategy: noise monitoring in European marine waters from 2014. In *The effects of noise on aquatic life II* (pp. 205-215). Springer, New York, NY.
- Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V. (2014). *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas Part I: Executive Summary*
- Dekeling, R. P. A., Tasker, M. L., Van der Graaf, A. J., Ainslie, M. A., Andersson, M. H., André, M., ... Young, J. V. (2014). *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications. A guidance document within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive by MSFD Technical Subgroup on Underwater Noise.*
- Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V.(2014). *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas Part III Background Information and Annexes*
- Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (DeKoS). ÇŞBÇYGM ve TÜBİTAK-MAM (2014). ÇTÜE 5118703, Rapor No. ÇTÜE.13.155 (Sonuç Raporu), Şubat 2014, Gebze-Kocaeli.
- DeRuiter, S. L., Southall, B. L., Calambokidis, J., Zimmer, W. M., Sadykova, D., Falcone, E. A., ... Tyack, P. L. (2013). First direct measurements of behavioural responses by Cuvier's beaked whales to mid-frequency active sonar. *Biology letters*, 9(4), 20130223.
- Directive, Strategy Framework. "Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council." *Journal*. Council Decision of (2008).
- Dolman SJ, Evans PGH, Notarbartolo di Sciara G, Frisch H. (2011). Active sonar, beaked whales and European regional policy. *Marine Pollution Bulletin* 63: 27–34.
- Dragoset, B. (2000). Introduction to air guns and air-gun arrays. *The Leading Edge*, 19(8), 892-897.
- Drira, A., Bouzidi, M., Maglio, A., Pavan, G., Salivas, M. (2018). Modelling underwater sound fields from noise events contained in the ACCOBAMS impulsive noise register to address cumulative impact and acoustic pollution assessment. In *Proceedings of Euronoise*, 2819-2824.
- Dunlop, R. A., Noad, M. J., McCauley, R. D., Kniest, E., Paton, D., Cato, D. H. (2015). The behavioural response of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to a 20 cubic inch air gun. *Aquatic Mammals*, 41(4), 412-433.
- Elliott, M. L., Knodt, A. R., Cooke, M., Kim, M. J., Melzer, T. R., Keenan, R., Ireland, D., Ramrakha, S., Poulton, R., Caspi, A., Morffitt, T.E., Hariri, A. R. (2019). General functional connectivity: Shared features of resting-state and task fMRI drive reliable and heritable individual differences in functional brain networks. *Neuroimage*, 189, 516-532.

- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., Soldal, A. V. (1996). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod ((*Gadus morhua*) and haddock)(*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 53(10), 2238-2249.
- Farcas, A., Thompson, P. M., & Merchant, N. D. (2016). Underwater noise modelling for environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 57, 114-122.
- Faulkner, R. C., Farcas, A., Merchant, N. D. (2018). Guiding principles for assessing the impact of underwater noise. *Journal of Applied Ecology*, 55(6), 2531-2536.
- Fernández, A., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I. A. P., Castro, P., Baker, J. R., ... Jepson, P. D. (2004). Whales, sonar and decompression sickness (reply). *Nature*, 428(6984), 2-2.
- Fernández, S. B. (2005). Control social y epidemias: la fiebre amarilla en el Buenos Aires de 1871. In VIII Jornadas Argentinas de Estudios de Población. Asociación de Estudios de Población de la Argentina.
- Frantzis, A. (1998). Does acoustic testing strand whales?. *Nature*, 392(6671), 29-29.
- Filadelfo R, Mintz J, Michlovich E, D'Amico A, Tyack PL, Ketten DR. (2009). Correlating Military Sonar Use with Beaked Whale Mass Strandings: What Do the Historical Data Show? *Aquatic Mammals* 35: 435–444.
- Findlay, C. R., Ripple, H. D., Coomber, F., Froud, K., Harries, O., van Geel, N. C. F., ... Wilson, B. (2018). Mapping widespread and increasing underwater noise pollution from acoustic deterrent devices. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 1042-1050.
- Finneran, J. J., Schlundt, C. E., Carder, D. A., Clark, J. A., Young, J. A., Gaspin, J. B., Ridgway, S. H. (2000). Auditory and behavioral responses of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and a beluga whale (*Delphinapterus leucas*) to impulsive sounds resembling distant signatures of underwater explosions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(1), 417-431.
- Francis, C. D., Kleist, N. J., Ortega, C. P., Cruz, A. (2012). Noise pollution alters ecological services: enhanced pollination and disrupted seed dispersal. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1739), 2727-2735.
- Gedamke, J., Ferguson, M., Harrison, J., Hatch, L., Henderson, L., Porter, M. B., ... Parijs, S. V. (2016). Predicting anthropogenic noise contributions to US waters. In *The effects of noise on aquatic life II* (pp. 341-347). Springer, New York, NY.
- Halvorsen, M. B., Casper, B. M., Matthews, F., Carlson, T. J., Popper, A. N. (2012). Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1748), 4705-4714.
- Harsem, O., Eide, A., Heen, K. (2011). Factors influencing future oil and gas prospects in the Arctic. *Energy Policy*, 39(12), 8037-8045.
- Hastie, G., Merchant, N. D., Götz, T., Russell, D. J., Thompson, P., Janik, V. M. (2019). Effects of impulsive noise on marine mammals: investigating range-dependent risk. *Ecological Applications*, 29(5), e01906.
- Hatch, L. T., Wahle, C. M., Gedamke, J., Harrison, J., Laws, B., Moore, S. E., ... Van Parijs, S. M. (2016). Can you hear me here? Managing acoustic habitat in US waters. *Endangered Species Research*, 30, 171-186.
- Hawkins, A. D., Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 635-651.

- Heinis, F., de Jong, C. A. F., von Benda-Beckmann, S., Binnerts, B. (2019). Framework for Assessing Ecological and Cumulative Effects–2018 Cumulative effects of offshore wind farm construction on harbour porpoises. HWE rapport, 18.
- Henninger, H. P., Watson III, W. H. (2005). Mechanisms underlying the production of carapace vibrations and associated waterborne sounds in the American lobster, *Homarus americanus*. *Journal of Experimental Biology*, 208(17), 3421-3429.
- Herbert-Read, J. E., Kremer, L., Bruintjes, R., Radford, A. N., Ioannou, C. C. (2017). Anthropogenic noise pollution from pile-driving disrupts the structure and dynamics of fish shoals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1863), 20171627.
- Hildebrand, J. A. (2005). Impacts of Anthropogenic Sound.
- Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 7-9.
- Huse, G., Holst, J. C., Utne, K., Nøttestad, L., Melle, W., Slotte, A., ... Uiblein, F. (2012). Effects of interactions between fish populations on ecosystem dynamics in the Norwegian Sea—results of the INFERNO project. *Marine Biology Research*, 8(5-6), 415-419.
- ICES 2005, ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms 2005. International Council for the Exploration of the Sea, Denmark.
- ICES AGISC 2005: “Report of the Ad-hoc group on the impacts of sonar on Cetaceans and fish”, Second Edition
- International Marine Fisheries Service, 2018
- Johnston, R. C., Reed, D. H., Desler, J. F. (1988). SEG standards for specifying marine seismic energy sources. *Geophysics*, 53(4), 566-575.
- Kastelein, R. A., Gransier, R., Marijt, M. A., Hoek, L. (2015). Hearing frequency thresholds of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) temporarily affected by played back offshore pile driving sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(2), 556-564.
- Kastelein, R. A., Helder-Hoek, L., Covi, J., Gransier, R. (2016). Pile driving playback sounds and temporary threshold shift in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*): Effect of exposure duration. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(5), 2842-2851.
- Kastelein, R. A., Helder-Hoek, L., Kommeren, A., Covi, J., Gransier, R. (2018). Effect of pile-driving sounds on harbor seal (*Phoca vitulina*) hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(6), 3583-3594.
- Kendall, L. S., & Cornick, L. A. (2016). Behavior and distribution of Cook Inlet beluga whales, *Delphinapterus leucas*, before and during pile driving activity. *Marine Fisheries Review*, 77(2), 106-115.
- Kunc, H. P., McLaughlin, K. E., Schmidt, R. (2016). Aquatic noise pollution: implications for individuals, populations, and ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1836), 20160839.
- Kuperman, W.A., F. Ingenito. (1980). Spatial correlation of surface generated noise in a stratified ocean. *Journal of the Acoustic Society of America* 67:1988-1996.
- Kyhn, L. A., Wisniewska, D. M., Beedholm, K., Tougaard, J., Simon, M., Mosbech, A., Madsen, P. T. (2019). Basin-wide contributions to the underwater soundscape by multiple seismic surveys with implications for marine mammals in Baffin Bay, Greenland. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 474-490.

