



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**BALIKÇI BARINAKLARINDAKİ SU ÜRÜNLERİ
KALINTILARININ DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİSİ VE
GİDERME YÖNTEMLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

İLHAME BATUR

Danışman
Prof. Dr. Yüksel ARDALI

SAMSUN
2023

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**BALIKÇI BARINAKLARINDAKİ SU ÜRÜNLERİ
KALINTILARININ DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİSİ VE
GİDERME YÖNTEMLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

İlhamе BATUR

Danışman

Prof.Dr.Yüksel ARDALI

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

İlhame BATUR tarafından, Prof. Dr. Yüksel ARDALI danışmanlığında hazırlanan “BALIKÇI BARINAKLARINDAKİ SU ÜRÜNLERİ KALINTILARININ DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİSİ VE GİDERME YÖNTEMLERİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 19.6.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Doç. Dr. Özgür BAYTUT Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyoloji Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Yüksel ARDALI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Oylum GÖKKURT BAKİ Sinop Üniversitesi Çevre Teknolojileri Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

22/06/ 2023
İlhame BATUR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : BALIKÇI BARINAKLARINDAKİ SU ÜRÜNLERİ
KALINTILARININ DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİSİ VE GİDERME YÖNTEMLERİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 22/06/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 23

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

22/06/2023
Prof. Dr. Yüksel ARDALI

ÖZET

BALIKÇI BARINAKLARINDAKİ SU ÜRÜNLERİ KALINTILARININ DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİSİ VE GİDERME YÖNTEMLERİ

İlhame BATUR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Haziran/2023

Danışman: Prof. Dr. Yüksel ARDALI

Dünyada hızla kirlenen doğal kaynakların başında sular gelmekte, denizler de bu hızlı kirlenmeden payını almaktadır. Denizlere deşarj edilen kirleticiler, ekosistemi olumsuz etkilemekte ve deniz ekosistemini korumak için acilen önlemler alınması gerekmektedir. Balıkçı Barınaklarında su ürünlerinin eldesinde gerçekleştirilen faaliyetler sonucu çevresel ve ekolojik açıdan olumsuz etkiler şimdiye kadar gözardı edilmiştir. Birçok balıkçı barınağı aynı zamanda hem fiziksel hem biyolojik kıyı çevresi üzerinde önemli çevresel etkilerin kaynağıdır. Çevre bilincinin arttığı günümüz dünyasında, balıkçı barınakları kıyı çevreleriyle uyumlu olarak planlanmalı ve yönetilmelidir.

Karadeniz bölgesinde balıkçı barınaklarında balık avlama sonucu kıyı bölgelerde balık artıkları ve yağ büyük problem yaratmaktadır. Bu çalışmada, balıkçı barınaklarındaki faaliyetler sonucu oluşan su ürünleri kalıntılarının giderimi için alternatif yöntemler incelenmiştir. Samsun’da balıkçı barınakları izlenerek Yakakent ve Canik ilçelerindeki balıkçı barınaklarının bulunduğu deniz ortamından örnekler alınmıştır. Balıkçılık faaliyetlerinin yoğun olduğu mevsimlerde deniz suyunun çözünmüş oksijen konsantrasyon neredeyse sıfırlara kadar düşmesi o bölgedeki ekolojik bozunmanın ne kadar etkin olduğunu göstermiştir. Deniz suyunda çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, yağ-gres, azot, fosfor analizleri gerçekleştirilmiştir. İzleme verilerinden balıkçı barınaklarında denizin balık artıkları ve yağdan olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Bu amaçla bu çalışmada balık artıklarından kaynaklanan yağ probleminin çözümünde fiziksel, kimyasal arıtım ile enerji dönüşüm alternatifleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Karadeniz, Balıkçı Barınağı, Deniz Kirliliği, Yağ Emisyonları, Kıyı Ekolojisi

ABSTRACT

THE EFFECT OF AQUACULTURE RESIDUES IN FISHING SHELTERS ON MARINE POLLUTION AND REMOVAL METHODS

İlhame BATUR

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Environmental Engineering

Master, June/2023

Supervisor: Prof. Dr. Yüksel ARDALI

Water is one of the most rapidly polluted natural resources in the world, and the seas also take their share from this rapid pollution. Pollutants discharged into the seas negatively affect the ecosystem and urgent measures are required to protect the marine ecosystem. As a result of the activities carried out in the Fishermen's Shelters in the production of fishery products, negative environmental and ecological effects have been ignored until now. Many fishing ports are also sources of significant environmental impacts on both the physical and biological coastal environment. In today's world where environmental awareness is increasing, fishermen's shelters should be planned and managed in harmony with coastal environments.

As a result of fishing in fishermen's shelters in the Black Sea region, fish residues and oil create a big problem in coastal areas. In this study, alternative methods for the removal of fisheries residues formed as a result of activities in fishermen's shelters were examined. By following the fishermen's shelters in Samsun, samples were taken from the marine environment where the fishermen's shelters are located in Yakakent and Canik districts. The fact that the dissolved oxygen concentration of sea water drops to almost zero during the seasons when fishing activities are intense has shown how effective the ecological degradation is in that region. Dissolved oxygen, chemical oxygen demand, oil-grease, nitrogen and phosphorus analyzes were carried out in sea water. From the monitoring data, it has been determined that the sea in the fishermen's shelters is adversely affected by fish residues and oil. For this purpose, in this study, physical, chemical treatment and energy conversion alternatives were evaluated in the solution of the oil problem caused by fish residues.

Keywords: Black Sea, Fisherman's Refuge, Marine Pollution, Oil Emissions, Coastal Ecology.

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma ile “Balıkçı Barınaklarındaki Su Ürünleri Kalıntılarının Deniz Kirliliğine Etkisi ve Giderme Yöntemleri” konusu ele alınmıştır.

Çalışmalarım boyunca her türlü destek ve imkanı sağlayan, bilgi tecrübe ve önerilerinden faydalandığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Yüksel ARDALI ’ya,

Tezin deneysel çalışmalarında, oluşturulmasında yardımlarını esirgemeyen araştırma görevlisi Bilge AYDIN ER’e

Hayatım boyunca destekleri ile her zaman yanımda olan annem Müzeyyen BATUR ve kardeşim Petek BATUR YILDIRIM’a,

Teşekkür ederim.

İlhame BATUR

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	11
2. GENEL BİLGİ	15
2.1. Karadeniz ve Deniz Kirliliği	15
2.1.1. Karadeniz	15
2.1.2. Deniz Kirliliği	15
2.1.2.1. Deniz Kirliliğinin Kaynakları	16
2.2. Karadeniz Kirliliği ile İlgili Uluslararası Sözleşmeler	17
2.3. Deniz Kirliliği ve Yasal Çerçeve	19
2.4. Balıkçı Barınakları	22
2.4.1. Dünya Balıkçı Barınakları	22
2.4.2. Türkiye Balıkçı Barınakları	25
2.4.3. Karadeniz’de Balıkçı Barınakları	26
2.5. Balıkçı Barınaklarındaki Başlıca Kirleticiler	29
2.6. Denizde Yapılan Balıkçılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Yağın, Fiziksel Olarak Giderimi	32
2.7. Denizde Yapılan Balıkçılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Yağın, Kimyasal Olarak Giderimi	33
2.8. Adsorban Malzemeler	35
2.9. Karadeniz Balıkçı Barınaklarındaki Balık Yağı Kirliliği	37
2.10. Su Ürünleri Yağından Biyodizel Üretimi	38
3. MATERYAL VE METOD	40
3.1. Deniz Suyundan Numune Alınan Bölgelerin Haritası	40
3.2. Deniz Suyundan Balık Yağı Arıtımı Çalışmaları	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	46
4.1. Deniz Suyu Numunelerinin Arıtım Sonuçları	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	65
ÖZ GEÇMİŞ	67

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

C_0	: Yağ Adsorbsiyonu Önceki Konsantrasyonu
C	: Yağ Adsorbsiyonu Konsantrasyonu
C_{60}	: 60'ıncı Dakikadaki Yağ Konsantrasyonu
M	: Adsorban Malzeme
Q	: Adsorblama Kapasitesi
E	: Yağ Giderim Verimi
N	: Azot
NH_3	: Amonyak
NH_4	: Amonyum
P	: Fosfor

KISALTMALAR

BM	: Birleşmiş Milletler
BMDHS	: Birleşmiş Miller Deniz Hukuku Sözleşmesi
BSC	: Karadeniz Komisyonu
BSIMAP	: Karadeniz Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
SEP	: Stratejik Eylem Planı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Balık Basıcı Su Pompası (fishboom) ile Suyun Denize Deşarjı	12
Şekil 1.2. Gemiden Karaya Balık Aktarımı Sonrası Kamyon Kasasındaki Suyun Denize Deşarjı.....	12
Şekil 1.3. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	13
Şekil 1.4. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	13
Şekil 1.5. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	13
Şekil 1.6. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	13
Şekil 1.7. Balık Basıcı Su Pompası ile Atık Su Denize Deşarjı.....	14
Şekil 2.1. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-a.....	23
Şekil 2.2. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-b.....	23
Şekil 2.3. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-c.....	24
Şekil 2.4. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-d.....	24
Şekil 2.5. Ötrofikasyon ile İlgili Faaliyetler Haritası	30
Şekil 2.6. 2015 Yılı Kış Dönemi Çözünmüş İnorganik Azot Haritası	30
Şekil 2.7. 2015 Yılı Kış Dönemi Karadeniz'deki Toplam Fosfor Seviyeleri Haritası	31
Şekil 2.8. 2015 Kış Dönemi TRIX Ötrofikasyon Endeks Sonuçları Haritası	31
Şekil 2.9. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	38
Şekil 2.10. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	38
Şekil 2.11. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	38
Şekil 2.12. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu	38
Şekil 3.1. Deniz Suyundan Numune Alınan Samsun İli Yakakent ve Canik Balıkçı Barınakları Konumu	40
Şekil 3.2. Balıkçı Barınağı Kirliliği	42
Şekil 3.3. Balıkçı Barınağından Alınan Yağlı Deniz Suyuna Adsorban Katılması	43
Şekil 3.4. Numuneye Adsorban Katıldıktan Sonra Karıştırıcıya Koyulması.....	44
Şekil 3.5. Numunenin Akvaryum Pompası ile Havalandırılması	44
Şekil 4.1. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile pH Değişimi ..	47
Şekil 4.2. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Redox Potansiyeli Değişimi.....	48
Şekil 4.3. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile ÇO Değişimi ..	49
Şekil 4.4. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Oksijen Doygunluk Değişimi	50
Şekil 4.5. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile İletkenlik Değişimi	50
Şekil 4.6. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Fosfor (P) Değişimi	51
Şekil 4.7. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Yağ Konsantrasyonu Değişimi	53

Şekil 4.8. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Yağ Giderim Verimi	53
Şekil 4.9. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Adsorblama Kapasitesi	54
Şekil 4.10. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu	55
Şekil 4.11. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyuna Adsorban Katılarak Yağ Giderim Verimi	55
Şekil 4.12. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Adsorblama Kapasitesi	56
Şekil 4.13. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası ÇO Miktarı	58
Şekil 4.14. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası Oksijen Doygunluğu	59
Şekil 4.15. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası Yağ Konsantrasyonu	59
Şekil 4.16. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası Yağ Giderim Verimi	60
Şekil 4.17. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu	61
Şekil 4.18. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Yağ Giderimi Verimi	61

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 2.1. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri	20
Tablo 2.2. Karadeniz Bölgesinde Bulunan Balıkçı Barınağı, Doğal Barınma Yeri ve Çekerek Yeri Bilgileri	26
Tablo 2.3. Karadeniz Balıkçılık Faaliyetleri Dağılımı	27
Tablo 2.4. Yat Turizmi Gelişimine Uygun Balıkçı Barınakları	28
Tablo 4.1. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyunun ve Filtrasyon Sonrası Su Kalite Değerleri	46
Tablo 4.2. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Arıtım Sonuçları	47
Tablo 4.3. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ konsantrasyonu, Yüzde Verimi, Adsorblama Kapasitesi	52
Tablo 4.4. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu ve giderim verimi	54
Tablo 4.5. Yakakent Balıkçı Barınağından Alınan Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Adsorblama Kapasitesi	56
Tablo 4.6. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Filtrasyon Sonrası Su Kalite Değerleri ...	57
Tablo 4.7. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu Havalandırma Sonrası Belirli Aralıklarla ÇO, Oksijen Doygunluk ve Yağ Konsantrasyonu ve Yüzde Verimi	58
Tablo 4.8. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu ve Yağ Giderimi Verimi	60

1. GİRİŞ

Her türlü kirleticinin denizlere deşarjı ile birlikte savunma mekanizmasının zayıf kaldığı noktalar da deniz kirliliği karşımıza çıkmaktadır. Deniz çevresinin kirlenmesi, canlı kaynaklara ve deniz hayatına zarar verme, insan sağlığı için tehlike oluşturmakta, balıkçılık ve denizcilik faaliyetlerini engellemekte, deniz suyunun kalitesinin bozulması ile beraber doğrudan veya dolaylı olarak her geçen gün denizlerin daha fazla kirlenmesine sebep olmaktadır. Denizleri korumak geleceğimizi korumak anlamına gelmektedir. Deniz çevresinin kirlenmesi ile ilgili sorunların çözümünde, önemli husus kirletici maddelerin özelliklerinden çok, kirlenmenin kaynağı oluşturmaktadır.

Balıkçı barınakları, balıkçı gemilerinin ve balıkçılık faaliyetlerinin yapıldığı kıyı yapılarıdır. Balıkçı barınaklarındaki yoğunluk nedeni ile can, mal, iş güvenliği ve çevresel riskler oluşmaktadır.

Karadeniz’de balıkçılık sezonunun açılınca gemi/teknele ile hamsi/çaça balığı avcılığı yapılarak balıkçı barınaklarına getirilmektedir. Bu balıkların bir kısmı tüketim için iç piyasaya, tüketime uygun olmayan kısmı ise balık çiftliklerinde yetiştirilen orkinos, levrek, çupra gibi balıklara yem, balık unu ve kanatlı hayvanlara küspe olmak üzere fabrikalara sevk edilmektedir.

Balıkçılıktan dönen teknelerin güverte ve ambarlarındaki balıkları, fishboom adı verilen “balık basıcı su pompası” ile kamyonların kasalarındaki tanklara basılmaktadır. Balıklar ile beraber kanlı/yağlı deniz suyu tanka dolmakta olup tankın içinde biriken su belli bir seviyeye geldiğinde ise vanalar açılarak atık su önce rıhtıma oradan da denize deşarj edilmektedir (Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.).

Denize bırakılan atık su nedeniyle yüzeyde kanlı/yağlı bir tabaka ve kötü koku oluşmakta ve çevredeki insanları rahatsız etmektedir. Avlanılan balık miktarının fazla olması durumunda bekletildiği alanda güneş ışığına maruz kalmakta ve bu balıkların yıkaması ile atık su ve kötü koku oluşmaktadır. Bu atıklardan oluşan tabaka, balıkçı barınakları kıyısında bulunan duvarlara ve kumsala bulaşmakta görüntü kirliliği ve kötü koku oluşturmaktadır. Ayrıca kanlı/yağlı suyun deniz yüzeyini kaplaması ile sudaki oksijen miktarı azalmakta bunun sonucu olarak balıkçı barınağı içerisinde canlı yaşamı azalmaktadır.



Şekil 1.1. Balık Basıcı Su Pompası (fishboom) ile Suyun Denize Deşarjı



Şekil 1.2. Gemiden Karaya Balık Aktarımı Sonrası Kamyon Kasasındaki Suyun Denize Deşarjı

Karadeniz'in işlek balıkçı barınaklarından biri olan Yakakent/Samsun balıkçı barınağında hamsi/çaça balığı kalıntıları içeren atık su kirliliği Şekil 1.3 ile Şekil 1.6 arasında görülmektedir.



Şekil 1.3. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu



Şekil 1.4. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu



Şekil 1.5. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu



Şekil 1.6. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu

Bu görüntülerin oluşmasını engellemek için balık basıcı su pompası yerine başka yöntemlerle balıkların aktarılması oluşacak kirliliği önleyebilecektir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Balık Basıcı Su Pompası ile Atık Su Denize Deşarjı

Gemi ve teknelerden kaynaklı petrol, yağ/gres sızıntılarının temizlenmesi için sorbent (emici) gibi belirli malzemelerin adsorpsiyon ve/veya absorpsiyon özelliklerinden yararlanılır. Sorbsiyon, yağı sıvı halden yarı katı veya katı haldeki bir maddeye dönüştürmeye yardımcı olur, böylece yağı su yüzeyinden uzaklaştırır. Belirli bir malzemenin iyi bir sorbent olarak kabul edilebilmesi için, sorblama kapasitesi yüzey alanıyla orantılı olduğundan, geniş bir yüzey alanına sahip olmalıdır (Ardalı, 1990).

2. GENEL BİLGİ

2.1. Karadeniz ve Deniz Kirliliği

2.1.1. Karadeniz

Karadeniz, en derin noktası 2 km'nin üzerinde derinliğe sahip, 423.000 km²'yi kaplamaktadır. Karayla çevrili olan Karadeniz'in okyanuslarla tek bağlantısı, Karadeniz'i Akdeniz'e bağlayan İstanbul Boğazı'dır (Anonim, 2018).

Karadeniz su hacminin %85-90 kadarı doğal olarak hipoksik/anoksik kabul edilmektedir. Karadeniz'in yalnızca yüzeyden 100 m'lik bölümünün yaşama izin verecek ölçüde oksijen barındırmaktadır. Bu derinliğin altında, oksijen eksikliği sorun olmasaydı bile hemen hemen bütün canlıları öldürmek için yeterli derişimde hidrojen sülfür bulunmaktadır (Anonim, 2018).

Türkiye'nin 246.525 km² 'lik alanı Karadeniz'e drene olmaktadır. Bu alan Sakarya, Kızılırmak, Filyos, Yeşilırmak, Çoruh gibi 5 büyük nehir olmak üzere 18 nehir tarafından drene edilmektedir. Bu nehirlerden kaynaklanan kirletici yükleri ve büyük çaplı doğrudan deşarjlar da rapor edilmektedir (Anonim, 2018).

2.1.2. Deniz Kirliliği

Birleşmiş Milletler'in deniz kirliliği tanımı, “Deniz kirliliği canlı kaynaklara zarar verme, insan sağlığı için tehlike oluşturma, balıkçılık dahil denizcilik faaliyetlerini engelleme, deniz suyunun niteliğini bozma ve güzelliklerini azaltma gibi zararlı etkileri olan bir madde veya enerjinin insanlar tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak, haliçler dahil deniz çevresine sokulmasıdır” (Fitöz, 2004).

Deniz kirlenmesine yönelik yapılan bu tanımlama 1982 tarihli Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi'nde (BMDHS) daha da geliştirilmiştir. 1982 BMDHS'nin birinci maddesinin dördüncü paragrafındaki tanıma göre; “Deniz çevresinin kirlenmesi, canlı kaynaklara ve deniz hayatı için zararlı olma, insan sağlığı için tehlikeler oluşturma, balıkçılık ve denizin diğer meşru kullanımları da dahil olmak üzere denizcilik faaliyetleri için engel olma, deniz suyunun kullanılma kalitesinin bozulması ve güzelliğinin azaltılması gibi tesirlere yol açan veya yol açması ihtimali olan maddelerin ve enerjinin insan tarafından, doğrudan veya dolaylı olarak haliçler de dahil deniz çevresine getirilmesi anlamına gelmektedir” (Fitöz, 2004).

Okyanusların ve kıyı bölgelerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunu değiştirebilir, denizdeki yaban hayatı ve ekosistemler ile bunlara bağlı balıkçılık ve turizm gibi endüstriler ve geçim kaynakları için bir tehdit oluşturabilir. Zehirli kimyasallar ayrıca besin zincirinde yoğunlaşır ve insan sağlığını etkileyebilir.

Ülkemizin üç tarafını çevreleyen denizlerimiz ulaşım, balıkçılık ve turizm faaliyetleri gibi birçok amaca hizmet etmekte olup sosyo-ekonomik açıdan çok büyük öneme sahiptir. Bununla birlikte kıyı alanlarındaki kirliliğin artması, sanayileşme sonucu ortaya çıkan deniz kirliliği, aşırı düzeyde balık avcılığı ve balıkçılık faaliyeti ile deniz ekosistemlerinin tahribatı, dünyanın geri kalanında olduğu gibi bizim ülkemizin de gündemindeki en önemli çevre problemleridir. Denizlerdeki biyoçeşitlilik azalmakta; habitatlar zarar görmekte, tehlikeli maddeler ve nutrientler ile kirlenmeye neden olmaktadır.

2.1.2.1. Deniz Kirliliğinin Kaynakları

Gemicilik faaliyetleri, denizlerin kirlenmesinde önemli bir rol oynar. Örneğin, denizcilik faaliyetlerinin büyük bir kısmı, yakıt olarak petrol kullanılan gemilerle yürütüldüğü için bu gemilerin sintine suları deniz çevresinin kirlenmesine neden olmaktadır. Bunlar dışında, kimyasal maddeler, sıvılaştırılmış gaz, radyoaktif maddeler gibi tehlike arz eden yükler deniz çevresinin kirlenmesine neden olan diğer yüklerdendir.

Çatma, karaya oturma, yangın ve patlamalar sonucunda, kısaca kazalarla denize dökülen bu maddeler, kirlenme meydana getirirler. Denizlere depolamanın, karasal kökenli deniz kirliliğinin bir uzantısı olarak düşünülebilirse de bunun karasal kökenli kirlenmeden ayrı düşünülmesinde fayda vardır. Çünkü depolamanın meydana geldiği alanlar, devletin yetkisi açısından kara kökenli kirlenmeye göre tamamen ve açıkça farklı olan deniz alanlarıdır. Denize depolanan maddeler radyoaktif maddeler, askeri mühimmat (silahlar ve patlayıcılar dâhil), deniz dibinin taranması ile açığa çıkan birikintiler, kanalizasyonla taşınan pislikler, sanayi atıkları, inşaat ve yıkım enkazları gelmektedir.

Denizde petrol ya da doğalgaz aranması veya bunların işletilmesi denizde kirlenmeye neden olmaktadır. Bu tür faaliyetlerden doğan kirlenme, deniz yatağındaki petrol arama kuyularında meydana gelen patlamalardan, gemilerin bu faaliyetlerin yürütüldüğü alanlardaki tesislere çarpmasından, deniz yatağında

Çıkarılan petrol ya da doğal gazlı, borular vasıtası ile kıyıdaki veya kıyı açığındaki tesislere taşınmasından ileri gelmektedir. Kirlenme ise genellikle, gemilerde kirlenme vakalarının çoğunluğunda olduğu gibi petrolle sıvanmış tabakaların denizi ve etraftaki canlı, cansız her şeyi kaplaması şeklinde görülür.

Deniz kirlenmesinin kaynakları içinde en önemli yeri karasal kökenli kirleticiler tutar. Karasal kökenli deniz kirlenmesi, insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Denizlere veya nehirlerle deşarj edilen kanalizasyon ve sanayi atıkları, gübre ve ilaçların topraktan sızarak nehirlerle karışması, kıyı ya inşa edilen santrallerden çıkan ısıtma suları, bacalardan çıkan her türlü duman ve araba egzozlarından çıkan gazın havaya karışması, tarımda havadan püskürtülen kimyasal ilaçlar nihai olarak denizlerde kirlenmeye neden olmaktadır.

2.2. Karadeniz Kirliliği ile İlgili Uluslararası Sözleşmeler

Karadeniz Komisyonu (BSC-Black Sea Commission) 1992 yılında Karadeniz'e kıyısı olan altı ülkenin Bükreş Sözleşmesi'ni imzalamasıyla kurulmuştur. Karadeniz Komisyonunda sözleşmeye taraf olan altı ülkeden birer ye bulunmakta, Komisyon Başkanlığı ise yıllık olarak taraf devletler arasında değişmektedir. BSC, koordine etmekle birlikte çeşitli amaçlar çerçevesinde kurgulanmıştır:

- Bölgesel izleme ve değerlendirme programlarına yönelik ortak ilkeler temelinde fikir birliğine varılması,
- Değerlendirme metodolojileri, analiz teknikleri, rapor formatlarının uyumlulaştırılması,
- İzleme sonuçlarını değerlendirme usulleriyle bütünleştirmek üzere ortak mekanizmalar kurulması,
- BSC'nin karar alma süreçlerini destekleyen yeni veriler/bilgiler temin edilmesi.

Bükreş Sözleşmesi Karadeniz Deniz evresinin Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokole (1992) göre Taraf lkeler, Karadeniz deniz çevresinin kara kökenli kaynaklardan kirlenmesi önleyecek, azaltacak ve kontrol edeceklerdir.

Karadeniz Deniz evresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesine Karşı Acil Durumlarda Yapılacak İşbirliğine Dair Protokol, Karadeniz Acil Durum Eylem Planı 2003 yılında kabul edilmiştir. Bu protokol uyarınca, taraf lkeler Karadeniz'in deniz çevresinin acil durumlardan kaynaklanan kirlenmesinin

önlenmesi, azaltılması ve kirlilikle mücadele edilebilmesi için işbirliği yapılacaktır. Acil müdahale protokolü gereğince hazırlanan Karadeniz Acil Müdahale Planı, “Petrol Kirlenmesine Müdahale” ve “Petrol Dışındaki Zararlı Maddelerle Kirlenmeye Müdahale” olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Karadeniz acil müdahale planı muhtemel bir kazada taraf ülkeler arasındaki işbirliği ve karşılıklı yardımın sağlanmasını hedeflemektedir.

Karadeniz’de Biyolojik Çeşitlilik ve Peyzajın Korunmasına İlişkin Protokol Karadeniz ülkelerinin doğal, tarihsel, kültürel ve estetik kaynaklarının ve mirasının bugünkü ve gelecekteki nesiller açısından korunması, muhafazası ve sürdürülebilir şekilde yönetimi için gerekli çevresel politikaların, stratejilerin ve tedbirlerin geliştirilmesi, uyumlarının sağlanması ve yürürlüğe konulması için yasal bir araç olarak işlev görmesini amaçlamaktadır. Bunlara ek olarak BSC, 7 danışma grubu tarafından da desteklenmektedir:

- Gemi taşımacılığının çevre güvenliğiyle ilişkili boyutları
- Kirlilik izleme ve değerlendirme
- Kara kökenli kaynaklardan kirlenmenin kontrolü
- Bilgi ve veri alışverişi
- Entegre kıyı bölgesi yönetimi
- Biyolojik çeşitliliğin korunması
- Balıkçılık ve diğer canlı deniz kaynakları

Karadeniz için iki Stratejik Eylem Planı oluşturulmuş ve Karadeniz’e kıyısı olan altı devlet tarafından ilk olarak 1996’da imzalanmıştır. Bu plan en büyük dört sorunu ele almakta ve bu sorunlara ilişkin bir dizi önlem/eylem/hedef sıralamaktadır. Bunlar;

- Besin zenginleşmesi/ötrofikasyon
- Ticari değere sahip canlı deniz kaynaklarındaki değişimler
- Petrol dahil kimyasal kirlilik ve
- Yabancı türlerin girişi dahil biyoçeşitlilikteki değişimlerdir.

2.3. Deniz Kirliliği ve Yasal Çerçeve

Çevre ile ilgili yasal çerçeve, 1970’li yıllarda Türkiye’de kentleşmenin başlamasıyla beraber çevre sorunlarıyla başa çıkmak için hazırlanan yasal düzenlemeler ile tanımlanmaya başlanmış olup 1982 Anayasası ve Çevre Kanununun kabulü ile birlikte “çevre hukuku”, sistem içerisindeki yeni ve bağımsız bir alan olarak tanınmaya başlanmıştır. Türkiye’de geçerli olan çevre mevzuatı, büyük ölçüde, Anayasanın çevre ile doğrudan ilgili olan 56’ncı maddesi ile çevre ile doğrudan ilgisi bulunmayan diğer maddelerden, 2872 sayılı Çevre Kanunundan ve ilgili yönetmelik ve diğer hukuki düzenlemelerden oluşmaktadır (Anonim, 1983).

2872 sayılı Çevre Kanunu’nun “Kirlenme yasağı” başlıklı 8. Maddesine göre: ”Her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır. Kirlenme ihtimalinin bulunduğu durumlarda ilgililer kirlenmeyi önlemekle; kirlenmenin meydana geldiği hallerde kirlenen, kirlenmeyi durdurmak, kirlenmenin etkilerini gidermek veya azaltmak için gerekli tedbirleri almakla yükümlüdürler (Anonim, 1983).

Atık Yönetimi ile ilgili ulusal mevzuat çok kapsamlı olup, bu mevzuat kıyı ve deniz alanlarını da kapsamaktadır. Marina ve limanlarda atık yönetimi konusunda yasal sistem ancak balıkçı barınakları bu sistemine dahil edilmemiştir.

Marina ve limanlarda atık alma konusunda sistem oturmuş durumdadır, ancak balıkçı barınakları için bu sistem çok etkin değildir. Bu sistemin güçlendirilmesi gerekmektedir. Liman atık kabul tesislerine lisans verilerek, gemilerin atıklarını liman atık kabul tesislerine vermesi zorunlu tutulmuştur.

Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Madde 24’e göre, karasularımızda tarifeli sefer yapan gemilerin yolcu almak için yanaştığı limanların, balıkçı barınaklarının ve yat yanaşma kapasitesi elli yat altında olan yat limanlarının yöneticileri lisans almak zorunda değildir. Ancak bu limanlar hizmet verdikleri gemilerden atıklarını alabilecek kapasitede atık kabul tesislerine sahip olmak zorundadırlar. Bu kapasite ve kriterler Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü tarafından belirlenir (Anonim, 2004a).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nin “Denizler ile ilgili kirlenme yasakları”

23. Maddesi “Kirletici etkileri doğuran her türlü deniz ve kıyı suyu kullanımı ile boşaltımlar tamamen yasaklanmış veya izne bağlanmıştır.

Türkiye’nin karasularına doğrudan yapılacak deşarj ve atık deşarjlarının izinsiz yapılmasına getirilen yasaklama hükümleri, ülkenin ekonomik kullanım hakkı olan sulara dışardan gelecek dolaylı etkileri de ihtiva eder. Bu tür durumlarda İdare, bu etkileri yaratan veya yaratma tehdidini oluşturanlara karşı gerekli tedbirleri alır (Anonim, 2004b).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nin, 23. maddesinin b bendine göre Türkiye’nin hükümrancılık bölgesine giren denizlerde; gemilerden çöp, petrol ve petrol türevleri ile bunlarla bulaşık sintonine suları, kirli balast suları, slaç, slop, yağ ve benzeri katı ve sıvı atıkların, her türlü kargo artıklarının ve bu denizler üzerindeki hava sahasında seyreden uçakların atıklarının boşaltılması yasaktır (Anonim,2004).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin, 23. maddesinin g bendine göre: Balıkçılıkla ilgili olarak yapılan, su ürünleri ekimi ve balık, sünger ve diğer su ürünleri kalıntılarının geri boşaltımı ve buna benzer işlemlerin liman, koy ve körfezlerde Bakanlığın uygun görüşü alınmadan yapılması yasaktır (Anonim,2004) Tablo 2.1’de Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nin Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri’ne ait limit değerleri verilmektedir.

Tablo 2.1. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri (Anonim, 2004)

Parametre	Kriter	Düşünceler
pH	6.0-9.0	-
Renk ve bulanıklık	Doğal	Doğal su içi yaşam için gerekli fotosentez aktivitesinin, ölçüm derinliğindeki normal değerinin %90’dan fazla etkilenmeyecek kadar olmalıdır.
Yüzer madde		Yüzer halde yağ, katran vb. sıvılarla çöp vb. sıvılarla çöp vb. katı maddeler bulunamaz.
Askıda katı madde 30 (mg/L)		-
Çözünmüş Oksijen Doygunluğun (mg/L)	%90’ından fazla	Çözünmüş oksijen değerleri derinlik boyunca izlenmelidir.
Parçalanabilir organik kirleticiler	-	Seyreldikten sonra çözünmüş oksijen varlığını yukarıda öngörülen değerden daha fazla tehlikeye düşürecek miktarda olmamalıdır.

Ham petrol ve petrol türevleri (mg/L)	0.003	Su, biyota ve sedimanda ayrı değerlendirilmeli ve tercihan hiç bulunmamalıdır.
Radyoaktivite	-	Söz konusu deniz ortamına ait doğal radyoaktivite tür ve seviyeleri aşılmayacaktır. Yapay radyoaktivite ölçülmeyecek düzeyde bulunacaktır.
Üretkenlik	-	Söz konusu deniz ortamına ait mevsimsel üretkenlik seviyeleri korunacaktır.
Zehirlilik	Bulunmayacak	
Fenoller (mg/L)	0.001	
Çeşitli ağır metaller		
Bakır (mg/L)	0.01	
Kadmiyum (mg/L)	0.01	
Krom (mg/L)	0.1	
Kurşun (mg/L)	0.1	
Nikel (mg/L)	0.1	
Çinko (mg/L)	0.1	
Civa (mg/L)	0.004	
Arsenik (mg/L)	0.1	
Amonyak (mg/L)	0.02	

Su Ürünleri Kanunu kapsamında çıkarılan, Su Ürünleri Yönetmeliği'nin "Taze Ürünlerin İşlenmesi İle ilgili Teknik Şartlar" 27. Maddesine göre "Taze su ürünlerinin muhafazası ve dağıtımı için kullanılan konteynerler, ürünleri kontaminasyondan koruyacak ve eriyen suyun tahliyesini sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Tahliye sistemlerinin bulunmaması durumunda bu atıklar, kapaklı ve tam sızdırmaz bir şekilde ve kolayca temizlenebilen ve dezenfekte edilebilen kaplar içerisinde muhafaza edilmelidir. Atıklar, biriktirilmemelidir. Atık kapları gün sonunda sistemli bir şekilde tanklara veya kapalı sızdırmaz yerlere boşaltılmalıdır. Atıklarla temas olması durumunda kaplar, konteynerler ve ortam her kullanımdan sonra iyice temizlenmeli ve gerektiği durumda dezenfekte edilmelidir" (Anonim, 1971).

Balıkçı Barınakları Yönetmeliği'nin İşletme Esasları 9. Maddesi f bendine göre "Karada ve denizde çevre kirliliğini önleyici tedbirleri alır ve aldırır. Barınağın tekne kapasitesini karşılayacak büyüklükte katı atık, atık yağ, sintine suları ve evsel sularını toplayacak hareketli konteynır bulundurulmasını, bu atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesini veya bertaraf için ilgili yerlere taşınmasını

sağlar. Balıkçı gemilerinin bakım ve onarımlarında, çevre ve su kirliliği yaratmayacak malzemelerin kullanımını sağlar (Anonim, 1989).

Gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğinin tespiti için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Gemi Kaynaklı Deniz Kirliliği Denetim Yetkisinin Devri Hakkında 2023/3 sayılı Genelge ile Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı bağlısı Liman Başkanlıkları, (yat limanları ile balıkçı barınakları hariç olmak üzere limanlar ve liman başkanlığı yetkisinde bulunan diğer iskele ve rıhtımlarda, mendirek olmayan limanlarda iskelenin veya rıhtımın her noktasından 1 deniz miline kadar deniz alanlarında), İçişleri Bakanlığı bağlısı Sahil Güvenlik Komutanlığı, (Liman Başkanlığı yetki alanı ve 2023/3 sayılı Yetki Devri Ek-1 alanlarının dışında kalan tüm deniz alanlarında), Türkiye Çevre Ajansı, Antalya Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Mersin Büyükşehir Belediye Başkanlığı, (2023/3 sayılı Yetki Devri Ek-1’inde belirlenmiş deniz alanlarında) yetki konularına göre 2872 sayılı Çevre Kanunu hükümlerine uyulup uyulmadığına ilişkin denetim yapma ve tespit edilen ihlallere ilişkin uygulanacak idari yaptırım, ihlalin tespiti için havadan, karadan ve denizden kontrol etme ve izleme usulleri kapsamaktadır (Anonim, 2023a).

Kirliliğin kara kaynaklı olması durumunda ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri tarafından müdahale edilmektedir.

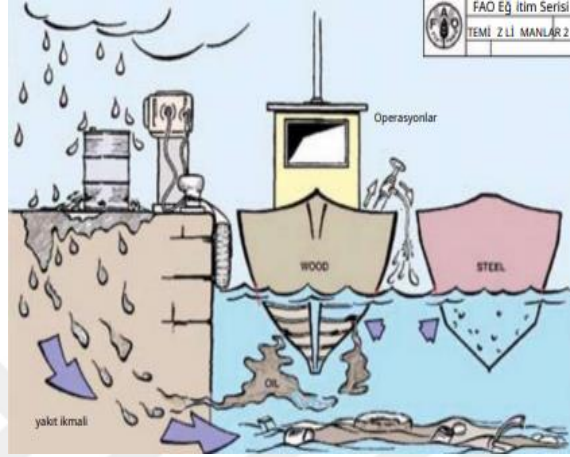
2.4. Balıkçı Barınakları

2.4.1. Dünya Balıkçı Barınakları

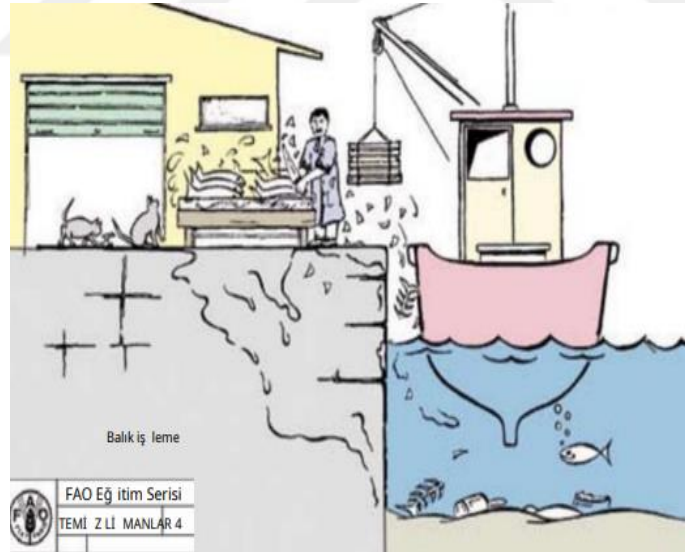
Dünyanın birçok ülkesinde balıkçı barınaklarının kurulması, işletilmesinde değişik bakış açıları bulunmaktadır. Bu bakış açıları farklı ülkeler arasında değişim göstermiş olduğu gibi bölgesel olarak da değişiklikler göstermektedir. FAO, balıkçı barınakları ile ilgili kriterleri belirlerken barınakların büyüklüklerine göre sınıflara ayrılmaktadır. Küçük barınma yerleri ilk sırada gelirken, kıyı ve açık deniz balıkçılığı için barınaklar ayrılmaktadır. Hazırlanmış olan bu dokümanda suyun önemi, hijyen ve sağlık kuralları önem arz etmektedir (Sciortino, 2010).

Balıkçı barınaklarını dünyanın farklı bölgeleriyle uyumlu hale getirmek için FAO Eğitim Serisi ile 31 adet karikatür hazırlanmıştır. Örnek olarak 4 adedi aşağıda verilmiştir. Ağaç ve çelik gövdeli balıkçı gemilerinin deforme olması bölünmesi ve akaryakıtın akma tehlikesi oluşturduğu Şekil 2.1’de, liman deniz kenarında balıkların ayıklanması sonucu sağlık tehlikesi oluşturmakta ve tehlikeli haşereleri çekmekte

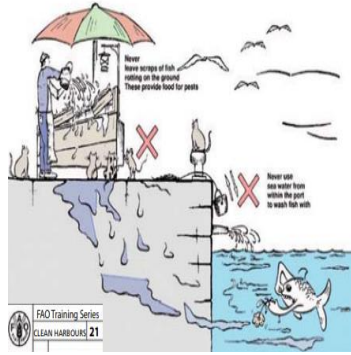
olduğu, Şekil 2.2’de, yanlış balık temizleme tekniklerini ve limandan gelen kirli suyu kullanılırken zararlıları, hastalık çeken balık artıklarının çöpe atıldığı, Şekil 2.3’de, yanlış balık temizleme tekniklerini limandan gelen kirli suyu kullanıyor ve zararlıları, hastalık çeken balık artıklarının ve yağlı suyun denize boşaltıldığı, Şekil 2.4’de, tehlikeli maddelerin besin zincirine nasıl girdiği, görülmektedir (Sciortino, 2010).