- Lewis, J. A. (1996). Effects of underwater explosions on life in the sea. Defence Science And Technology Organization Canberra (Australia).
- Lippert, T., von Estorff, O. (2014). The significance of parameter uncertainties for the prediction of offshore pile driving noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(5), 2463-2471.
- Lippert, S., Nijhof, M., Lippert, T., Wilkes, D., Gavrilov, A., Heitmann, K., ... Theobald, P. (2016). COMPILE—A generic benchmark case for predictions of marine pile-driving noise. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 41(4), 1061-1071.
- Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. A., Blanchet, M. A. (2009). Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6), 4060-4070.
- Madsen, P. T., Möhl, B. (2000). Sperm whales (*Physeter catodon* L. 1758) do not react to sounds from detonators. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(1), 668-671.
- Madsen, P. T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K., Tyack, A. P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Marine ecology progress series*, 309, 279-295.
- Maglio, A., Pavan, G., Castellote, M., Frey, S. (2015). Overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS area. Final Report to the ACCOBAMS Secretariat.
- Maglio A., Pavan G., Castellote M., Frey S., (2016). Progress report of a noise demonstrator: development of a demonstrator of a mediterranean impulsive noise register managed by ACCOBAMS. Report ACCOBAMS-MOP6/2016/Doc29
- Martín, V., Servidio, A., García, S. (2004). Mass strandings of beaked whales in the Canary Islands. *ECS Newsletter*, 42(Special Issue), 33-36.
- Martucci, C., Trovato, A. E., Costa, B., Borsani, E., Franchi, S., Magnaghi, V., ... Colleoni, M. (2008). The purinergic antagonist PPADS reduces pain related behaviours and interleukin-1 β , interleukin-6, iNOS and nNOS overproduction in central and peripheral nervous system after peripheral neuropathy in mice. *Pain®*, 137(1), 81-95.
- McCauley, R. D., Fewtrell, J., Duncan, A. J., Jenner, C., Jenner, M. N., Penrose, J. D., et al. (2000). Marine Seismic Surveys: Analysis And Propagation Of Air-Gun Signals; And Effects Of Air-Gun Exposure On Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes And Squid Prepared For Australian Petroleum Production Exploration Association
- McCauley, R., Fewtrell, J., Duncan, A., Jenner, C., Jenner, M. N., Penrose, J., ... McKabe, K. (2003). Marine seismic surveys: analysis and propagation of air-gun signals; and effects of exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. In *Australian Petroleum Production and Exploration Association (APPEA)* (pp. 364-521). Australian Petroleum Production and Exploration Association.
- McCauley, R. D., Fewtrell, J., Popper, A. N. (2003). High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(1), 638-642.
- McCauley, R. D., Day, R. D., Swadlow, K. M., Fitzgibbon, Q. P., Watson, R. A., Semmens, J. M. (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton. *Nature Ecology Evolution*, 1(7), 1-8.
- McDonald, M. A., Hildebrand, J. A., Wiggins, S. M. (2006). Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(2), 711-718.