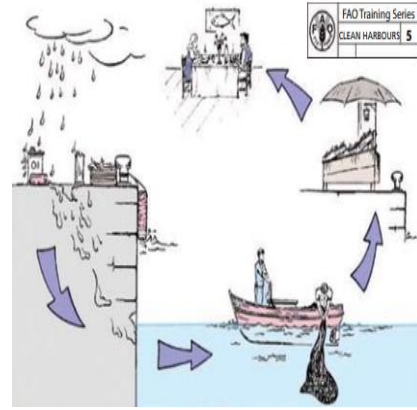
Şekil 2.1. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-a



Şekil 2.2. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-b



Şekil 2.3. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-c



Şekil 2.4. FAO Eğitim Serisi Karikatürü-d

Gelişmiş ülkelerde balıkçı barınaklarının inşası, işletilmesi ve tüm mühendislik uygulamalarında çevre denetimleri zorunludur. Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle daha az katı düzenlemeleri olan ülkelerde, yeni bir liman planlanırken veya mevcut bir tesisi yeniden şekillendirirken çevre denetimlerini gerçekleştirmenin anlamı bazen tam olarak anlaşılmamakta, denetim gereksiz veya maliyet nedeni ile bir engel olarak değerlendirilebilmektedir (Anonim, 2018).

Dünya da genel olarak, çoğu balıkçı barınağı bağlantı onayı alınarak ana şebekeye bağlanmaktadır. Ancak bazı gelişmekte olan ülkelerde deniz suyu, kirlenmiş olabilen göller, nehirler veya yeraltı akiferleri gibi yerel kaynaklardan sağlanır. Bu gerçek tek başına bir balıkçı barınağı planlayıcısının su kalitesi standartlarını, su kaynağında bulunabilecek kirletici türlerini ve bu kirleticilerin en olası kaynaklarını anlamasını hayati derecede önemli kılmaktadır.

Ayrıca, pek çok gelişmekte olan ülkede bazı balıkçı barınaklarında ve çevresinde içilebilir suyun kıtlığı nedeniyle, kıyıya dayalı faaliyetlerde ham deniz suyu genellikle tatlı suyun yerini almaktadır (Anonim, 2018).

Balıkçı barınakları Avrupa ülkeleri için genelde özel bir statüye sahip değildir. Tüm deniz taşıtlarının kullandığı limanlardır. Amaç ve ihtiyaca göre genel liman alanının bir kısmı balıkçılar tarafından kullanılmaktadır (Akar, 2017).

2.4.2. Türkiye Balıkçı Barınakları

Ülkemizde 13.12.1996 tarihli 22846 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Balıkçı Barınakları Yönetmeliği'nde Her türlü balıkçı gemilerine hizmet vermek maksadı ile mendirekler ile korunmuş, yeterli havuz ve geri saha ile barınacak gemilerin manevra yapabilecekleri su alanı ve derinliğe sahip, yükleme, boşaltma, bağlama rıhtımları ile suyu, elektriği, ağ kurtarma sahası, satış yeri, idare binası, ön soğutma ve çekek yeri bulunan, büyüklüğüne ve sağladığı imkânlarla göre balıkçı limanı, barınma yeri veya çekek yeri olarak adlandırılan kıyı yapıları balıkçı barınağı olarak tanımlanmıştır (Anonim, 1989).

Barınma yeri, çeşitli boy ve su kesimindeki balıkçı gemilerinin kötü hava şartlarında barınmaları maksadıyla mendireklerle çevrilmiş bulunan ve barınacak gemilerin manevra yapabilecekleri kadar su alanı ve derinliğe sahip, faydalanan gemilerin demirlenerek veya bağlanarak belli zamanlarda konakladıkları, önemli bir alt ve üst yapısı bulunmayan kıyı yapısıdır (Anonim, 1989).

Çekerek yeri, balıkçı barınakları içerisinde veya müstakil olarak mendireklerle korunmuş ya da dalga tesiri olmayan koy, göl ve nehirler gibi doğal ortamlarda balıkçı gemilerinin bakım ve onarımlarının yapılabilmesi için karaya alınmalarına imkan sağlayan, teçhizatı ve/veya ekipmanı bulunan ve karaya alındıktan sonra da bakım ve onarım çalışmalarına yetecek kadar kumsal, dolgu alanı veya betonlanmış meyilli alana sahip olan kıyı yapısıdır (Anonim, 1989).

Balıkçı Barınakları Yönetmeliği Madde-8'e göre Balıkçı barınakları sınırları, yüzölçümü, üst yapı tesislerinin gösterildiği vaziyet planıyla birlikte, Bakanlık ile Ulaştırma Bakanlığının olumlu görüşlerine dayanılarak, Maliye Bakanlığınca öncelikle balıkçı barınağının mülki idare sınırları içerisinde bulunan ve ortakları orada ikamet eden, en az on iki aydan beri faaliyette bulunan, münhasıran su ürünleri ile iştigal eden ve otuz günlük ilan süresi içerisinde kiralamak için müracaat eden su ürünleri kooperatif veya kooperatif birliklerine, on yıldan az ve yirmi beş yıldan fazla olmamak üzere açık pazarlık usulüyle kiraya verilir (Anonim, 1989).

Balıkçı Barınakları Yönetmeliği Madde-21'e göre ise Maliye Bakanlığı tarafından bu Yönetmeliğinin 8. maddesine göre kiraya verilinceye kadar, tesisin işletme ve idaresi Tarım İl Müdürlüğünce gerçekleştirilir (Anonim, 1989).

Türkiye'nin üç tarafının denizler ile çevrili olması, denizde su ürünleri

yetiştiricilik faaliyetleri konusunda çok önemli bir avantaj sağlamaktadır. Türkiye’de deniz balıkçılığı açısından Karadeniz ilk sırada gelmektedir. Türkiye’de yapılan su ürünleri balıkçılık faaliyetleri sonucunda elde ettiği su ürünleri miktarının %80-85’lik kısmı Karadeniz’den sağlanmaktadır (Çımat, 2018).

Deniz, seyir emniyet ve güvenliğinin sağlanması Sahil Güvenlik Komutanlığı, kara ile denizin birleşim noktasından itibaren tüm deniz alanları ve bu alanlar içerisinde bulunan liman tesisleri ve bunlara hizmet veren diğer tesisler, marina, balıkçı barınağı, çekek yeri, dalyan, iskele, rıhtım ve benzeri kıyı tesisleri ile demir yerleri dâhil olmak üzere Türkiye Cumhuriyeti’nin bütün sahillerinde, iç suları olan Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında, liman ve körfezlerinde, karasularında, akarsuların denize döküldüğü yerden itibaren sahil güvenlik gemi ve botlarının girebileceği veya ulaşabildiği akarsu içlerinde, münhasır ekonomik bölgesinde, ulusal ve uluslararası hukuk kuralları uyarınca egemenlik ve denetimi altında bulunan deniz alanları ile hükümlerlik haklarının korunmasına ilişkin görevler kapsamında uluslararası sularda ve uluslararası sözleşmeler çerçevesinde Uluslararası Denizcilik Örgütüne deklare edilen Türk arama kurtarma bölgesi içerisinde kalan karasuları ile uluslararası sularda görevli ve sorumludur.

2.4.3. Karadeniz’de Balıkçı Barınakları

Tarım ve Orman Bakanlığının yayımladığı balıkçılık kıyı yapıları envanterine göre Karadeniz Bölgesinde bulunan balıkçı barınağı, doğal barınma yeri ve çekek yeri bilgileri aşağıda Tablo 2.2’de olduğu gibidir.

Tablo 2.2. Karadeniz Bölgesinde Bulunan Balıkçı Barınağı, Doğal Barınma Yeri ve Çekkek Yeri Bilgileri (Anonim, 2021)

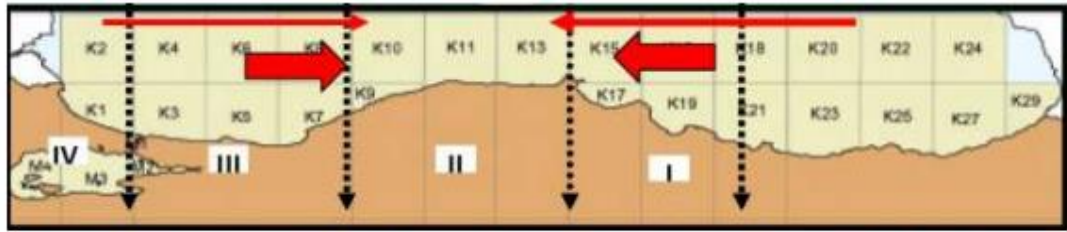
	Balıkçı Barınağı	Doğal Barınma Yeri	Çekkek Yeri
Bartın	3	-	-
Düzce	2	1	-
Kastamonu	10	-	-
Sakarya	1	1	-
Samsun	5	-	-
Sinop	5	4	-
Zonguldak	5	-	-
Artvin	3	5	-
Giresun	4	-	21

Ordu	9	1	2
Rize	13	3	23
Trabzon	15	1	13
Toplam	72	16	59

Karadeniz’de son yıllara kadar hamsi avcılığı genel olarak yılın Kasım ile Şubat ayları arasında yoğun olarak yapılmaktadır. Şubat ayında azalan hamsi av miktarı özellikle ortasu trolü ile yapılan avcılığı, çaça balığı üzerine yönlendirmiştir. Bölgede çaça avcılığı genellikle Şubat sonu ve Mayıs ayına kadar etkin bir şekilde devam etmektedir. Ancak son birkaç yıldır hamsi avcılığının Eylül sonu Ekim başı gibi başlaması ve avcılığın yapıldığı sürenin kısılması nedeniyle balık unu-yağı fabrikalarının üretim kapasitesini ve gün sayısını etkilemiştir. Bu nedenle sektördeki hamsinin tek alternatifi çaça balığı daha bir önem kazanmıştır. Çaça balığı hamsinin az avlandığı dönemlerde hem balıkçılık üretimine hem de balık unu-yağı üretimine büyük katkılar sağlamıştır (Bayraklı, 2019).

Karadeniz balıkçılık faaliyetlerin dağılımı Tablo 2.3’de sunulmuştur (Anonim 2018).

Tablo 2.3. Karadeniz Balıkçılık Faaliyetleri Dağılımı (Anonim 2018)



Yöntem	Batı Karadeniz - 2	Batı Karadeniz - 1	Samsun sahanlığı	Doğu Karadeniz
Barbun avı amaçlı dip trolü	Şile-Kefken-Karasu-K. Ereğlisi en verimli alanlar	Hem sayı hem de boyut açısından Karadeniz filosunun en düşüğü	Dip trolü, boyut ve teknoloji açısından iyi gelişmiş	Dip trolü yasak
İstanbul Boğazi’ndan göç eden pelajik balıkların amaçlayan mevsimsel balıkçılık	Sahanlık geniş ve Sakarya Nehri’nce beslenmekte	Kalkan ve palamut için ağ atma ve sıkı dokunmuş ağ kurma	Çaça, hamsi ve istavrit için dip/pelajik trol avcılığı	Ağ ve gırgır ağ atma
Kalkan amaçlı ağların kurulması	En büyük ikinci filo	Trol avcılığı gelişmemiş	Rapana avı yaygın	
Lüfer amaçlı sıkı dokunmuş ağ atma	Trol, hidrolik dreçleme	Bölgede, genel anlamda komşu bölgelerden gelen trol avcılar tarafından balık avlanmakta	Ekosistem zengin ve balıkçılığı desteklemekte	
	Kabuklu (midye) avı	Karadeniz gırgır ağı filosuna ev sahipliği yapmakta	Filo fazla sermayelendirilmiş	
	Güney Marmara’daki trol filosu bu bölgedeki rezervleri de kullanmakta			

Balıkçılık amacı ile kullanılan kıyı yapıları yani balıkçı barınakları yoğunlukları da göz önünde bulundurularak ve şartları iyileştirilerek yat turizmi, gezinti tekneleri ve günübirlik teknelerinde yaşayabileceği kaynakların etkin kullanımı açısından faydalı olacaktır.

Türkiye Turizm Stratejisi 2023 Eylem Planına göre Marmara ve Karadeniz’de bulunan balıkçı barınaklarının yat turizmine kazandırılmasına yönelik eylem planı ve gerekli yasal düzenlemeler gerçekleştirileceği kararlaştırılmıştır. Bu çerçevede yat turizmine yönelik fizibilite ve uygulama projeleri hazırlanacak 27 adet balıkçı barınağından 18 adedi Karadeniz Bölgesindedir (Anonim, 2007). Tablo 2.4’de Yat turizmi gelişimine uygun balıkçı barınakları verilmektedir.

Tablo 2.4. Yat Turizmi Gelişimine Uygun Balıkçı Barınakları (Anonim, 2007)

1	Akçakoca Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
2	Amasra Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
3	Cide Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
4	İnebolu Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
5	Sinop Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
6	Gerze Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
7	Yakakent Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
8	Samsun Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
9	Yalıköy Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
10	Fatsa Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
11	Efirlı Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
12	Giresun Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
13	Görele Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
14	Trabzon Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
15	Of Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
16	Rize Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
17	Fındıklı Balıkçı Barınağı+Yat Limanı
18	Hopa Balıkçı Barınağı+Yat Limanı

Amaç balıkçı kıyı tesislerini yat limanı olarak tahsis edilmesi değil, mevcut balıkçılık altyapılarını daha verimli, sürdürülebilir ve ekonomik kullanımını sağlamak ve hizmet çeşitliliğini, sosyal etkileşim ve deniz kültürünü arttırarak geleceği planlama olmalıdır. Bölgede mevcut balıkçılık kıyı yapılarının, bilimsel kriterlere ve objektif verilere dayalı ekonomikliği ve sürdürülebilirliği irdelenmeden

yeni kıyı tesisi yapılması, aynı şekilde yat limanı vb. turistik altyapı yatırımı yapılmasından kaçınılmalıdır (Erüz, 2018).

2.5. Balıkçı Barınaklarındaki Başlıca Kirleticiler

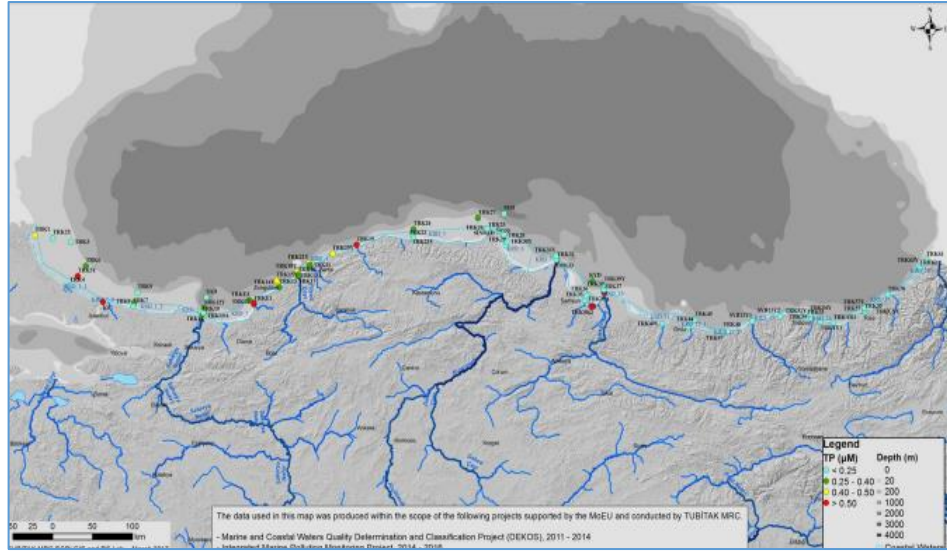
Atık kabul tesisine deşarj edilen gemilerden kaynaklı yağlı atıklar genellikle yağ, su ve katı maddelerin karışımıdır. Atıkların bileşim oranı, atık türüne bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Atık yağ ve yakıt artıkları ağırlıklı olarak suyla kirlenmiş petrolden oluşurken sintine suyu esas olarak yağ ile kirlenmiş sudan oluşur. Atık yağ %100 geri dönüştürülebilir ve artık ülkemizde ve diğer birçok ülkede geri dönüşüm için farklı kaynaklardan kullanılmış yağın toplanması zorunludur. Ayrıca sintine atıkları içerisinde de yağlı sular bulunduğu için toksik atık olarak değerlendirilmektedir. Gemilerde kullanılan yedek parçalar, filtreler, sarf malzemeleri de toksik atıktır. Balık ağıları, plastik sarf malzemeleri, ıslak balık atıkları, kanlı ve yağlı balık suları, tahta veya plastik balık kasaları toksik olmayan atıklardır.

Suda askıda katı maddelerin bulunması bulanıklığa neden olur. Askıda katı maddeler kil, silt, havadaki partiküller, koloidal organik partiküller, plankton ve diğer mikroskobik organizmalardan oluşabilir. Suda organik, inorganik veya daha yüksek mikroorganizmalar nedeniyle partikül madde bulunması bakteri ve virüsleri dezenfektanların etkisinden koruyabilir.

Biyobozunur organikler; temel olarak proteinler, karbonhidratlar ve yağlardan oluşan biyolojik olarak parçalanabilen organikler en yaygın olarak biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) cinsinden ölçülür.

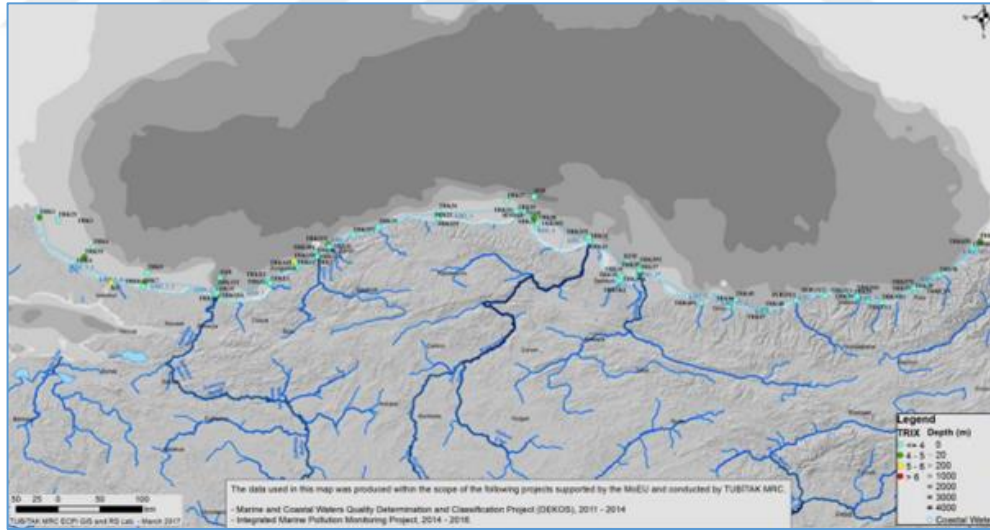
İnsan faaliyetlerinin neden olduğu okyanuslardaki besin kirliliği, deniz yaşamını önemli ölçüde etkileyebilir. Süreç, denizde hassas deniz ekosistemlerini bozan ve deniz yaşam alanlarını yok eden bitki ve alg yaşamının patlamasıyla sonuçlanır. Azot ve fosfor gibi aşırı besinler, sudaki oksijeni tüketen ve deniz yaşamını öldüren alg aşırı üremesine neden olarak kıyı deniz ekosistemleri üzerinde yıkıcı etkilere sahiptir. Bu tür besinler, atık su veya tarım arazilerinden gelen akıntıyla denize girebilir.

Türkiye'nin Karadeniz kıyı bölgesinde gerçekleşen ötrofikasyonla alakalı birçok faaliyetin dağılımı, tarama alanları, endüstriyel çıkış ağızları, kentsel atık su çıkış ağızları, düzensiz katı atık çöplükleri, balık çiftlikleri ve tarım alanlarını da



Şekil 2.7. 2015 Yılı Kış Dönemi Karadeniz’deki Toplam Fosfor Seviyeleri Haritası (Anonim, 2018)

Ötrofikasyon indeksi, TRIX indeksi, azot, fosfor, çözülmüş oksijen, klorofil-a ve çözülmüş oksijendir. Dolayısıyla bu indeksin sonuçları nütrientlere benzer dağılım göstermektedir. Samsun civarında Yeşilırmak’ın denize döküldüğü yerde ve İstanbul Boğazının Kuzey kıyı sularında Tuna Nehrinin etkisine bağlı olarak yüksek trofik durum görülmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. 2015 Kış Dönemi TRIX Ötrofikasyon Endeks Sonuçları Haritası (Anonim, 2018)

Karadeniz kıyılarındaki istasyonların ekolojik durum seviyeleri Şekil 2.5 ile Şekil 2.8 arasında verilmiştir. En düşük değerler genellikle Sakarya, Samsun, Fatsa, Zonguldak, Filyos ve Trabzon illerinde görülmüştür.

2.6. Denizde Yapılan Balıkçılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Yağın, Fiziksel Olarak Giderimi

Yağ-su ayırma sistemlerinin en önemli ayırıcılarından;

Gravite ayırıcılar, birincil ve en çok kullanılan arıtma sistemidir. Su ve yağ damlacıkları arasındaki özgül yoğunluk farkına dayanır ve serbest yağların ayrılması için kullanılır. Gravite ayırıcılarının verimliliği, uygun bir hidrolik tasarıma ve suyun bekleme süresine bağlıdır. Daha uzun alıkonma süreleri genellikle ayırma verimini artırır. Sıvının bekleme süresi, yağ damlacıklarının verilen hızda yükselip yağın sıyrıldığı sınır tabakaya ulaşmasına yetecek kadar olmalıdır. Gravite ile ayırma işlemiş yapan seperatörlerde çıkış suyundaki konsantrasyonu 20-100 mg/L yağ şeklindedir (Şengül, 1989).

Santrifüjlü ayırıcılar, yağ ve su arasındaki yoğunluk farkında dayanarak çalışırlar. Bu teknikte daha yoğun su fazı, dönen sıvı hacminin dış bölgesine doğru hareket eder. Daha hafif olan yağlı maddeler vortekse yakın toplanır ve uzaklaştırılır. Buna karşılık su-yag emülsiyonlarının ayrılmasından geniş kullanımları vardır. Hem dikey hem yatay tasarımları mevcut olup su-yag ayırmada oldukça etkilidir. Çıkıştaki yağ konsantrasyonu 50-70 ppm yağ şeklindedir (Şengül, 1989).

Birleşik (coalescence) filtrelerde arıtma, yaygın kullanılan bir prosestir. Disperse fazda olan çok küçük yağ damlacıklarını tutmak üzere seçilen filtre, fiber filtredir. Büyük miktarda olan su, filtre ortamından geçerken sadece küçük noktalarda yağ tutulmaktadır. Tanecikli maddelere karşı hassastır ve ayrıca tıkanma olayı filtrenin başarısız olmasına neden olmaktadır. Yüzey aktif özellikleri olan kimyasal maddeler birleşik liflerin yüzey ıslanma özelliklerinin değişmesine yol açarlar ve bu “ortam zehirlenmesi” olarak ifade edilen durum oluşur. Eğer hacim ve/veya pompalama kuvveti çok hızlı ise erkenden geçen akıma karışacak ve çıkış suyuna geçecektir. Bu olumsuz yönlerinin dışında birleşik filtreler oldukça etkindir. Çıkış suyundaki konsantrasyonu 1-50 mg/L yağ konsantrasyonuna azaltılabilmektedir (Şengül, 1989).

Deniz suyunun süzülmesi için farklı filtreler de kullanılır. Sert olmayan filtreler selüloz, sentetikler ve sert filtreler (cam, öğütülmüş cam, cam pamuğu, metaller) olarak ikiye ayrılırlar. Filtre tipleri ise derin filtre ve yüzeysel filtredir (Güven, 2005).

Atık yağ ile kirlenmiş suların arıtımında kullanılan elektrokoagülasyon ve membran filtrasyonu en etkili yöntemlerdendir. Uygun koagülant seçimi ile elektrokoagülasyon yöntemi ve uygun membran materyali seçimi ile membran filtrasyon yöntemi ile mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters osmoz yöntemleri uygulanmaktadır (Gürdal, 2021).

2.7. Denizde Yapılan Balıkçılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Yağın, Kimyasal Olarak Giderimi

Gemi ve teknelerden kaynaklı yağ/gres sızıntılarının arıtımında sorbentler ile adsorbsiyon ve/veya absorbsiyon özelliklerinden yararlanmaktadır. Sorbent maddeler oleofilik, hidrofobiktir ve tercihen yağı emerek sudan arıtımı ve/veya bertarafı gerçekleşmiş olacaktır. Sorbentler, yağı sıvı halden yarı katı veya katı haldeki bir maddeye dönüştürmeye yardımcı olur, böylece yağ su yüzeyinden uzaklaştırmaktadır. Sorbent maddeler genellikle adsorbsiyon mekanizmasıyla ve daha az yaygın olarak absorbsiyon yoluyla deniz yüzeyinden yağı uzaklaştırırlar. Belirli bir malzemenin iyi bir emici olarak kabul edilebilmesi için, sorblama yeteneği yüzey alanıyla orantılı olduğundan, geniş bir yüzey alanına sahip olmalıdır (Dhaka, 2021).

Sorbent maddeler, kaynağına göre üç sınıfa ayrılır: doğal organik çözücü malzemeler, mineral/doğal inorganik sorbent malzemeler, sentetik sorbent malzemelerdir.

Doğal/organik sorbent malzemeler, yaygın olarak kullanılan doğal sorbent malzemelerin bazıları saman, tüy, mısır koçanı, ağaç kabuğu, turba, pamuk, kapok, mantar, tavuk tüyü, yün, talaş ve saman gibi atık tarım ürünlerini içermektedirler. Doğal sorbent malzemeler, ilk ağırlıklarının üç ila on beş katı ağırlığındaki petrol, yağ/gres hacimlerini geri kazanabilir ve genellikle yeniden kullanılabilir. Doğal sorbent malzemelerin en büyük avantajı, genellikle endüstriyel, tarımsal atıklar olduklarından ve maliyetleri çok düşük olduğundan, genellikle doğada bol miktarda bulunmalarıdır. Doğal sorbentler biyolojik olarak parçalanabilir ve toksik değildir. Bu nedenle, yağlı suyun arıtılmasında mevcut çevre dostu malzemeler olarak kabul edilirler. Sorbent maddeler bertaraf işleminden sonra tekrar kullanılabilirler (Dhaka, 2021, Ardalı, 1990). Son zamanlarda, yüksek

sorblama kapasitesine sahip ve su ve/veya katıda yağı emebilen yenilikçi sorbentler geliştirilmiştir. Sorbent kullanıldıktan sonra kontrollü yakılması ile hidrofilik çözücü olan inert meta-kaoline dönüştürülmektedir (Dhaka, 2021).

Mineral/doğal inorganik sorbent malzemeler, mineral/doğal inorganik sorbent malzemeler, petrol, yağ/gres sızıntılarını arıtmak için en yaygın olarak kullanılan doğal olarak oluşan sorbent malzemelerdir. Yaygın olarak kullanılan doğal inorganik sorbent malzemelerin birkaçı vermikülit, zeolit, aktif karbon, organo-kil, cam, kum, volkanik kül ve ekoperlit kullanılan doğal inorganik sorbentlerdir. Bu sorbentlerin, sorblama kapasiteleri yüksek olup ekonomik olarak pahalıdırlar. Mineral inorganik sorbent malzemeler, sorbsiyon için yüksek bir yüzey alanına sahiptirler, mekanik ve kimyasal olarak kararlıdırlar, doğada bulunan hammaddeler olduğu için ucuzdurlar. Bu nedenle, bu sorbent malzemeler, sızıntıların iyileştirilmesi için kullanılan çok verimli ve düşük maliyetli malzemeler olarak hizmet ederler. Doğal/organik sorbent malzemelerin aksine mineral sorbent malzemeler genellikle yanıcı değildir. Asidik ve bazik maddelere karşı dayanıklıdır. İyi bir sorblama kapasitesine sahiptirler ve ağırlıklarının yaklaşık 4 ila 20 katı kadar petrol, yağ/gres emebilirler. Biyolojik olarak parçalanamazlar, yeniden kullanılabilirlikleri zayıftır, doğaldan daha pahalıdırlar. Düz zincirli hidrokarbonlardan yapılan mineral sorbentler, sorbent parçacıkların kuru ağırlığının sadece %15'i kadar zayıf sorblama kapasitesine sahiptir. Organik sorbentler gibi gözenekli bir yapıya sahiptirler, bu nedenle yağ ile suyu emerler, dolayısıyla etkinlikleri düşüktür. Mineral sorbentler, düşük emme kapasitelerine sahip olduklarından, büyük yoğunlukları nedeniyle düşük kaldırma kuvvetine sahip olduklarından su yüzeyinde kullanılamazlar. Bu nedenle, diğer iki sorbent türü ile karşılaştırıldığında, yüzmeye yetenekleri en azdır (Dhaka, 2021, Ardalı, 1990).

Sentetik sorbent malzemeler, sorbent ticari kullanım için en yaygın kullanılan sorbent malzemelerdir ve endüstriyel, evsel, tarımsal atık ve polimerik sorbent malzemelerden hazırlanır. Sentetik sorbentlerin üretiminde en yaygın olarak kullanılan polimerik malzemeler polietilen (PE), poliüretan (PU), polyester, polivinil klorür (PVC), ve polistiren (PS) dir. Her sentetik adsorbanın kendi karakteristik gözenekliliği ve gözenek yapısı vardır. Hidrofobik ve oleofilik yetenekleri, organik ve mineral muadillerine göre çok daha iyi olacak şekilde üretilirler. Bu nedenle, su-yağ tutumu yüksektir. Bu artan oleofilik ve hidrofobik kapasite nedeniyle, sentetik

adsorbanların çoğu, ağırlıklarının 70-100 katı kadar yağ ağırlığını alabilir. Mineral sorbentlerin aksine, düşük yoğunluktan dolayı sentetik malzemeler oldukça yüzer niteliktedir ve suya kolayca batmazlar. Sentetik sorbent maddeler, bir yağ-su karışımında geri kazanımda en etkili sorbent malzemelerdir. Birçok durumda, doğal sorbentler, inorganik/mineral sorbentlerin aksine sentetik sorbentler tarafından en yüksek emme kapasitesi elde edilebilir. Bazı sentetik adsorbanlar birkaç kez yeniden kullanılabilir olma avantajını da sunar (Dhaka, 2021).

Sentetik sorbent malzemelerin en büyük dezavantajı, kullanımdan sonra atılmalarını zorlaştıran biyolojik olarak parçalanamayan yapılarıdır. Bu nedenle, sentetik sorbent maddeler arıtım sonrası da çevre için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Kullanılmış malzemeyi bir çöp sahasına atmak ucuz bir bertaraf yöntemidir ancak çevresel açıdan uygun bir seçenek değildir ve bu nedenle oldukça pahalı olan ve aynı zamanda doğa dostu bir alternatif olmayan yakma işlemi tercih edilmektedir. Organik ve inorganik sorbent maddeler, çeşitli eksikliklere sahip olmalarına rağmen, genellikle tarımsal ve endüstriyel atıklar oldukları için cazip seçeneklerdir, bu nedenle bol miktarda bulunurlar ve dolayısıyla ücretsiz olarak veya düşük bir fiyatla temin edilebilirler. Sorbent maddeler rüzgar ve/veya yüzey dalgaları ile kolayca taşınırlar ve biyolojik olarak parçalanamazlar ve toksik olurlarsa daha fazla kirliliğe neden olurlar. Sıyırıcıların çalışmasına büyük ölçüde müdahale ettikleri için sorbent maddeler hiçbir zaman sıyırıcılarla birlikte kullanılamaz (Dhaka, 2021).

Petrol, yağ/gres sızıntısını verimli bir şekilde temizlemek için, sorbent malzeme yüksek yüzdürme özelliklerine sahip olmalı ve işlemin süresi boyunca bunu sürdürme kabiliyetine sahip olmalıdırlar, yani doyma sınırına ulaştıktan sonra bile yüzer halde kalmalıdır. Bir sorbent malzemenin yağ tutma kapasitesi de sorbent maddenin performansının önemli bir göstergesidir. Bazı sorbentler, artan ağırlıkları nedeniyle sudan çıkarıldıklarında sarkmakta ve deforme olmakta, sonuç olarak iyileştirme işlemi sırasında alınan yağı serbest bırakmaktadırlar. Organik malzemelerden oluşan sorbentler doğal olarak zayıf mukavemete sahiptir, dolayısıyla yağ tutma kabiliyeti zayıftır. Sorbent maddeler yüksek doyma kapasitesine sahip olmalı, dayanıklı olmalı ve birçok kez tekrar kullanılabilir olmalıdır (Dhaka, 2021).

2.8. Adsorban Malzemeler

Bu çalışmada, perlit, festuca, loliyum, zeolit, arıtma kumu, geotekstil, uçucu

kül, sepiolit, polietilen, bentonit, saz, elekaltı, biyokömür adsorban maddeler kullanılmıştır.

Perlit, gözenekli, hafif, ısı ve ses yalıtıcı, yanma %70'den fazla silika içermesi sebebiyle adsorbsiyon özelliği gösterir ve mükemmel bir süzme yardımcı maddesi olarak kullanılmaktadır. Perlit, soğumaya bağlı olarak meydana gelen uzamanın, gözle veya mikroskop ile görülebilecek yoğunlaştırılmış yapı ya da kırılmasının meydana getirdiği özel bir volkanik camsı kayaç türünü ifade eder. Perlit aynı zamanda, doğal olarak oluşan silis esaslı volkanik kayalara verilen addır.

Biyokömür, Biyokütlenin oksijenin sınırlı olduğu bir ortamda termo-kimyasal dönüşümü işlemi ile elde edilen karbon (C) bakımından zengin katı materyaller biyokömür olarak tanımlanmaktadır (Günel, 2018). Biyokömür (İngilizcesi "biochar"), saf karbon değildir, hidrojen ve oksijen gibi yan fonksiyonel grupları içeren organik kaynaşmış moleküllerin karışımıdır.

En bilinen biyokömür üretimi odun kömürü üretimidir. Özellikle meşe ağaçlarından mangal kömürü üretimi oldukça yaygındır ve Türkiye'de daha çok klasik yöntemlerle üretilmektedir. Bunun için düzgün şekilde istiflenen odunlarla torluklar kurulur ve odunlar üzeri toprakla kaplanarak kısmi yakma ile karbonlaştırılır. Endüstriyel üretim için birçok farklı tipte reaktörler geliştirilmiştir. Üretim, sürekli veya kesikli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Dünyada biyokömür çalışmaları yoğunlukla Amerika, Avrupa ve Çin'de yapılmaktadır (Akgül, 2017). Turbadan biyokömür eldesi ile deniz suyundan petrolün uzaklaştırılması çalışması (AlAmari, 2019) örneği ile biyokömür kullanılmıştır.

Sepiolit, magnezyum hidrosilikattan meydana gelen doğal bir kil mineralidir. Yüksek yüzey alanı, lifsi ve gözenekli yapısı, fizikokimyasal aktivitesi gibi özelliklerinden dolayı adsorban killer arasında yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Tekin, 2004). Sepiyolit, taban oksijen düzlemlerinden aşağı veya yukarı doğru birbirine paralel biçimde uzanan silikon-tetrahedral, magnezyum-oktahedral tabakalardan oluşan bir kristal yapıya sahiptir (Burçak, 2016).

Uçucu külde bulunan başlıca bileşenler SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ve CaO olup, bunların miktarları uçucu külün tipine göre değişmektedir. Ayrıca MgO , SO_3 , alkali oksitler de minör bileşen olarak bulunmaktadır. Uçucu küldeki temel oksitlerden SiO_2 % 25-60, Al_2O_3 %10-30, Fe_2O_3 %1-15 ve CaO , %1-40 oranlarında

bulunmaktadır (Görhan, 2009).

Geotekstil, dokusuz yüzey ürünleri olan polyester, polipropilen malzemelerden elyaf iğneleme yöntemiyle birleştirilen, geniş üretim kapasitesi olan ürünlerdir.

Polietilen, etilen molekülü C_2H_4 , aslında çift bağ ile bağlanmış iki CH_2 'den oluşur. $(CH_2=CH_2)$ Polietilenin üretim şekli, etilenin polimerizasyonu ile olur. Kısaca PE olarak kullanılır (Anonim, 2023b).

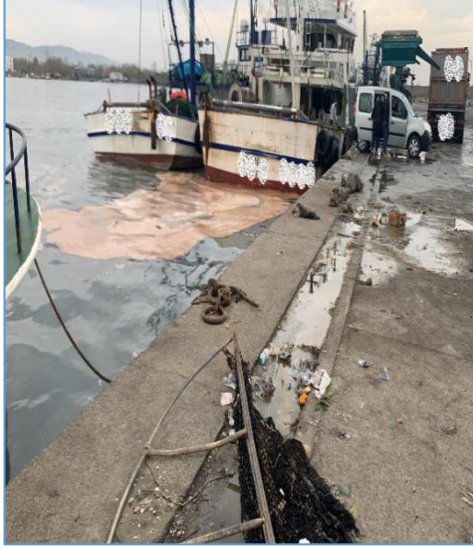
Kil minerallerinin bir çeşidi olan bentonitin genel kimyasal formülü; $(Na, Ca)(Al, Mg)_6(Si_4O_{10})_3(OH)_6 \cdot nH_2O$ 'dur (Anonim, 2023b).

Seçilen adsorbentler arasında festuca ve lolium çim örnekleri, bentonit alüminyum ve magnezyumca zengin volkanik kül, tuf ve lavların kimyasal ayrışması ile veya bozulmasıyla oluşmuş çok küçük kristallere sahip kil mineralleri, geotekstil, dokusuz yüzey ürünleri olan polyester, polipropilen malzemelerden elyaf iğneleme yöntemiyle birleştirilen, geniş üretim kapasitesi olan ürünler, polietilen ise plastik, biyokömür, elekalı saman ve saz doğal bitkidir.

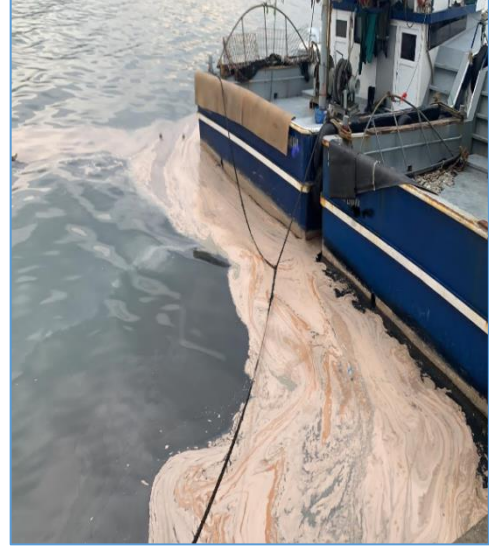
Arıtma kumu içme suyu arıtmalarında kullanılan silis kum, çakıl, kuvars çakıllarıdır. Su içerisindeki tortu, bulanıklık ve partikülleri arıdırmada kullanılır. Atık su ve ev içme suyu arıtma sistemlerinde suyun debisine göre kuvars kum ve çakılı ölçüleri değişir.

2.9. Karadeniz Balıkçı Barınaklarındaki Balık Yağı Kirliliği

Balıkçılık sezonu açılışı ile beraber Karadeniz'de ağırlıklı olarak yağlı balık olan hamsi ve çaça avcılığı sonrası balıkçı gemileri tarafından avlanan su ürünleri balıkçı barınaklarına getirilmektedir. Balıkçı barınaklarına av sezonu boyunca tekneler ile getirilen su ürünleri, taşıma araçlarına transferi yani karaya aktarımı aşamasında balık basıcı su pompası ile kamyon kasalarına aktarılan balıkların kanlı ve yağlı sularının denize geri boşaltılması sonucu bu suyun deniz yüzeyini kapladığı görülmektedir. Ayrıca araçlarda süzülme devam etmekte bu sular barınak içerisine ve denize boşalmaktadır. Balıkçı barınağından numune alma sürecindeki fotoğraflar Şekil 2.9 ile Şekil 2.12 arasında verilmiştir.