- Merchant, N. D., Faulkner, R. C., Martinez, R. (2018). Marine noise budgets in practice. *Conservation Letters*, 11(3), e12420.
- National Marine Fisheries Service (NMFS) (2018). 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts (Report No. NMFS-OPR-59). Report by National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
- National Research Council.(NRC) (2003). Ocean noise and marine mammals.
- Nedwell, J., Langworthy, J., Howell, D. (2003). Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. Subacoustech Report ref: 544R0423, published by COWRIE, 725.
- Nedwell, J. R., Edwards, B., Turnpenny, A. W. H., Gordon, J. (2004). Fish and Marine Mammal Audiograms: A summary of available information. Subacoustech Report ref: 534R0214.
- Nedwell, J., Howell, D. (2004). A review of offshore windfarm related underwater noise sources. Cowrie Rep, 544, 1-57.
- Nieukirk, S. L., Mellinger, D. K., Moore, S. E., Klinck, K., Dziak, R. P., Goslin, J. (2012). Sounds from airguns and fin whales recorded in the mid-Atlantic Ocean, 1999–2009. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(2), 1102-1112.
- Noise, O. (2003). Ocean noise and marine mammals. National Academies Press, Washington, DC.
- Nowacek, D. P., Thorne, L. H., Johnston, D. W., Tyack, P. L. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review*, 37(2), 81-115.
- OSPAR. (2009). Marine litter in the north-east Atlantic region: Assessment and priorities for response. London, United Kingdom. 127 pp.
- OSPAR Commission. (2009a). Assessment of the environmental impact of underwater noise. In Biodiversity Series. Erişim adresi: https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00436_JAMP_Assessment_Noise.pdf
- OSPAR Commission (2009b). Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Erişim adresi: https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Anthropogenic_Underwater_Sound_in_the_Marine_Environment.pdf
- OSPAR (2014) Summary record of the meeting of the Environmental Impacts of Human Activities Committee (EIHA). Erişim adresi: <https://www.ospar.org/work-areas/eiha>
- Öhrström, E., Skånberg, A., Svensson, H., Gidlöf-Gunnarsson, A. (2006). Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of sound and vibration*, 295(1-2), 40-59.
- Öztürk, B. Öztürk, A.A. (1996). “On the biology of the Turkish Straits System”, *Bulletin de l’Institut Oceanographique*, Monaco. No: Special 17, CIESM Science Series No.2, pp. 205–221.
- Pame, (2019). Underwater Noise in the Arctic: A State of Knowledge Report. Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) Secretariat, Akureyri. Erişim adresi: <https://www.pame.is/index.php/document-library/pame-reports-new/pame->