Şekil 2.9. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu



Şekil 2.10. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu



Şekil 2.11. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu



Şekil 2.12. Balıkçı Barınağı Deniz Suyu

2.10. Su Ürünleri Yağından Biyodizel Üretimi

Alternatif çözüm olarak sınırlı petrol kaynakları alternatif yakıt ihtiyacı doğurmakta ve bu nedenle biyodizel'e olan ilgi artmaktadır. Bu kapsamda bir çalışmada, biyodizel kaynağı olarak hamsi (*Engraulis engrasicholus*) yağı kullanılmış hamsi yağının büyük oranda palmitik asit, oleik asit ve hexacosanoik asitten oluştuğu görülmüştür. Mevcut çalışmaya benzer olarak palmitik asidin hamside en baskın doymuş yağ asidi olduğu bildirilmiştir. Hamside protein %18, yağ %7-13 ve nem içeriği ise %77-66 civarında olduğu ve mevsime, yaşadığı ortama (sıcaklık, tuzluluk) ve beslenmesine göre değişiklik gösterdiği açıklanmıştır (Sekmen, 2016).

Diğer bir çalışmaya göre ise balıkçı tezgahından günde 80-100 kg çıkan balık atığından %11,2'si yağ olarak elde edildiği ortaya koyulmuştur. Bu miktarı şehir ve ülke bazında düşünecek olursak oldukça yüksek oranlarda hammadde elde edilebilmekte ayrıca hiçbir ücret ödenmeden bu hammaddeye sahip olunmaktadır (Özalp, 2011).

Bu tez çerçevesinde balıkçı barınaklarında oluşan su ürünleri kalıtlarının yağ oranının yüksek olduğu görülmektedir.

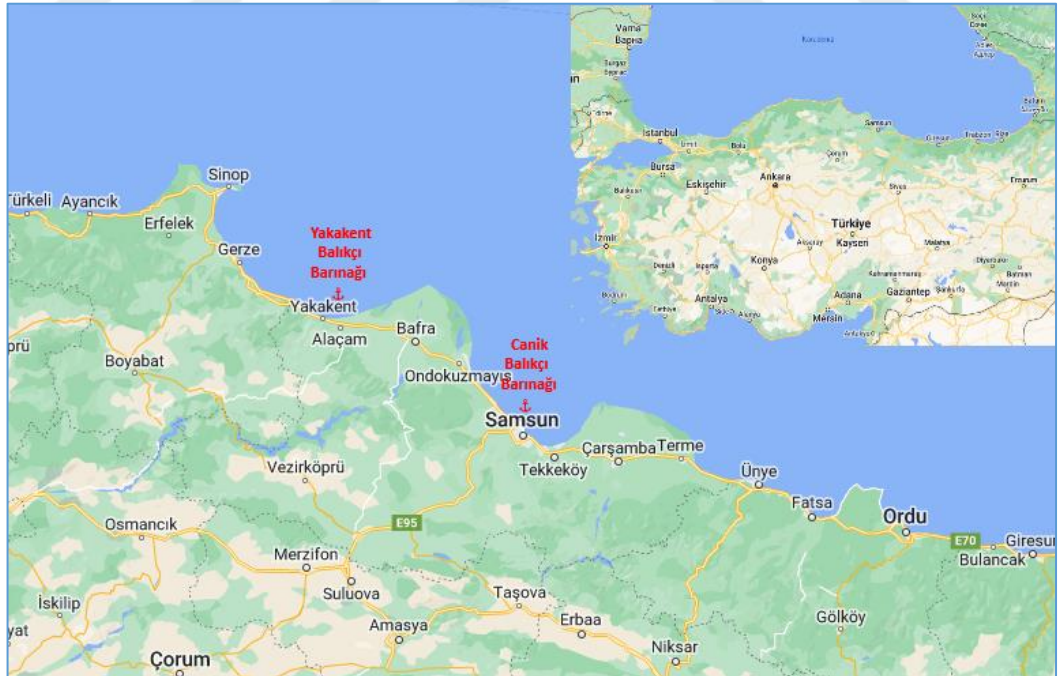


3. MATERYAL VE METOD

Karadeniz'deki balıkçılık faaliyetlerinin çok filolu olması nedeni ile balıkçı barınakları yoğun kullanılmaktadır. Tüm Karadeniz kıyı kesimi balıkçı barınaklarında, balık artıkları ve deniz yüzeyini kaplayan yağ büyük sorun yaratmaktadır. Tez çalışmasında kullanılan numuneler Samsun ilinden alınmıştır. Numune alınan balıkçı barınakları deniz suyunda çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, yağ-gres, azot ve fosfor analizleri yapılmıştır. İzleme verilerinden balıkçı barınaklarındaki denizin balık artıkları su ürünlerinin karaya çıkış noktalarında yaşanan bu kirliliğin önüne geçilmesi için öncelikle fiziksel arıtmanın yapılması sonrası adsorban malzeme ile adsorbsiyon işlemi yapılması, bu çalışmada en yüksek verim perlit, zeolit, saz, elek altı ve bentonit ile sağlanmıştır. Toplanan yağın biyodizel olarak değerlendirilmesi ve en son kalan atıkların yakma tesisinde yakılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

3.1. Deniz Suyundan Numune Alınan Bölgelerin Haritası

Bu çalışma aşağıda Şekil 3.1'de belirtilen, Samsun ili Yakakent ve Canik Balıkçı Barınaklarından numune alınarak yapılmıştır.



Şekil 3.1. Deniz Suyundan Numune Alınan Samsun İli Yakakent ve Canik Balıkçı Barınakları Konumu

Bu çalışmada kullanılan adsorbanlardan; biyokömür Patras Üniversitesi Kimya Bölümünden, geotekstil SERNAK Yapı, festuca ve loliyum Ulusoy Tohum'dan, zeolit CheMondis'den, arıtma kumu Kumsay Madencilik'ten, uçucu kül MedCem Global'den, perlit, sepiolit SIGMA, polietilen ve bentonit CheMondis, elekaltı ve saman OMÜ Ziraat Fakültesi, saz Bafra Sulak Alan temin edilmiştir.

3.2. Deniz Suyundan Balık Yağı Arıtımı Çalışmaları

Yağ-su karışımını ayırmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunların arasında fiziksel filtrasyon ile adsorbsiyon yağ ve suyu ayırmakta ve yağı geri dönüştürebilmektedir. Modern yaşamda artan su kaynağı ihtiyacı ve geri kazanım önem arz etmekte ve bu yöntemler umut verici, tercih edilebilir hale gelmiştir. Özellikle doğadan ilham alan adsorbanlar ile adsorbsiyon yolu ile verim elde edilme çalışmaları literatürde görülmektedir.

Genellikle yağlı atık su olarak adlandırılan yağ ile kirlenmiş su, serbest yağ, dağılmış yağ, emülsifiye yağ ve çözünmüş yağ olmak üzere dört kategoride sınıflandırılabilir. Serbest yağ fiziksel olarak sudan nispeten daha kolay ayrılır ve suya göre daha düşük özgül ağırlığı nedeniyle sakin koşullar altında yüzeye çıkmaktadırlar. Yağ damlacıkları nispeten kolay bir şekilde birleşir ve suyun üstüne doğru yüzmektedirler (Cerff, 2021). Bu ve bunun gibi birkaç literatürden etkili olduğunu gördüğümüz adsorbanlar ile adsorbsiyon işlemi ile yağ giderim çalışması yapılmıştır.

Lei Xia ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, adsorbsiyon kapasitesi, yağın yoğunluğuna ve viskozitesine bağlı olarak yaklaşık % 500-2700 aralığında olduğu, düşük viskoziteli yağ için adsorbsiyon kapasitesi yoğunluğu ile orantılı olduğu, yüksek viskoziteli yağı (hidrolik yağı ve yerfıstığı yağı) adsorbe etmek için ise adsorban kullanıldığında, yağın yavaş yayıldığı, bloke edildiği ve gözeneklerdeki kilitli havanın daha fazla yağ adsorbsiyonunu durdurduğu, eksik yağ emişine ve dolayısıyla düşük adsorbsiyon kapasitesine yol açtığını, örnek olarak hidrolik yağı ve yer fıstığı yağı için adsorbsiyon kapasitelerinin sırası ile % 700 ve % 900 olarak ölçülmüştür (Xia, 2022).

Bu çalışmada, Samsun ili Yakakent ve Canik Balıkçı Barınaklarında oluşan deniz kirliliği problemlerinin gideriminde alternatif yöntemlerin değerlendirilmesi yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Balıkçı Barınağı Kirliliği

Deniz suyu örneklerinde pH, redox potansiyeli, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluk, iletkenlik değerleri çoklu ölçer cihazı (Hach HQ40D) ile yapılmıştır.

Toplam fosfor, amonyum, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam azot ölçümü spektrofotometre ile test kiti kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 2017). Toplam fosfor (TP), başlangıçta pH kontrolü yapıldı. 0-10 arası olması gerekmektedir. Deney tüpü içerisine numune, üzerine pipet ile 1,0 ml 5 damla P-2K ekleyip numunenin reaksiyona girmesi için kapağı kapatılıp çalkalanmış, 1 doz P-3K eklenip kapağı kapatılıp çalkalanmıştır. 5 dakika reaksiyon süresi sonrası spektrofotometre ile ölçüm yapılmıştır.

Amonyum azotu (NH_4), başlangıçta pH kontrolü yapıldı. 4-13 arası olması gerekmektedir. Deney tüpü içerisine numune, üzerine pipet ile 1 doz NH-1K ekleyip kapağı kapayıp çalkalanmıştır. 15 dakika reaksiyon süresi sonrası spektrofotometre ile ölçüm yapılmıştır.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı deney tüpü tortu olmaması için önce çalkalanmış ve üzerine 3 ml numuneyi eklenmiştir. 148 °C termoreaktörde 2 saat bekletilmiştir. Çıkartıldıktan sonra soğuması için beklenip ve çalkalanmış ve spektrofotometre ile ölçüm yapılmıştır.

Toplam azot (TN) deney tüpüne 10 ml numune üzerine 1 doz N-1K ve 6 damla N-2K ekleyip karıştırılmıştır. 120 °C termoreaktörde 1 saat bekletilmiş ve 10 dakika çalkalanmıştır. Üzerine N-3K ekleyip 1 dakika çalkalanmıştır. Numune eklenip 10 dakika reaksiyon süresi beklenmiş ve spektrofotometre ile ölçüm yapılmıştır.

Yağ, ölçümü spektrofotometrik ölçüm ile Thermo Scientific Genesys marka 10 S UV-Vis model cihaz yapılmıştır.

Samsun ili Yakakent Balıkçı Barınağından alınan deniz suyu numunesi; birinci çalışma, filtrasyon işlemi uygulanmış, işlem öncesi ve sonrası pH, redox potansiyeli, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluk, iletkenlik, fosfor, amonyum, kimyasal oksijen ihtiyacı, azot, yağ ölçümü yapılmıştır. İkinci çalışma “perlite, festuca, lolium, zeolit, arıtma kumu” adsorbanları katılarak 24 saat bekletilerek adsorbsiyon işlemi sonrası yağ ölçümü yapılmıştır. Üçüncü çalışma “geotekstil, uçucu kül, sepiolit, polietilen, bentonit, saz, elekaltı, biyokömür” adsorbanları katılıp 24 saat bekletilerek sonrasında karıştırıcıya 60 dakika konulmuş tekrar 5, 10, 15, 20, 25, 45, 60’ıncı dakikalar da yağ ölçümü yapılmıştır (Şekil 3.3, Şekil 3.4).

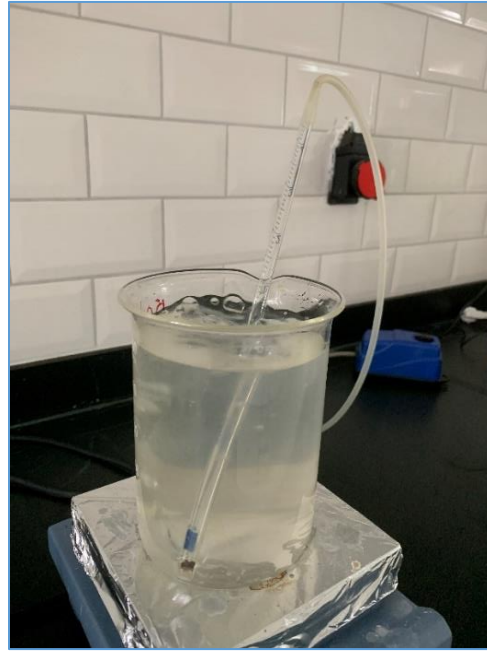


Şekil 3.3. Balıkçı Barınağından Alınan Deniz Suyuna Adsorban Katılması



Şekil 3.4. Numuneye Adsorban Katıldıktan Sonra Karıştırıcıya Koyulması

Samsun ili Canik Balıkçı Barınağından alınan deniz suyu numunesine öncelikle filtrasyon işlemi uygulanmış, işlem öncesi ve sonrası pH, redox potansiyeli, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluk, iletkenlik, fosfor, amonyum, kimyasal oksijen ihtiyacı, azot, yağ ölçümü yapılmıştır. İkinci çalışma sonra Şekil 3.5’de görüldüğü gibi akvaryum pompası ile havalandırılmış olup havalandırma yapılırken 5, 15, 25, 30, 45, 60’ıncı dakikalarda tekrar çözülmüş oksijen, oksijen doygunluk, yağ ölçümü yapılmıştır. Diğer çalışmada ise “geotekstil, uçucu kül, sepiolit, polietilen, bentonit, saz, elekaltı, biyokömür” adsorbanları katılarak 24 saat bekletilerek adsorbsiyon işlemi sonrası yağ ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.5. Numunenin Akvaryum Pompası ile Havalandırılması

Yağ adsorbsiyon kapasitelerini test etmek için oda sıcaklığında 24 saat boyunca yağlı deniz ile adsorbsiyon çalışmaları yapılmıştır.

Yağ adsorbsiyonundan önceki ve sonraki konsantrasyonu (C_0 ve C), adsorban malzeme (M) ve adsorblama kapasitesi (Q) ve yağ giderim verimi (E) dir. ($pH=5,06$, $M=0,1$ g/L $C_0=270$ mg/L $C(\text{perlite})=18,60$ mg/L)

Örneğin, $Q=[(C_0-C)/M].V=[(270-18,60)/0.1] \times 0.1=251,40$ mg/g

(C :mg/L M :g V :L)

$E(\%)=[(C_0-C)/C_0].100=[(270-18,60)/270].100= \% 93$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Deniz Suyu Numunelerinin Arıtım Sonuçları

Samsun ili Yakakent ve Canik Balıkçı Barınaklarından av sezonu açılması ile Eylül-Ekim 2021 tarihlerinde alınan yağlı deniz suyu numunelerinde çalışmalar yürütülmüştür. Balıkçı barınaklarından alınan örneklere basit ayırma önerilmek ile birlikte laboratuvar koşullarında filtrasyon, havalandırma ve adsorbsiyon çalışmaları ile deniz suyunun arıtılması çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Yakakent Balıkçı Barınağından; alınan deniz suyu numunelerine laboratuvar koşullarında filtrasyon işlemi uygulanmış, deniz suyunda pH, redox potansiyeli, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluk, iletkenlik, fosfor, amonyum, kimyasal oksijen ihtiyacı, azot konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.1) Deniz suyu örnek analizleri APHA-AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, American Public Health Association göre yapılmıştır (APHA-AWWA,1999).

Tablo 4.1. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyunun ve Filtrasyon Sonrası Su Kalite Değerleri

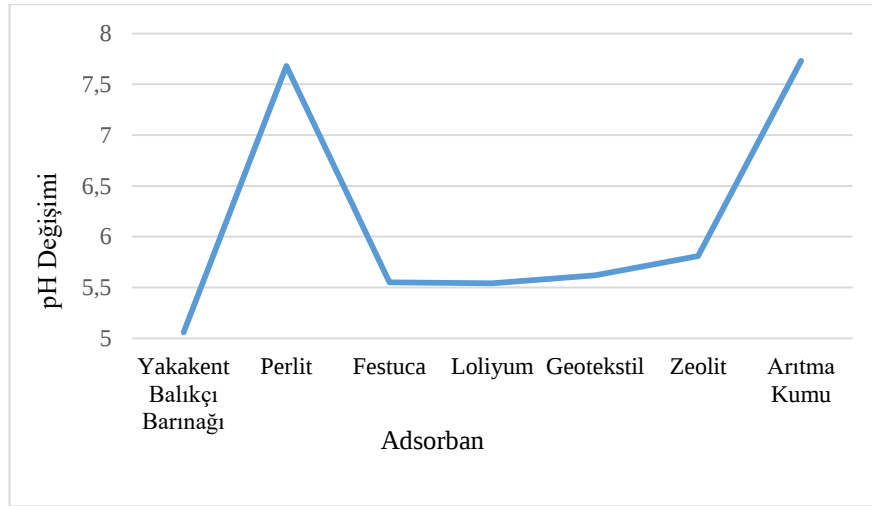
	pH	Redox (mV)	ÇO (mg/l)	Oksijen Doygunluk (%)	iletkenlik (µS/cm)	TP (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	KOİ (mg/l)	TN (mg/l)
Yakakent Balıkçı Barınağı yağlı deniz suyu	5,06	-44,7	0,13	11,4	0,02	20	6,3	4000	117,34
Yakakent Balıkçı Barınağı filtrasyon sonrası deniz suyu	7,76	-46,4	8,41	91,9	27,9	5,2	8	2,12	Limit altındadır.

Yakakent Balıkçı Barınağından alınan deniz suyunun başlangıç yağ konsantrasyonu 270 mg/L filtrasyon sonrası yağ konsantrasyonu 51,36 mg/L bulunmuştur. Filtrasyon işlemi sonrası deniz suyunda yağ giderme verimi %81'dir. Filtrasyon sonrası pH değeri uygun, redox değerinin indirgen, çözünmüş oksijenin yüksek, oksijen doygunluğu alt sınır değere yakın, fosfor değeri uygun olduğu, iletkenlik değerinin arttığı, amonyum için limit değere ulaşamadığı, kimyasal oksijen ihtiyacı değerinin uygun, azot limit değerin altında çıktığı görülmektedir (Anonim, 2004b).

Yakakent Balıkçı Barınağından alınan deniz suyu numuneleri ile farklı adsorbanlar (perlit, festuca, loliyum, geotekstil, zeolit, arıtma kumu) kullanılarak durağan şartlarda adsorbsiyon deneyleri yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Arıtım Sonuçları

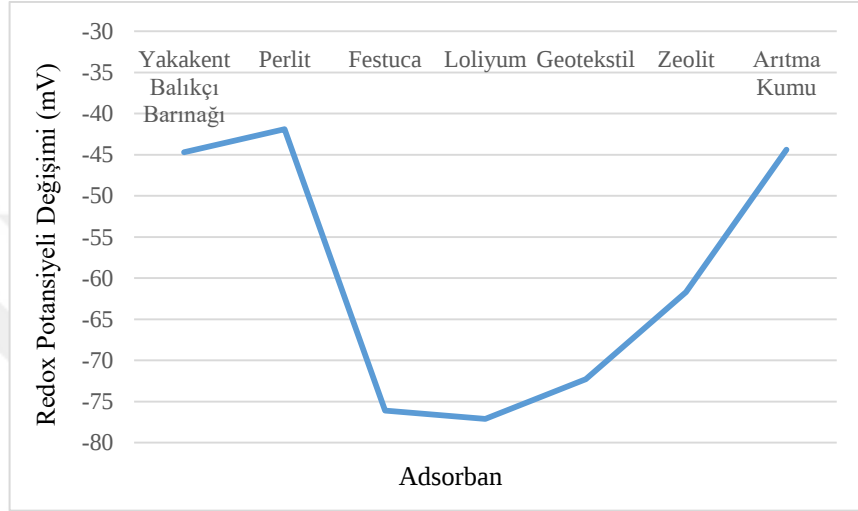
	pH	Redox (mV)	ÇO (mg/l)	Oksijen Doygunluk (%)	İletkenlik (μS/cm)	TP (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	KOİ (mg/l)	TN (mg/l)
Yakakent Balıkçı Barınağı yağlı deniz suyu	5,06	-44,7	0,13	11,4	0,02	20	6,3	4000	117,34
Adsorbsiyon-Perlit	7,68	-41,9	0,17	18	26,9	7,7	Limit altındadır.	Limit altındadır.	0,4
Adsorbsiyon-Festuca	5,55	-76,1	2,4	25,80	26,6	14,6	Limit altındadır.	Limit altındadır.	Limit altındadır.
Adsorbsiyon-Loliyum	5,54	-77,1	0,43	4,70	26,5	10,7	Limit altındadır.	31	Limit altındadır.
Adsorbsiyon-Geotekstil	5,62	-72,3	0,67	7,20	26,1	4,4	Limit altındadır.	Limit altındadır.	Limit altındadır.
Adsorbsiyon-Zeolit	5,81	-61,7	1,08	11,80	27,4	12,7	5,2	114	Limit altındadır.
Adsorbsiyon-Arıtma Kumu	7,73	-44,4	0,06	0,60	27,4	6,4	4,1	Limit altındadır.	Limit altındadır.



Şekil 4.1. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile pH Değişimi (Alıkonma süresi 60.dk., adsorban 0,1 g., başlangıç pH 5,06)

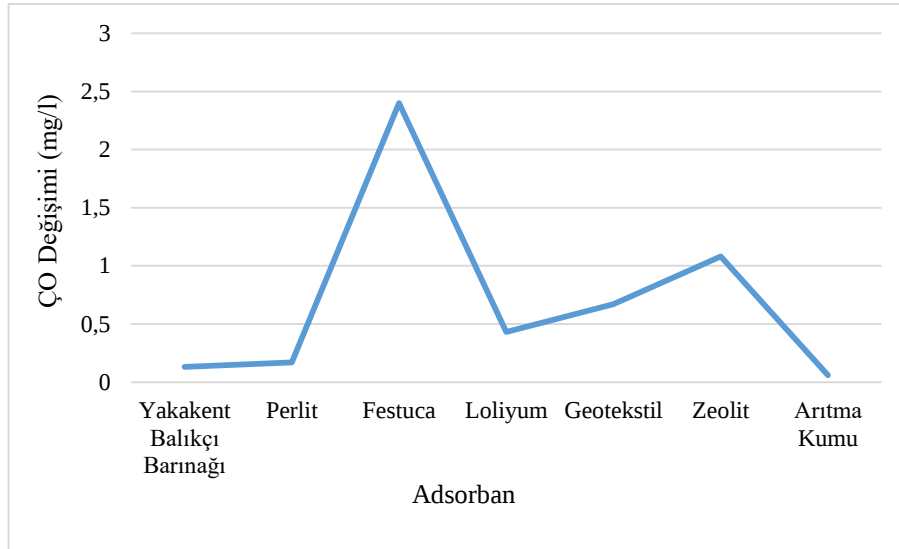
pH deniz suyunda H⁺ iyonu konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri Tablo 1’e göre pH değeri 6-9 arasında olması gerekmektedir. Şekil 4.1 incelendiğinde

Yakakent Balıkçı Barınağı deniz suyu numunesi pH değeri 5,06 iken perlit ve arıtma kumu adsorbsiyonu ile pH değerinin 7 ile 8 arasında arttığı görülmüştür. Festuca, loliyum, geotekstil ve zeolit adsorbanları ile pH artışı çok az gözlenmiştir. pH değişimlerinin mevsimsel etkisi göz önüne alındığında hava ve su sıcaklık farkına bağlı olarak balıkçılık mevsiminde deniz suyuna daha az atmosferik karbondioksit girdisi olduğundan doğal şartlarda pH'nın 7 üzerinde olması beklenmektedir (Anonim, 2004b).



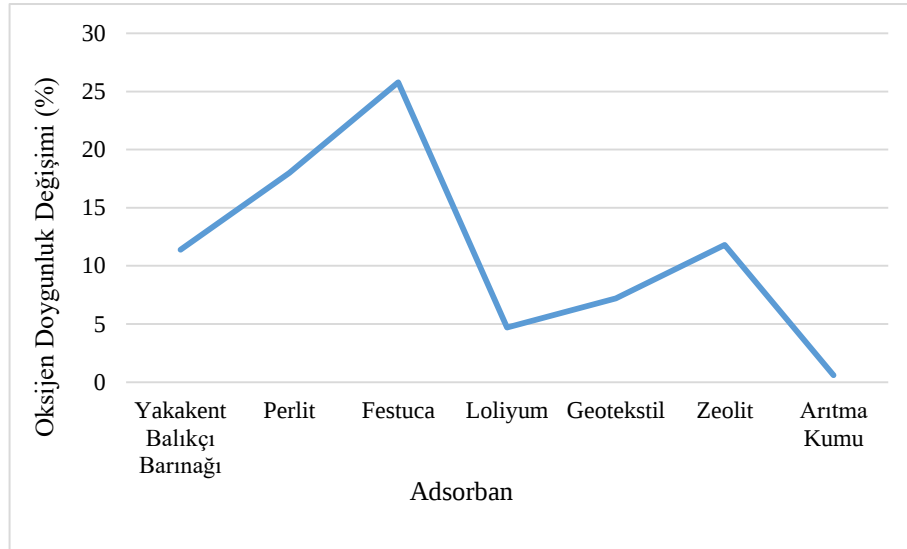
Şekil 4.2. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Redox Potansiyeli Değişimi (Alıkonma süresi 60 dk., adsorban 0,1 g., başlangıç redox -44,7 mV)

Redox potansiyeli değeri pH kadar önemlidir. Suyu karakterize eden üç temel unsur arasında pH, toplam çözünmüş katı ve redox potansiyeli arasındaki ilişkidir. Redox potansiyeli sucul ortamda kimyasal birleşen türleri açısından yükseltgeyici ve indirgeyici eğilimde olup olmadığının göstergesidir. Deniz suyunun oksijen içeriğine göre yükseltgen veya indirgen olabilir. Eğer oksijen içeriği yüksek ise yükseltgen, düşükse indirgendir (Ardalı, 1990). Deniz suyu örneklerindeki redox potansiyeli sonuçları indirgen olduğunu göstermektedir. Sonuçta deniz suyundaki CO seviyesinin düşük olması ile nedeniyle indirgen özellik taşıması olasıdır. Deniz suyunun sürekli oksijen içermesi beklendiğinden oksitleyici karakterde olması gerekmektedir. Fakat balıkçılık faaliyetleri esnasında CO değerlerinin çok düşmesi redox potansiyelini de olumsuz yönde etkilemiştir (Şekil 4.2).



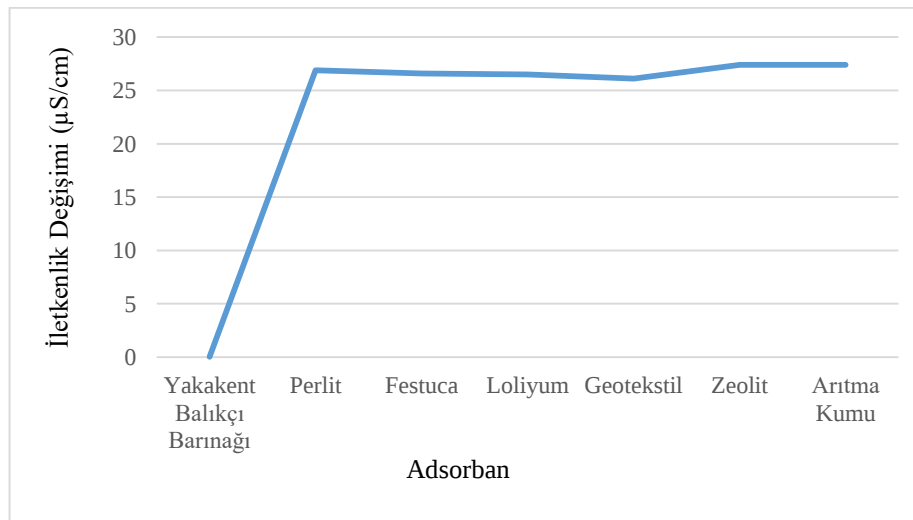
Şekil 4.3. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile ÇO Değişimi (Alıkonma süresi 60 dk., adsorban 0,1 g., başlangıç ÇO 0,13 mg/l)

Karadeniz’de çözülmüş oksijen konsantrasyonu, su sıcaklığı ve tuzluluğu ile ters orantılı bir değişim göstermekte, mevsimlik çözülmüş oksijen farkları yüzeyde en fazladır. Çevresel durumun en önemli göstergelerinden olan ÇO miktarının ekosistem sağlığı açısından ara ve dip sularda ÇO seviyelerinin 4-5 mg/l seviyelerindedir. Balıkçı barınaklarından alınan deniz suyu örneklerinde ÇO değeri başlangıçta düşük bulunmuştur ve adsorbsiyon çalışmaları sonucunda ÇO festuca ile adsorbsiyon işlemi sonucu 2,4 mg/l değerine ulaşmıştır (Şekil 4.3). Deniz suyunun sucul yaşam kalitesi açısından önemli bir parametre olan çözülmüş oksijenin çözünürlüğü su sıcaklığı ve iyon içeriği ile ters atmosferik kısmi basınç ile doğru orantılıdır. Hava sıcaklığının düşük olduğu kış aylarında çözülmüş oksijen içeriğinin daha yüksek olması beklenmektedir fakat yapılan faaliyetler sonucunda deniz suyuna balık artıklarının atılması ile tam tersi durum gözlenmiştir.



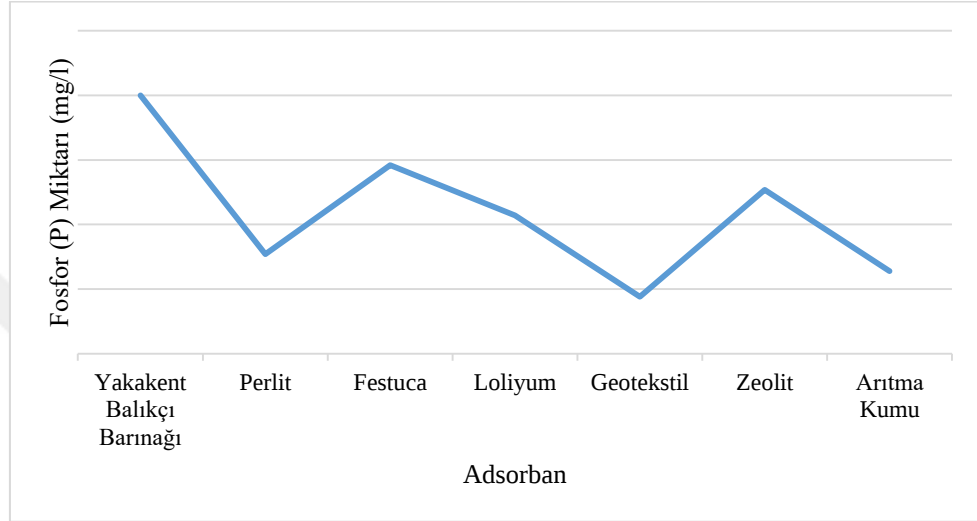
Şekil 4.4. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Oksijen Doygunluk Değişimi (Alıkonma süresi 60 dk., adsorban 0,1 g., başlangıç oksijen doygunluk %11,4)

Çözülmüş oksijen doygunluk konsantrasyonunu etkileyen parametreler; suyun saflığı, suyun sıcaklığı ve açık hava basıncıdır. Atık sularda çözülmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu temiz sulardakine göre daha düşük olması beklenmektedir. Karadeniz’de 2014-2019 yılları arası doymuş çözülmüş oksijen % değerleri genellikle %95-115 aralığında ölçülmüştür. Yakakent Balıkçı Barınağı numunesinin oksijen doygunluğunun düşük olduğu görülmekte ve en yüksek festuca ile adsorbsiyon yapılması sonucu % 25,8 elde edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.5. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile İletkenlik Değişimi (Alıkonma süresi 60 dk., adsorban 0,1 g., başlangıç iletkenlik 0,02 µS/cm)

Suyun iletkenliđi, suda bulunan iyonların toplam ve bađıl konsantrasyonlarına, hareketliliđine, deđerliklerine ve sıcaklıđına bađlıdır. Őekil 4.5 incelendiđinde Yakakent Balıkçı Barınađı numunesinin iletkenlik deđerinin dűőűk olduđu zeolit ve arıtma kum ile adsorbsiyonu sonucu bařlangıç deđerine gűre arttıđı ve 27,4 μ S/cm bulunmuřtur. Deniz suyu űrneđinde űzgűl elektriksel iletkenliđinin azalması deniz suyunun toplam     nműő madde içeriđinin azalmasını ifade etmektedir.  zgűl elektriksel iletkenlik, yađıř miktarının arttıđı aylarda azalmaktadır.



Şekil 4.6. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Fosfor (P) Değişimi
(Alıkonma sűresi 60 dk, adsorban 0,1 g., bařlangıç fosfor 20 mg/l)

Fosfor bileřikleri, suyun yűzey gerilimini deđiřtirerek kűpűk oluřumuna neden olmakta ve deniz ortamındaki biyolojik olayları olumsuz yűnde etkilemektedir. Su Kirliliđi Kontrolű Yűnetmeliđine gűre toplam fosfor sınırı 10 mg/L dir. Őekil 4.6' ya gűre deniz suyu űrneklerinde geotekstil ile adsorbsiyon denemeleri sonucunda fosfor konsantrasyonu 20 mg/l'den 4,4 mg/l'ye indirilmiřtir. Su Kirliliđi Kontrolű Yűnetmeliđine gűre perlit ve arıtma kumu ile yapılan denemelerde istenilen fosfor konsantrasyonuna ulařılmıřtır. (Anonim, 2004b).

Karadeniz'de nehir etkisi dıřında bulunan yűzey alan sularında azot ve fosfor deriřimi oldukça dűőűktűr. Azot ve fosfor seviyesi, tuzluluk, pH, sıcaklık, oksijen seviyesinin artması biyolojik bozunma oranını arttırır. Bu parametrelerin analiz sonuçları Tablo 4.2.'de verilmektedir. Deniz suyunda Su Kirliliđi Kontrolű Yűnetmeliđine gűre sınır deđer 0,5 mg/l dir. Yakakent Balıkçı Barınađı deniz suyu numunesinde azot konsantrasyonu 117,34 mg/l ile sınır deđerinin çok űstűndedir. Perlit ile yapılan adsorbsiyon iřlemi sonrası azot konsantrasyonu 0,4 mg/l ile sınır

değere yakın bulunmuştur. Festuca, loliyum, geotekstil, zeolit, arıtma kumu adsorban olarak kullanıldığında azot konsantrasyonunun limit değerleri altında olduğu belirlenmiştir.

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre amonyum azotu (NH₄) konsantrasyonu sınır değeri 2 mg/l dir. Bu çalışmada balıkçı barınağı deniz suyu örneklerinde amonyum değeri limit altında bulunmuştur.

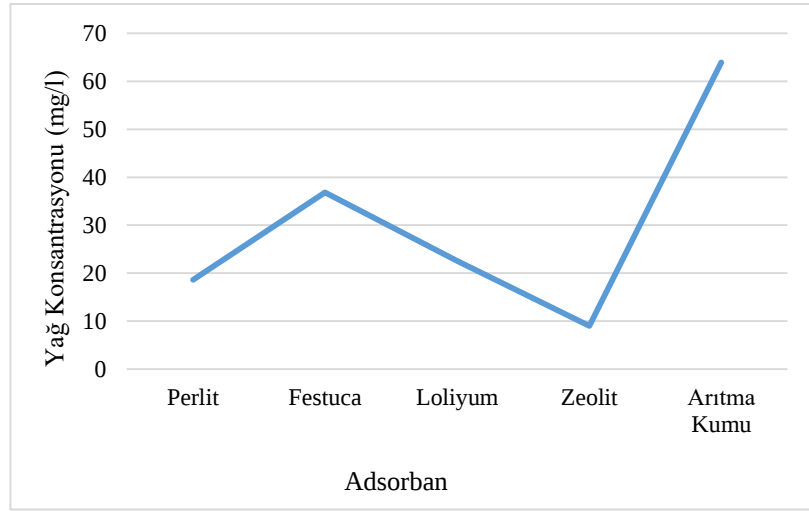
Kimyasal oksijen miktarı (KOİ)'nın sularda 25 mg/L fazla bulunması kirlilik göstergesi olup suda 50 mg/L daha fazla bulunması suyun çok kirli olduğunu ve içinde bulunan su canlıları için toksik etki göstermektedir. Tablo 4.3'de KOİ analiz sonuçlarına göre perlit, festuca, geotekstil, arıtma kumu adsorbanlarının kullanımı ile yapılan adsorbsiyon çalışmalarında deniz suyunda KOİ değeri sınır değerinin altında olduğu bulunmuştur.

Yakakent balıkçı barınağına ait deniz suyuna farklı adsorbanlar ile durağan şartlarda ve çalkalama uygulanarak adsorbsiyon çalışmaları yapılmıştır.

Yakakent Balıkçı Barınağından alınan deniz suyu numunesine durağan şartlarda perlit, festuca, loliyum, geotekstil, zeolit, arıtma kumu ile yapılan adsorbsiyon deneylerinde yağ konsantrasyonu ölçülmüştür. Adsorbsiyon işlemi sonrası en yüksek yağ konsantrasyonu arıtma kumu ile 63,3 mg/l olarak %76 yağ giderim verimi ölçülmüştür. En düşük yağ konsantrasyonu zeolit ile 8,98 mg/l olarak %97 verim ile giderim sağlandığı bulunmuştur. Adsorbsiyon sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir.