- Parbery-Clark, A., Skoe, E., Lam, C., Kraus, N. (2009). Musician enhancement for speech-in-noise. *Ear and hearing*, 30(6), 653-661.
- Parsons, E. C. M., Dolman, S. J., Wright, A. J., Rose, N. A., Burns, W. C. G. (2008). Navy sonar and cetaceans: Just how much does the gun need to smoke before we act?. *Marine pollution bulletin*, 56(7), 1248-1257.
- Pavan, G., Maglio, A., Castellote, M., Salivas, M., Descroix-Comanducci, F. (2015). 13. Achieving Underwater Noise Regulation Through An Ecosystem Based Approach: The “Mediterranean Strategy On Underwater Noise Monitoring”. *New Mitigation Methods And Evolving Acoustic Exposure Guidelines*, 42.
- Prins, T.C., Twisk, F., Van den Heuvel-Greve, M.J., Troost, T.A. Van Beek, J.K.L. (2008) Development of a framework for appropriate assessments of Dutch offshore wind farms. *Deltares report Z4531*, June 2008
- Podesta, M., D Amico, A. N. G. E. L. A., Pavan, G., Drougas, A., Komnenou, A., Portunato, N. (2006). A review of Cuvier's beaked whale strandings in the Mediterranean Sea. *Journal of Cetacean Research and Management*, 7(3), 251.
- Popper, A. N., Plachta, D. T., Mann, D. A., Higgs, D. (2004). Response of clupeid fish to ultrasound: a review. *ICES Journal of Marine Science*, 61(7), 1057-1061.
- Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75(3), 455–489.
- Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., ... Tavalga, W. N. (2014). Sound exposure guidelines. In *ASA S3/SC1. 4 TR-2014 Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI* (pp. 33-51). Springer, Cham.
- Popper, A. N., Hawkins, A. D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Journal of fish biology*, 94(5), 692-713.
- Popper, A. N., Hawkins, A. D., Sand, O., Sisneros, J. A. (2019). Examining the hearing abilities of fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(2), 948-955.
- Prideaux, G. (2016). CMS family guidelines on environmental impact assessment for marine noise-generating activities. In *Convention on Migratory Species*, Bonn, Germany.
- Putland, R. L., Merchant, N. D., Farcas, A., Radford, C. A. (2018). Vessel noise cuts down communication space for vocalizing fish and marine mammals. *Global change biology*, 24(4), 1708-1721.
- Reichmuth, C., Ghoul, A., Sills, J. M., Rouse, A., Southall, B. L. (2016). Low-frequency temporary threshold shift not observed in spotted or ringed seals exposed to single air gun impulses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140(4), 2646-2658.
- Reijnen, R., Foppen, R., Meeuwsen, H., (1996). The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* 75, 255–260.
- Reinhall, P. G., Dahl, P. H. (2011). Underwater Mach wave radiation from impact pile driving: Theory and observation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(3), 1209-1216.
- Richardson, W. J., Greene Jr, C. R., Malme, C. I., Thomson, D. H. (2013). *Marine mammals and noise*. Academic press.

- Ross, D. (1993). On ocean underwater ambient noise. *Acoustic Bulletin*, 18, 5–8.
- Sarnocińska, J., Teilmann, J., Balle, J. D., van Beest, F. M., Delefosse, M., Tougaard, J. (2020). Harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) reaction to a 3D seismic airgun survey in the North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 6, 824.
- Sertlek, H. Ö., Ainslie, M. A. (2015). Airgun source model (AGORA): Its application for seismic surveys sound maps in the Dutch North Sea. In *Proc. Conf. UAC* (pp. 439-446).
- Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., ... Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews*, 91(4), 982-1005.
- Simmonds, M., Dolman, S., Weilgart, L. (2004). Oceans of noise: A WDCS science report. *Whale and Dolphin Conservation Society*, 164.
- Simmons, A. M., Popper, A. N., Fay, R. R. (Eds). (2002). *Acoustic communication*. New York: Springer-Verlag.
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., Popper, A. N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in ecology & evolution*, 25(7), 419-427.
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., Ona, E. (2004). Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research*, 67(2), 143-150.
- Solé, M., Sigray, P., Lenoir, M., van der Schaar, M., Lalander, E., André, M. (2017). Offshore exposure experiments on cuttlefish indicate received sound pressure and particle motion levels associated with acoustic trauma. *Scientific reports*, 7(1), 1-13.
- Smith, ME, Coffin, AB, Miller, DL Popper, AN (2006). Gürültüye maruz kaldıktan sonra akvaryum balığı (*Carassius auratus*) kulağının anatomik ve fonksiyonel iyileşmesi. *Deneyisel Biyoloji Dergisi* , 209 (21), 4193-4202.
- Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene Jr, C. R., ...Tyack, P. L. (2007). Structure of the noise exposure criteria. *Aquatic mammals*, 33(4), 427.
- Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., ...Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125-232.
- Stone, C. J., Tasker, M. L. (2006). The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8(3), 255.
- Tasker, M. L., Amundin, M., Andre, M., Hawkins, A., Lang, W., Merck, T., ... Zakharia, M. (2010). Marine Strategy Framework Directive Task Group 11 Report Underwater noise and other forms of energy. Report No. EUR, 24341, 2010.
- Tougaard, J., Carstensen, J., Teilmann, J., Skov, H., Rasmussen, P. (2009). Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(1), 11-14.
- Todd, J. L. (1996). Environmental Law: The Clean Water Act--Understanding When a Concentrated Animal Feeding Operation Should Obtain an NPDES Permit. *Okla. L. Rev.*, 49, 481.
- Turner, S., Zykov, M., MacGillivray, A. (2006) Preliminary acoustic level measurements of airgun sources from Conoco Phillips' 2006 seismic survey in Alaskan Chukchi Sea. JASCO Research, Victoria, BC