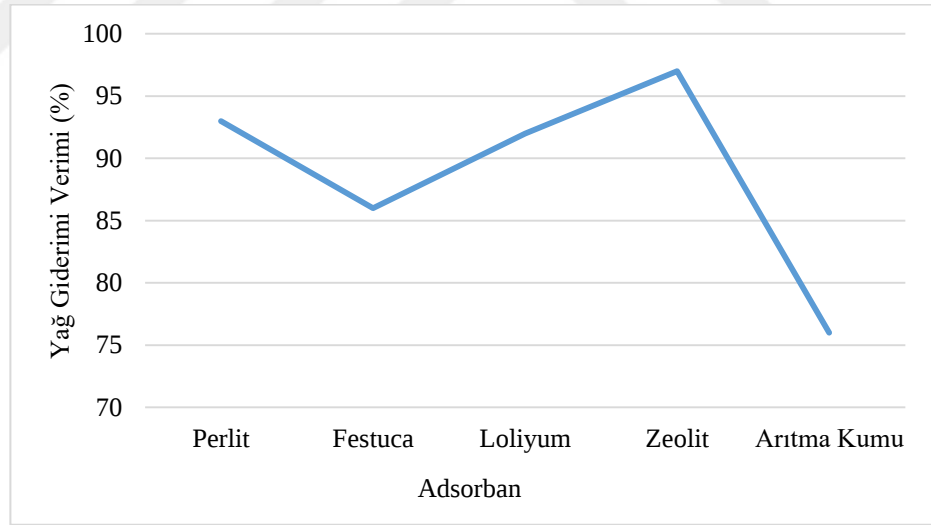
Tablo 4.3. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ konsantrasyonu, Yüzde Verimi, Adsorblama Kapasitesi (Co=270 mg/l C60=60.dk. Yağ Konsantrasyonu)

Adsorban	Yağ Konsantrasyonu C ₆₀ (mg/l)	E (%)	Adsorblama Kapasitesi (mg/g)
Perlit-Durağan	18,60	93	251,4
Festuca-Durağan	36,80	86	233,20
Loliyum-Durağan	22,56	92	247,44
Zeolit-Durağan	8,98	97	261,02
Arıtma Kumu-Durağan	63,93	76	206,07



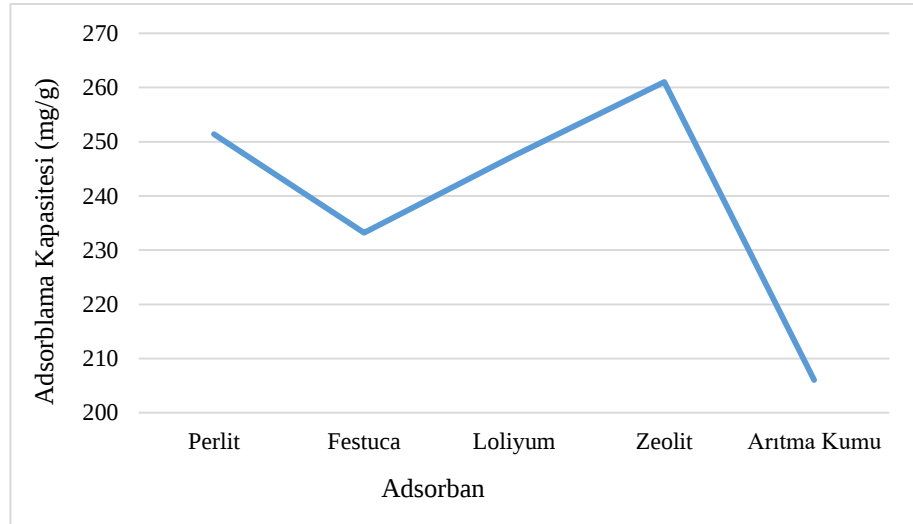
Şekil 4.7. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Yağ Konsantrasyonu Değişimi (Alıkonma süresi 60 dk., adsorban 0,1 g., Co=270 mg/l)

Yakakent Balıkçı barınağı deniz suyu numunesi durağan şartlarda farklı adsorbanlar ile adsorbsiyon çalışmalarında yağ konsantrasyonunun (mg/l) zeolit ve perlit ile en fazla giderim sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Yağ Giderim Verimi (Alıkonma süresi 60 dakika, adsorban 0,1 g., Co=270 mg/l)

Yakakent Balıkçı barınağı deniz suyu numunesi durağan şartlarda farklı adsorbanlar ile adsorbsiyon çalışmalarında zeolit ve perlit ile en fazla yağ giderim verimi (%) sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

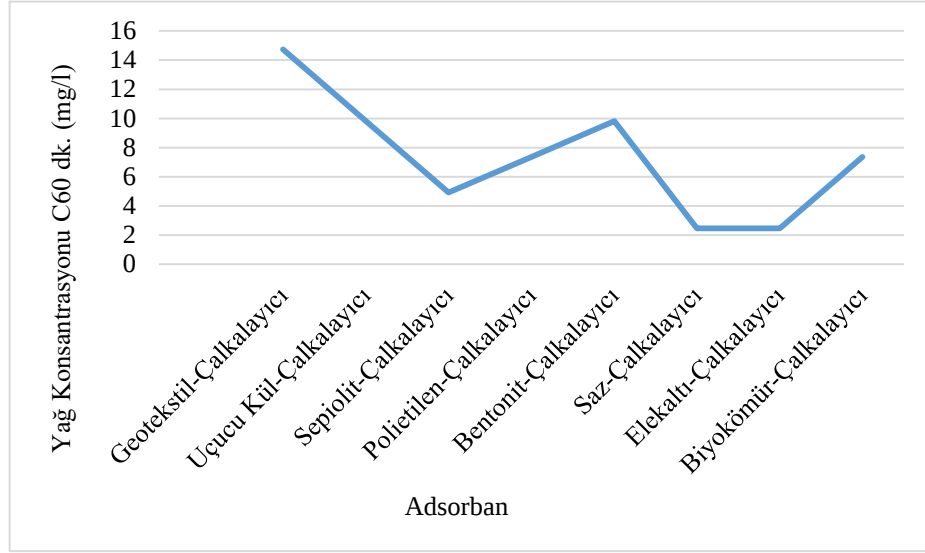


Şekil 4.9. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Adsorblama Kapasitesi
(Alıkonma süresi 60 dakika, adsorban 0,1 g. $C_0 = 270$ mg/l)

Yakakent Balıkçı barınağı deniz suyu numunesi durağan şartlarda farklı adsorbanlar ile adsorblama kapasitesi Şekil 4.9’da verilmiştir. Yakakent balıkçı barınağına ait deniz suyu numunesin farklı adsorbanlar kullanılarak çalkalama uygulanarak adsorbsiyon çalışmaları yapılmıştır. Deniz suyunda yağ ve gres giderimi öncelikli olmak üzere farklı adsorbentlerin giderim verimlilikleri belirlenerek problemin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Adsorblama kapasitesi en yüksek adsorban zeolit olduğu görülmüştür. Farklı adsorbentlerle yapılan adsorbsiyon çalışmalarında yağ konsantrasyonu değişimi ve giderim verimi Tablo 4.4.’de verilmiştir.

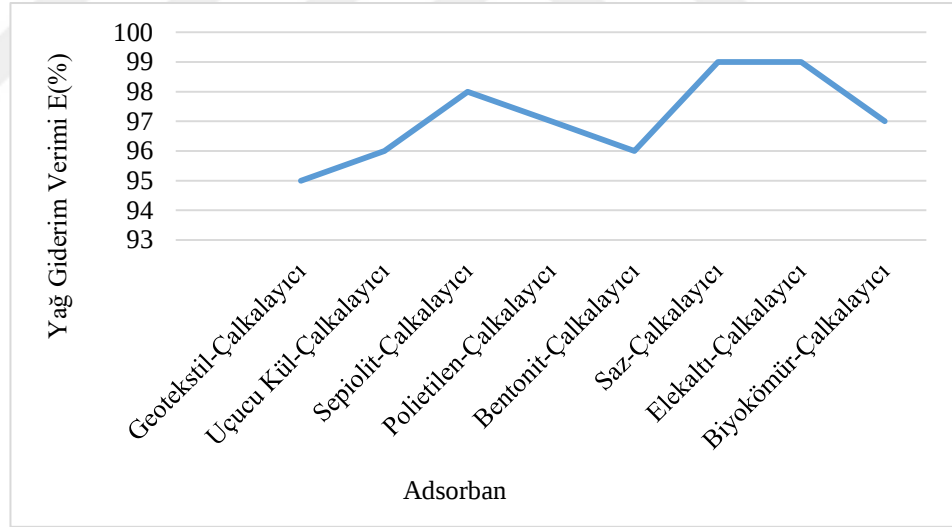
Tablo 4.4. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu ve giderim verimi (Alıkonma süresi 60 dakika, adsorban 0,1 g. $C_0 = 270$ mg/l)

Adsorban (mg/l)	5 dk.	10 dk.	15 dk.	20 dk.	25 dk.	45 dk.	60 dk.	E (%)
Geotekstil-Çalkalayıcı	19,64	9,82	12,27	24,55	14,73	24,55	14,73	95
Uçucu Kül-Çalkalayıcı	17,18	12,27	9,82	17,18	24,55	73,64	9,82	96
Sepiolit-Çalkalayıcı	27,00	9,82	4,91	22,09	27,00	17,18	4,91	98
Polietilen-Çalkalayıcı	24,55	7,36	14,73	19,64	14,73	31,91	7,36	97
Bentonit-Çalkalayıcı	22,09	12,27	7,36	36,82	12,27	9,82	9,82	96
Saz-Çalkalayıcı	9,82	7,36	14,73	7,36	19,64	19,64	2,45	99
Elekaltı-Çalkalayıcı	19,64	7,36	19,64	29,45	22,09	7,36	2,45	99
Biyokömür-Çalkalayıcı	29,45	24,55	19,64	39,27	17,18	29,45	7,36	97



Şekil 4.10. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu (Alıkonma süresi 60 dk., adsorban 0,1 g. $C_0 = 270$ mg/l)

Yakakent balıkçı barınağı deniz suyu numunesine farklı adsorbanlar ile adsorbsiyon çalışmalarında yağ konsantrasyonunun saz ve elekalıtı ile en fazla giderim sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

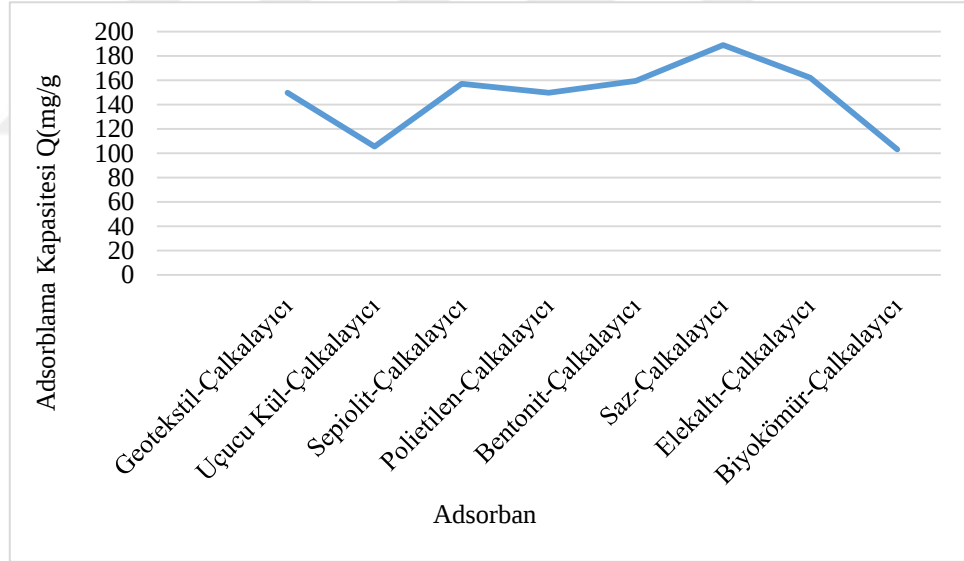


Şekil 4.11. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyuna Adsorban Katılarak Yağ Giderim Verimi (Alıkonma süresi 60 dk., 0,1 g. adsorban)

Yakakent Balıkçı barınağı deniz suyu örneklerinde saz ve elekalıtı ile en fazla yağ giderim verimi elde edilmiştir. Sepiolit, biyokömür ve polietilen ile yaklaşık % 98 arıtım verimine ulaşılmıştır (Şekil 4.11). Farklı zaman aralıklarındaki yağ adsorblama kapasitesi Tablo 4.5. ile Şekil 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.5. Yakakent Balıkçı Barınağından Alınan Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Adsorblama Kapasitesi (Q) (M=0,1 g/L; pH=5,06; C₀=270 mg/L)

Q (mg/g)	5 dk.	10 dk.	15 dk.	20 dk.	25 dk.	45 dk.	60 dk.
Geotekstil	250,36	240,55	228,27	203,73	189,00	164,45	149,73
Uçucu Kül	252,82	240,55	230,73	213,55	189,00	115,36	105,55
Sepiolit	243,00	233,18	228,27	206,18	179,18	162,00	157,09
Polietilen	245,45	238,09	223,36	203,73	189,00	157,09	149,73
Bentonit	247,91	235,64	228,27	191,45	179,18	169,36	159,55
Saz	260,18	252,82	238,09	230,73	211,09	191,45	189,00
Saman	250,36	243,00	223,36	193,91	171,82	164,45	162,00
Biyokömür	240,55	216,00	196,36	157,09	139,91	110,45	103,09



Şekil 4.12. Yakakent Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Farklı Adsorbanlar ile Adsorblama Kapasitesi (Alıkonma süresi 60 dakika, adsorban 0,1 g. C₀ =270 mg/l)

Yakakent balıkçı barınağı deniz suyu adsorbsiyon işlemi peşine çalkalama uygulanarak en yüksek yağ konsantrasyonu geotekstil ile 14,73 mg/l, yağ giderim verimi % 95 ölçülmüştür. En düşük yağ konsantrasyonu saz, elekalı ile 2,45 mg/l olarak % 99 yağ giderim verimi ölçülmüştür.

Canik Balıkçı Barınağından; alınan deniz suyu numunelerine laboratuvar koşullarında filtrasyon işlemi uygulanmış, deniz suyunda pH, redox potansiyeli, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluk, iletkenlik, fosfor, amonyum, kimyasal oksijen ihtiyacı, azot konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.6) Deniz suyu örnek analizleri APHA-AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 th Edition, American Public Health Association göre yapılmıştır. (APHA-AWWA,1999)

Tablo 4.6. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ve Filtrasyon Sonrası Su Kalite Değerleri

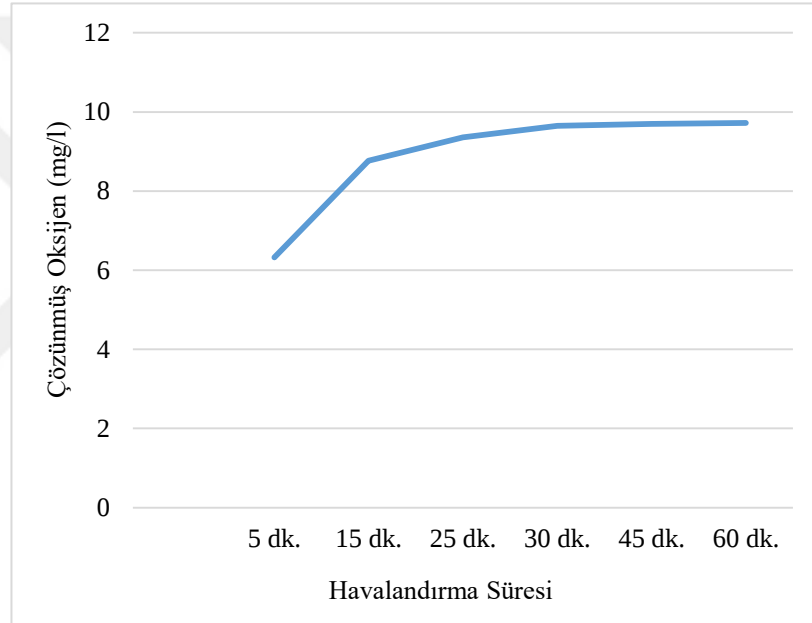
	pH	Redox (mV)	ÇO (mg/l)	Oksijen Doygunluk (%)	iletkenlik (µS/cm)	TP (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	KOİ (mg/l)	TN (mg/l)
Canik Balıkçı Barınağı yağlı deniz suyu	7,76	-46	0,58	8	26,9	1,44	3,18	82,78	0,916
Canik Balıkçı Barınağı filtrasyon sonrası deniz suyu	7,75	-45,7	8,41	93,3	27,1	7,6	16,4	4,32	Limit altındadır.

Canik Balıkçı Barınağına ait yağlı deniz suyu akvaryum pompası ile havalandırılmıştır. Belirli aralıklarla çözülmüş oksijen, oksijen doygunluk ve yağ ölçümü yapılarak yüzde verimi hesaplanmıştır (Tablo 4.7).

Canik Balıkçı Barınağından alınan deniz suyu numunesinin başlangıç yağ konsantrasyonu 252 mg/l filtrasyon sonrası yağ konsantrasyonu 47,94 mg/l ölçülmüş ve yağ giderme verimi %81 hesaplanmıştır. Filtrasyon öncesi ve sonrası pH değeri sınır değerlerdedir. Filtrasyon sonrası redox potansiyeli değeri indirgen, çözülmüş oksijen değeri yüksek, oksijen doygunluğu alt sınır değere yakın, fosfor değerinin arttığı fakat üst limit değerin olan 10 mg/l'nin altında olduğu, iletkenlik değerinin arttığı, amonyum değerinin limit değere ulaşmadığı görülmüştür. KOİ değeri 82,78 mg/l den filtrasyon sonrası 4,32 mg/l'ye düşerek üst sınır değer olan 25 mg/l ile limit değerinde olduğu, azot üst limit değeri 0,5 mg/l olması nedeni ile limit değerin altında çıkmıştır.

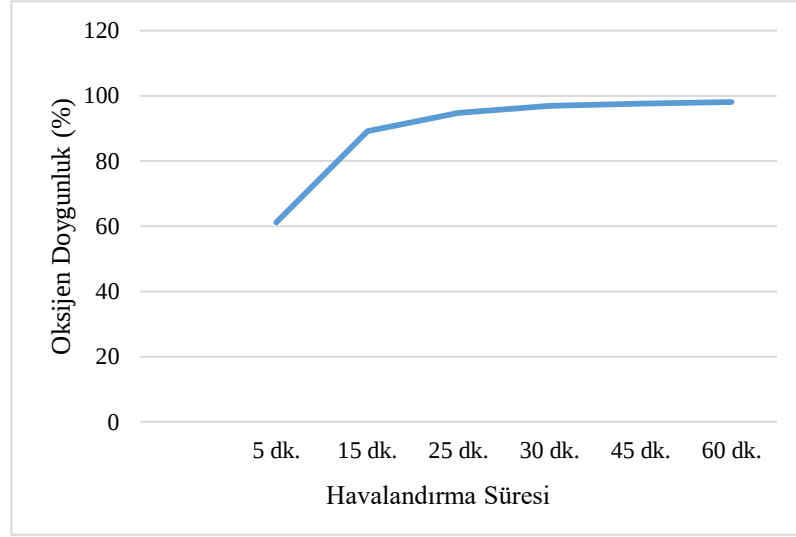
Tablo 4.7. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu Havalandırma Sonrası Belirli Aralıklarla ÇO, Oksijen Doygunluk ve Yağ Konsantrasyonu ve Yüzde Verimi ($C_s=252$ mg/L)

Süre	ÇO (mg/l)	Oksijen Doygunluk (%)	Yağ Konsantrasyonu (mg/l)	E (%)
5 dk.	6,32	61,2	86,04	66
15 dk.	8,77	89,2	77,44	70
25 dk.	9,36	94,8	44,25	83
30 dk.	9,65	96,9	72,52	71
45 dk.	9,7	97,6	70,06	72
60 dk.	9,72	98,1	44,25	83



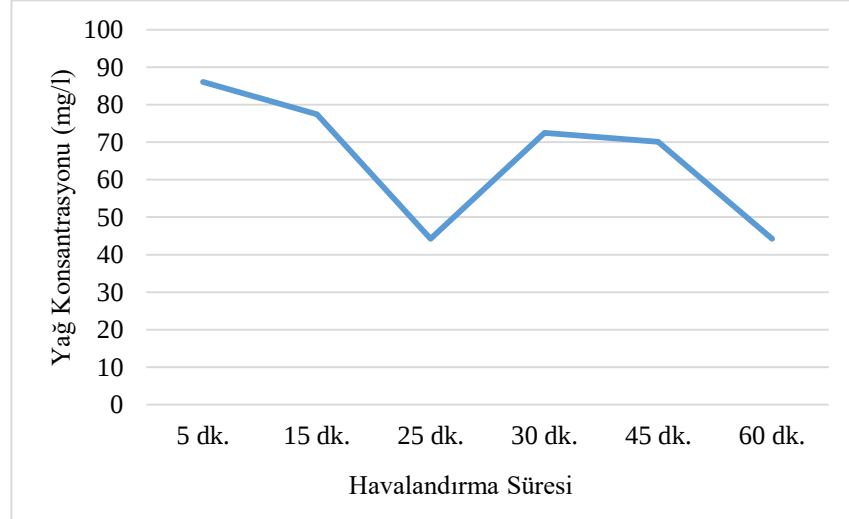
Şekil 4.13. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası ÇO Miktarı

Canik balıkçı barınağı deniz suyu numunesi başlangıç çözülmüş oksijen 0,58 mg/l den belirli zaman aralığında havalandırma sonrası 9,72 mg/l ile sınır değer olan 4-5 mg/l'nin üstünde ölçülmüştür (Şekil 4.18).



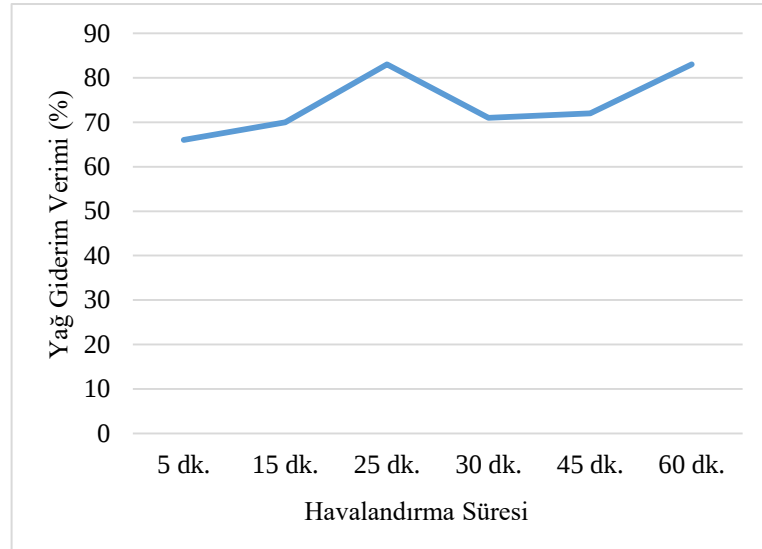
Şekil 4.14. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası Oksijen Doygunluğu

Canik Balıkçı Barınağı deniz suyu numunesinin başlangıç oksijen doygunluğu % 8 ile düşük olduğu, belirli zaman aralığında havalandırma işlemi sonrası % 98,1 ile %95-115 aralığında ölçülmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.15. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası Yağ Konsantrasyonu

Canik balıkçı barınağı deniz suyu numunesi belirli zaman aralığında akvaryum pompası havalandırma işlemi sonrası kurutma kağıdı ile süzölmüştür. Yağ konsantrasyonu 44,25 mg/l ölçülmüştür (Şekil 4.15).



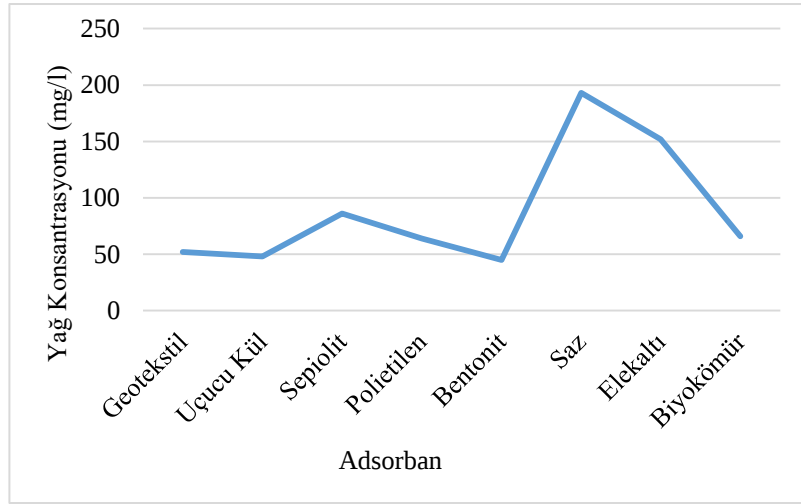
Şekil 4.16. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu, Havalandırma Sonrası Yağ Giderim Verimi

Canik Balıkçı Barınağı deniz suyu numunesinin havalandırma sonrası 44,25 mg/l ölçülmüş ve yağ giderim veriminin % 83 olduğu görülmüştür (Şekil 4.16).

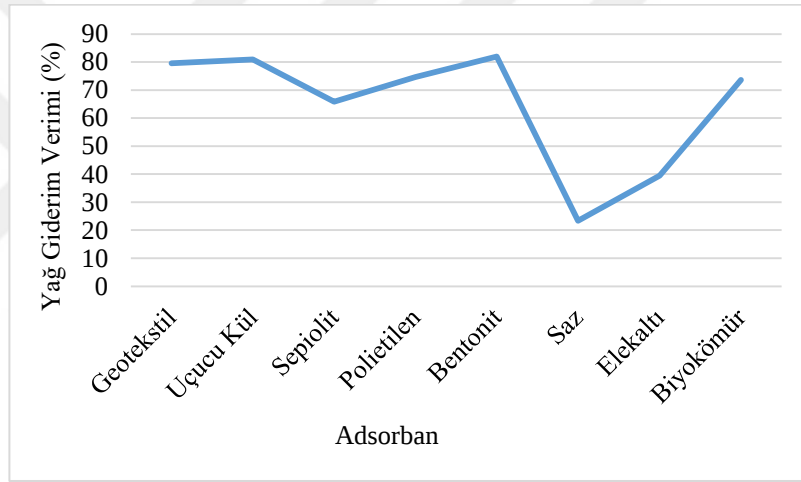
Canik Balıkçı Barınağından alınan deniz suyu “geotekstil, uçucu kül, sepiolit, polietilen, bentonit, saz, elekalı, biyokömür” adsorbanlar ile 24 saat bekletilmiştir. Deney sonuçları Tablo 4.8 ve Şekil 4.17 ile Şekil 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu ve Yağ Giderimi Verimi (Alıkonma süresi 24 saat, $C_0=252$ mg/L)

Canik Balıkçı Barınağı	Yağ Konsantrasyonu (mg/l)	E (%)
Geotekstil	51,63	80
Uçucu Kül	47,94	81
Sepiolit	86,05	66
Polietilen	63,92	75
Bentonit	45,48	82
Saz	193,00	23
Elekalı	152,43	40
Biyokömür	66,38	74



Şekil 4.17. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Çalışmalarında Yağ Konsantrasyonu



Şekil 4.18. Canik Balıkçı Barınağı Deniz Suyu ile Yapılan Adsorbsiyon Yağ Giderimi Verimi

Yağ giderim verimi grafiği incelendiğinde, en düşük verimin saz adsorbanı, en yüksek yağ giderim verimin ise % 82 ile bentonit adsorbanıdır. Bentonit'in emici, şişebilen kil yapısı yağ giderim verimine katkı sağladığı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karadeniz'deki genel balık çeşitliliği, çeşitli antropojenik baskılar nedeniyle önemli ölçüde azalmıştır. Kumun taraklanması, denizin toprak doldurulması, yasa dışı avlanma, balık çeşitliliğini etkilerken, ötrofikasyon sebebiyle de fiziksel kayıp veya hasar meydana gelmiştir. Deniz ve iç sularımızda canlı yaşamın sayıca ve türce giderek azalması, kirliliğin, yanlış yapılaşmanın, aşırı avlanmanın, yanlış teknoloji kullanmanın en önemli belirtileridir.

Karadeniz'deki balıkçı barınakları balıkçılık sezonu boyunca yoğunlukla aktif olarak çalışmakta, yüksek miktarda hamsi ve çaça balığı avcılığı yapılmaktadır. Tüketim fazlası olan balıklar yem/küspe yapılmak üzere fabrikalara gönderilmektedir. Avlanan balıkların karaya aktarımı ve sonrası deniz yüzeyine bırakılan yağlı/kanlı ve su ürünleri kalıntıları içeren suyun oluşturduğu kirlilik ve kirliliğin giderilmemesi ile birlikte hava sıcaklığına bağlı olarak kötü koku oluşumu gözlemlenmektedir.

Türkiye Turizm Stratejisi 2023 Eylem Planına göre Marmara ve Karadeniz'de bulunan balıkçı barınaklarının yat turizmine kazandırılmasına yönelik bir çalışma bulunmaktadır. Çalışmanın hayata geçirilmesi için balıkçı barınaklarında yaşanan bu kirliliğin de önüne geçilmesi gerekmekte ve bu eylem planı için balıkçı barınaklarında yaşanan bu kirlilikte önem arz etmektedir. Genel olarak yasaklara rağmen uygulama da zorluklar yaşanmaktadır.

Bu tez çalışması ile Yakakent ve Canik Balıkçı Barınaklarından alınan numuneler ile fiziksel ayırma, filtrasyon, havalandırma, ve çeşitli adsorban malzemeler kullanılarak deniz suyundaki kirleticilerin adsorbe edilme kapasite çalışması yapılmış ve bir çok adsorbanın yüksek arıtım verimliliklerini sağladığı belirlenmiştir.

Bu çalışmanın özünde balık artıklarının atık deşarjlarının deniz suyuna karışmadan önce ayrılması esas olmak ile birlikte sistem kurulmadığı için karıştığı durumda yapılması gereken çalışmaları içermektedir. Balık basıcı su pompasına bir filtre ile veya basit yağ ayırıcılar kullanılarak atıkların bertaraf edilmesi en gerçekçi çözümdür. Fakat yapılan çalışmalar sonucunda bu atıkların denize deşarjının yarattığı problemler dikkati çekmemektedir. Bu amaçla çalışmalarımızda basit ayırma sistemleri önerilenin yanısıra havalandırma, filtrasyon ve adsorbsiyon

işlemine tabi tutulduktan sonra sıfır atık ilkelerine dayanarak enerji dönüşümünün sağlanması önerilmektedir. Adsorbsiyon çalışmalarında yağın ve diğer atıkların ped içerisindeki adsorbanlara tutunarak uzaklaştırılması denenmiştir. Bu amaç ile literatürde yaygın olarak uygulanan adsorbanlar ile ucuz adsorbanlar denenmiştir. Sıfır atık ilkesi ile atıkların adsorblandığı pedlerin işleme tabi tutularak enerjiye dönüşümü uygulamada daha kolay olacaktır.

Yakakent Balıkçı Barınağına ait ilk çalışma olan filtrasyon işlemi ile, deniz suyunun ve filtrasyon sonrası su kalite değerleri ölçümü yapılmış olup başlangıç yağ konsantrasyonu 270 mg/L filtrasyon sonrası yağ konsantrasyonu 51,36 mg/L ölçülmüştür. % 81 yağ giderim verimi sağlandığı bulunmuştur.

Yakakent Balıkçı Barınağına ait ikinci çalışma, numunenin durağan şartlarda su kalite değerleri ölçülmüş ve durağan şartlarda perlit, festuca, loliyum, geotekstil, zeolit, arıtma kumu adsorbanları ile adsorbsiyon deneyleri yapılmış yağ konsantrasyonu ölçülmüştür. Yapılan adsorbsiyon işleminde zeolit adsorbanı ile yağ konsantrasyonu 7,36 mg/L'dir. % 97 yağ giderim verimi sağlandığı bulunmuştur.

Yakakent Balıkçı Barınağına ait üçüncü çalışma, numuneye geotekstil, uçucu kül, sepiolit, polietilen, bentonite, saz, elekalı, biyokömür adsorbanları katıldıktan sonra çalkalama işlemi ile adsorbsiyon çalışması yapılmıştır. Adsorbsiyon sonrası yağ konsantrasyonu 2,45 mg/L ölçülmüştür. Saz ve elekalı ile % 99 yağ giderim verimi sağlandığı bulunmuştur.

Canik Balıkçı Barınağına ait ilk çalışma olan filtrasyon işlemi ile, deniz suyunun ve filtrasyon sonrası su kalite değerleri ölçülmüş ve yağ konsantrasyonu 47,94 mg/L ölçülmüştür. % 81 yağ giderim verimi sağlandığı bulunmuştur.

Canik Balıkçı Barınağına ait ikinci çalışma, akvaryum pompası ile havalandırma işlemi yapılmıştır. Havalandırma sonrası yağ konsantrasyonu 44,25 mg/L ölçülmüştür. % 83 yağ giderim verimi sağlandığı görülmüştür.

Canik Balıkçı Barınağına ait üçüncü çalışma, deniz suyuna “geotekstil, uçucu kül, sepiolit, polietilen, bentonit, saz, elekalı, biyokömür” adsorbanlar ile 24 saat bekletilerek yağ giderim verimi incelenmiştir. Adsorbsiyon işlemi sonrası yağ konsantrasyonu 45,48 mg/L ölçülmüştür. % 82 yağ giderim verimi bentonit adsorbanı ile sağlandığı görülmüştür.

Deniz suyuna deşarj edilen balık artıklarının basit fiziksel sistemler ile

ayrıştırılması, yağlı suyun seperatör ile yağlı kısmın ayrılması ve sonrasında balıkçı barınaklarında oluşan su ürünleri kalıntılarının yağ konsantrasyonunun yüksek olması çalışmalarından yola çıkılarak denize deşarj edilen yağlı suyun ayrı bir tankta toplanması sonrası biyodizel elde edilmesinde kullanılması ile ayrı bir kazanç sağlanacak ve oluşan deniz kirliliği de önlenmiş olacaktır.

Balıkçı barınaklarından alınan deniz suyu adsorban malzeme ile temizlenmesine müteakip denizden toplanan atıkların yağ konsantrasyonunun yüksek olması sebebi ile bertaraf yöntemi olarak yakma tesisine gönderilecektir.

Bir diğer öneride balıkçı barınaklarındaki bu kirli suyun denize deşarjı yerine belediyeler ile beraber yapılacak çalışma kapsamında kanalizasyon sistemine dahil edilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin 23. Maddesinin g bendine göre: “Balıkçılıkla ilgili olarak yapılan, su ürünleri ekimi ve balık, sünger ve diğer su ürünleri kalıntılarının geri boşaltımı ve buna benzer işlemlerin liman, koy ve körfezlerde Bakanlığın uygun görüşü alınmadan yapılması yasaktır.” maddesi bulunmaktadır. Bu kapsamda, Çevre Kanununda da bunun karşılığı olarak balıkçı barınaklarında hem gemiden hem karadan kaynaklanan kirliliğe uygulanacak olan cezai müeyyidenin açıklayıcı olması ve Gemi Kaynaklı Deniz Kirliliği Denetim Yetkisinin Devri Hakkında 2023/3 sayılı Genelge kapsamına alınması faydalı olacaktır.

Su ürünleri avcılığı yapılırken teknelerin güverte ve ambarlarındaki balıkların, fishboom adı verilen “balık basıcı su pompası” ile kamyonların kasalarına aktarılırken kasada biriken suyun denize geri deşarjı yerine ayrı bir tankta toplanması veya o ilin belediyesinin uygunluğu kapsamında kanalizasyona bağlanması kirliliğin oluşmasını engelleyecektir.

Kamu kurum/kuruluşları tarafından balıkçı barınaklarında icra edilen eğitim ve toplantılarda, FAO Eğitim Serisi karikatürleri ile ülkemizdeki balıkçı barınaklarını dünyanın farklı bölgeleriyle uyumlu hale getirmek için kullanılması eğitici ve öğretici olacaktır.

Balıkçı barınaklarının yönetimi yapılırken kamu kurum ve kuruluşları iş birliği ile birlikte kıyılarda gözlemlenen kirliliğin oluşmasının önlenmesi için öncelikle bir ekip çalışması yapılması Karadeniz kıyı bölgesi için büyük bir ihtiyaçtır.

KAYNAKLAR

- Şengül, Füsün (1989). "Endüstriyel Atıksuların Özellikleri ve Arıtılması." Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İzmir
- Anonim (2018). "Türkiye’de Deniz Strateji Çerçeve Direktifi Kapsamında Kapasite Geliştirme, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı."
- Dhaka, A. Chattopadhyay, P. (2021). "A review on physical remediation techniques for treatment of marine oil spills"
- Güven, C.K. Öztürk B. (2005). "Deniz Kirliliği Temel Kirleticiler ve Analiz Yöntemleri." Tüdev Yayınları No:21, İstanbul
- Sciortino, J. A. (2010). "Fishing Harbour Planning, Construction and Management (No. 539)." Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
- Akar, Ö. (2017). "Hatay İli Balıkçı Barınakları Risk Analizi." İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çımat, A. Duran, T. (2018). "Muğla İli Su Ürünleri Kooperatif İşletmelerinin Karşılaştıkları Temel Sorunlar ve Çözüm Önerileri.", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi.
- Anonim (2021). "Çevresel Göstergeler, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı."
- Anonim(2014).<https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/5V2OV8N1-fiziksel-Olcum-yontemleri.pdf> (Erişim:23.01.2023)
- Yılmaz, A. (2002). "Türkiye Denizlerinin Biyokimyası: Dağılımlar ve Dönüşümler." Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü.
- Dhaka,A. (2021). Chattopadhyay, P. "A review on physical remediation techniques for treatment of marine oil spills" Department of Chemical Engineering, BITS Pilan
- Jamaly, S. Giwa, A. Hasan, S.W. (2015). "Recent improvements in oily wastewater treatment: Progress, challenges, and future opportunities." Journal Of Environmental Sciences
- Gürdal, E.G. (2021). "Atık Madeni Yağlar ve Yağlı Atıksu Arıtma Yöntemlerine Dair Bir Araştırma" Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi
- Anonim (2004a). Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=5672&MevzuatTertip=5> (Erişim tarihi :01.03.2023)
- Anonim (2004b). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=7221&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (Erişim tarihi :01.03.2023)
- Anonim (1984). Çevre Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.2872.pdf> (Erişim tarihi :01.03.2023)
- Anonim (1986). Su Ürünleri Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1380.pdf> (Erişim tarihi :01.03.2023)
- Anonim (1971). Su Ürünleri Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=4988&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (Erişim tarihi :01.03.2023)
- Anonim (1989). Balıkçı Barınakları Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=4997&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (Erişim tarihi :01.03.2023)
- Anonim (2023a). Gemi Kaynaklı Deniz Kirliliği Denetim Yetkisinin Devri Hakkında 2023/3 sayılı Genelge, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/gem--kaynakli-den-z-k->

rl-l-g--denet-m--yetk-s-n-n-devr--hk.-20230124095205.pdf (Erişim tarihi : 16.04.2023)

- APHA-AWWA-WPCF (1999). Standard Methods for the Exmanination of Water and Wastewater, 20 th Edition American Public Health Association, Washington D.C.
- Cerff, B. Key, D. Bladergroen B. (2021). "A Review of the Processes Associated with the Removal of Oil in Water Pollution" Sustainability | An Open Access Journal from MDPI
- Xia, L., Chen, F., Cai, Z., Chao, J., Tian, Y., Zhang, D., (2022). "Magnet-assisted selective oil removal from water in non-open channel and continuous oil spills clean-up" Separation and Purification Technology.
- Anonim (2017). "Analytical Procedures Appendices", Spectroquant Prove Spectrophotometer 300, Supelco Quality Control Products.
- Özalp, H.B.,(2011)."Balık Atıklarından Yağ Eldesi ve Biyodizel Üretimi" Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Sekmen, Y., Şen, S.,(2016). "Hamsi (Engraulis encrasicolus) Yağından Biyodizel Üretimi ve Dizel Motor Performans ve Emisyonlarına Etkisi." Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.
- Günel, E., Erdem, H., (2018). "Biyokömür: Tanımı, Kullanımı ve Tarım Topraklarındaki Etkileri." ADÜ Ziraat Dergisi.
- Akgül, G., (2017). "Biyokömür ve Kullanım Alanları." Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi."
- AlAmeria, K., Giwaa, A., Yousef, L., Alraeesic, Abdulrahman., Tahera, H., (2019). "Sorption and removal of crude oil spills from seawater using peat-derived biochar: An optimization study." Journal of Environmental Management.
- Tekin, G.,(2004). "Perlit ve Sepiyolit'in Amonyumheptamolibdat ile Modifikasyonu ve Elektrokinetik Özellikler." BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
- Ardalı,Y.,(1990). "Endüstriyel Atıksulardan Ağır Metallerin Adsorbsiyonla Uzaklaştırılması." Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitüsü Yüksek Lisans Tezi."
- Anonim, (2022). <https://dobisu.marmara.edu.tr/orta-menu/yararli-bilgiler/icme-kullanma-suyu-parametrelerinde-bulunan-iyonlari-fazlaliginin-insan-sagligi-uzerindeki-etkileri> (Erişim tarihi :16.04.2023)
- Görhan, G., Kahraman E., Başpınar, S., Demir, İsmail (2009) "Uçucu Kül Bölüm II: Kimyasal, Mineralojik ve Morfolojik Özellikler." Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 5, No: 2, 2009 (33-42)
- Burçak, E., Yalçın, S., (2016) "Sepiyolit'in Özellikleri ve Hayvan Beslemede Kullanılması." Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 2016, 56 (2) 78-86
- Anonim, (2023b) <https://tr.wikipedia.org/wiki/Anasayfa> (Erişim tarihi, 28.04.2023)

ÖZ GEÇMİŞ

İlhame BATUR, Samsun 19 Mayıs Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği bölümünden 19.02.2001 tarihinde mezun oldu. Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri bölümünden 09.07.2020 tarihinde mezun oldu. 2020 yılında OMÜ LEE Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi. Sahil Güvenlik Karadeniz Bölge Komutanlığında Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır (15/05/2023).

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0009-0007-4977-628X

Yayınlar:

1. BATUR İlham, ARDALI Yüksel (2023). As a climate adaptation study, sea pollution arising from activities in fishermen's shelters and solution proposals. ICOEST 9th International Science and Technology May 17-21 2023 (Yayın No: ISBN 978-605-81426-2-6)