- Tyack, P.L. (2008). Implications for marine mammals of large-scale changes in the marine acoustic environment. *J. Mammal.* 89, 549–558.
- Tyack, P.L., Zimmer, W.M., Moretti, D., Southall, B.L., Claridge, D.E., Durban, J.W., Clark, C.W., D’Amico, A., DiMarzio, N., Jarvis, S., McCarthy, E., Morrissey, R., Ward, J., Boyd, IL (2011). Beaked whales respond to simulated and actual navy sonar. *PloS one*, 6 (3), e17009.
- Thomsen, S., & Bosch, T. C. (2006). Foot differentiation and genomic plasticity in Hydra: lessons from the PPOD gene family. *Development genes and evolution*, 216(2), 57-68.
- Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., André, M., Brensing, K., Dalen, J., Dekeling, R.P.A., Robinson, S., Tasker, M.L., Thomsen F., Werner, S. (2012). European Marine Strategy Framework Directive Good Environmental Status (MSFD GES): Report of the Technical Subgroup on Underwater noise and other forms of energy.
- Vasconcelos, R. O., Amorim, M. C. P., Ladich, F. (2007). Effects of ship noise on the detectability of communication signals in the Lusitanian toadfish. *Journal of Experimental Biology*, 210(12), 2104-2112.
- Verfuß, U. K., Andersson, M., Folegot, T., Laanearu, J., Matuschek, R., Pajala, J., et al. (2015). BIAS Standards for noise measurements. Background information, Guidelines and Quality Assurance. Amended version.
- Verfuß, U.K., Sinclair, R.R., Sparling, C.E. 2019. A Review of Noise Abatement Systems for Offshore Wind Farm Construction Noise, and the Potential for their Application in Scottish Waters. Scottish Natural Heritage Research Report 1070.
- Zampolli, M., Nijhof, M.J., de Jong, C.A., Ainslie, M.A., Jansen, E.H., Quesson, B.A. (2013). Validation of finite element computations for the quantitative prediction of underwater noise from impact pile driving. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(1), 72-81.
- Weilgart, L. S. (2007). The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Canadian Journal of Zoology*, 85(11), 1091-1116.
- Weir 1, C. R., & Dolman 1, S. J. (2007). Comparative review of the regional marine mammal mitigation guidelines implemented during industrial seismic surveys, and guidance towards a worldwide standard. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 10(1), 1-27.
- Wilhelmsson, D., Thompson, R. C., Holmström, K., Lindén, O., Eriksson-Hägg, H. (2013). Marine pollution. *Managing Ocean Environments in a Changing Climate: Sustainability and Economic Perspectives*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 127-169.
- Williams, R., Wright, A. J., Ashe, E., Blight, L. K., Bruintjes, R., Canessa, R., ... Wale, M. A. (2015). Impacts of anthropogenic noise on marine life: Publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. *Ocean and Coastal Management*, 115, 17-24.

ÖZGEÇMİŞ

Lise : (2005-2009) Çorum Fatih Anadolu Lisesi
Lisans : (2010-2014) İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği
Çalıştığı kurum : (2017-Devam Ediyor) Dz.K.K.lığı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı.

Bilimsel etkinlikler :

a. Bildiriler:

Özçiftçi, E.B., Altıok, H., Çokacar, T. (2022). Türkiye Denizleri’nde İnsan Kaynaklı Darbeli Gürültülerin İncelenmesi. 5. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, 30 Mayıs – 3 Haziran 2022, Trabzon, Türkiye.

b. Proje çalışması:

TÜBİTAK 1001 (Proje no: 120Y190) ‘Türk Boğazlar Sistemi’nde Sualtı Gürültüsünün Analizi ve Modellenmesi’ konulu proje (2021-2023).



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



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	:EMİNE BETÜL ÖZÇİFTÇİ
ÖĞRENCİ NO	:3001190025
ÖĞRETİM YILI	:2021-2022
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI	:FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ
PROGRAM TÜRÜ	: YÜKSEK LİSANS (X) DOKTORA ()
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI	:DOÇ.DR. HÜSNE ALTIOK
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI	:
TEZ BAŞLIĞI	:TÜRKİYE DENİZLERİ'NDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam 108 sayfalık kısmına ilişkin, 26/07/2022 tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 7 'dir.

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

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

Gereğini arz ederim.

EMİNE BETÜL ÖZÇİFTÇİ

Tarih: 26/08/2022

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANISMAN ONAYI
UYGUNDUR / UYGUN DEĞİLDİR
Doç.Dr. Hüsne ALTIOK

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

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

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

TÜRKİYE DENİZLERİNDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ

Yazar Emine Betül Özçiftçi

Gönderim Tarihi: 26-Tem-2022 02:57PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1875417050

Dosya adı: E_DEN_ZLER_NDE_NSAN_KAYNAKLI_DARBEL_G_R_LT_LER_N_NCELENMES.docx (88.73M)

Kelime sayısı: 20954

Karakter sayısı: 137938

TÜRKİYE DENİZLERİNDE İNSAN KAYNAKLI DARBELİ GÜRÜLTÜLERİN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% **7**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **7**

İNTERNET KAYNAKLARI

% **1**

YAYINLAR

% **0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

webdosya.csb.gov.tr

İnternet Kaynağı

% **2**

2

www.ktu.edu.tr

İnternet Kaynağı

% **1**

3

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

% **1**

4

www.ospar.org

İnternet Kaynağı

<% **1**

5

www.mevzuat.biz.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**

6

kisi.deu.edu.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**

7

acikerisim.istanbul.edu.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**

8

polen.itu.edu.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**

9

ipfs.io

İnternet Kaynağı

<% **1**

10	www.savunmasanayi.org İnternet Kaynağı	<% 1
11	accobams.org İnternet Kaynağı	<% 1
12	link.springer.com İnternet Kaynağı	<% 1
13	Shane Guan, Robert Miner. "Underwater noise characterization of down-the-hole pile driving activities off Biorka Island, Alaska", Marine Pollution Bulletin, 2020 Yayın	<% 1
14	www.shodb.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	wedocs.unep.org İnternet Kaynağı	<% 1
16	www.tarimorman.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
17	www.va.minambiente.it İnternet Kaynağı	<% 1
18	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<% 1
19	onlinelibrary.wiley.com İnternet Kaynağı	<% 1
20	tudav.org İnternet Kaynağı	<% 1

21	ueaeprints.uea.ac.uk İnternet Kaynağı	<% 1
22	www.dogakoleji.com İnternet Kaynağı	<% 1
23	dspace.nbuv.gov.ua İnternet Kaynağı	<% 1
24	qsr2010.ospar.org İnternet Kaynağı	<% 1
25	www.vliz.be İnternet Kaynağı	<% 1
26	"Sustainability in the Maritime Domain", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Yayın	<% 1
27	"The Stockholm Declaration and Law of the Marine Environment", Brill, 2003 Yayın	<% 1
28	GÖKAŞAN, Erkan, TUR, Hüseyin, ECEVİTOĞLU, Berkan, GÖRÜM, Tolga, TÜRKER, Ahmet, TOK, Buğser and BİRKAN, Halim. "İstanbul Boğazı deniz tabanı morfolojisini denetleyen etkenler: Son buzul dönemi sonrası aşınma izlerinin kanıtları", Hacettepe Üniversitesi, 2006. Yayın	<% 1

Alıntıları çıkart

üzerinde

Eşleşmeleri çıkar

< 5 words

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde

