

Research
Article

Submission Date

12 / 11 / 2024

Admission Date

21 / 02 / 2025



Petrol Kaynaklı Deniz Kirliliğinin Önlenmesinde Uygulanan Temizleme Teknikleri ile ilgili Bir Değerlendirme

An Evaluation of Clean-up Techniques Applied in the Prevention of Oil-Sourced Marine Pollution

Fulya A. Güner¹Tanzer Satır²

How to Cite:

Güner, F. A., Satır, T. (2025). Petrol Kaynaklı Deniz Kirliliğinin Önlenmesinde Uygulanan Temizleme Teknikleri ile ilgili Bir Değerlendirme. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 7 (1), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas.1583886>

ABSTRACT

The environment is a complex and essential system that sustains human life and connects individuals to their surroundings. It encompasses the built environment, the natural environment, and all natural resources, including air, land, and water. These elements are interconnected and contribute to the overall living conditions of individuals and society. The environment is vital for human survival, and ecosystems must remain intact to ensure a healthy life. If ecosystems are damaged, life will become increasingly difficult for all living organisms, and, in extreme cases, life may cease due to pollution.

Human activities often lead to environmental pollution through the disposal of waste harmful to the environment, which can damage both living and non-living elements. Pollution may be visible to the eye or occur in an invisible form, yet its effects can still be strongly felt. Environmental pollution can manifest as biological, physical, or chemical pollution, each disrupting the ecological balance by adversely affecting ecosystems in the sea, on land, and in the air. Pollution from various sources leads to public health issues, climate change, economic costs, and negative social impacts.

Marine pollution, particularly oil spills, is one of the most severe forms of environmental pollution. Oil spills have devastating effects on marine ecosystems and have become a central focus for researchers and organizations in the field of oil spill response. This study will examine the methods used to clean oil pollution, one of the most serious types of marine pollution. It will focus on the practical application of these methods, evaluate both traditional and innovative approaches emerging from technological developments, and provide recommendations for improving oil spill response and preventing further environmental damage.

KEYWORDS: Pollution, Marine Pollution, Types of Marine Pollution, Marine Pollution Cleaning Techniques

Öz:

Çevre, insan yaşamını sürdüren ve bireyleri çevrelerine bağlayan karmaşık ve temel bir sistemdir. Yapılı çevreyi, doğal çevreyi ve hava, toprak ve su dahil olmak üzere tüm doğal kaynakları kapsar. Bu unsurlar birbiriyle bağlantılıdır ve bireylerin ve toplumun genel yaşam koşullarına katkıda bulunur. Çevre, insanların hayatta kalması için hayati önem taşır ve sağlıklı bir yaşam için ekosistemlerin bozulmadan kalması gerekir. Ekosistemler zarar görürse, tüm canlı organizmalar için yaşam giderek zorlaşır ve aşırı durumlarda kirlilik nedeniyle yaşam sona erebilir.

İnsan faaliyetleri genellikle çevreye zararlı atıkların bertaraf edilmesi yoluyla çevre kirliliğine yol açar ve bu da hem canlı hem de cansız unsurlara zarar verebilir. Kirlilik gözle görülebilir veya görünmez bir biçimde ortaya çıkabilir, ancak etkileri yine de güçlü bir şekilde hissedilebilir. Çevre kirliliği biyolojik, fiziksel veya kimyasal kirlilik olarak ortaya çıkabilir ve her biri denizdeki, karadaki ve havadaki ekosistemleri olumsuz etkileyerek ekolojik dengeyi bozar. Çeşitli kaynaklardan kaynaklanan kirlilik halk sağlığı sorunlarına, iklim değişikliğine, ekonomik maliyetlere ve olumsuz sosyal etkilere yol açmaktadır.

¹ Corresponding Author Yetkili Yazar: İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, fulyaaguner@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1103-3099

² İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, tsatir@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5308-5680



Deniz kirliliği, özellikle de petrol sızıntıları, çevre kirliliğinin en ciddi biçimlerinden biridir. Petrol sızıntılarının deniz ekosistemleri üzerinde yıkıcı etkileri vardır ve petrol sızıntılarına müdahale alanındaki araştırmacılar ve kuruluşlar için merkezi bir odak noktası haline gelmiştir. Bu çalışma, deniz kirliliğinin en ciddi türlerinden biri olan petrol kirliliğini temizlemek için kullanılan yöntemleri inceleyecektir. Bu yöntemlerin pratik uygulamalarına odaklanacak hem geleneksel hem de teknolojik gelişmelerden kaynaklanan yenilikçi yaklaşımları değerlendirecek ve petrol döküntüsü müdahalesinin iyileştirilmesi ve daha fazla çevresel zararın önlenmesi için öneriler sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kirlilik, Deniz Kirliliği, MARPOL, Deniz Kirliliği Temizleme Teknikleri

1.GİRİŞ

İnsanlığın varoluşundan bu yana, çevreden ve çevreyi oluşturan tüm canlı ve nesnelerden yararlanmış, bu yararlanma sürecinde çevreye çeşitli atıklar bırakarak, çevre kirliliği sorunlarına neden olmuştur (Usluer vd., 2022). Bu sürecin genellikle sanayi devrim ile başladığı ve günümüze geldiğimizde de artık global anlamda tüm ülkeleri etkilediği ve sonuçlarının ekolojik krizlere neden olduğunu gözlemlemek mümkündür. Bu çevresel krizler içinde yeryüzünün yaklaşık % 70'ini oluşturan denizler, okyanuslar ve su kaynaklarının payı da oldukça önemlidir. O nedenle denizlerin kirlenmesi ve bu bağlamda tüm Dünya'da denizel kirlilik ve kıyıl ekosistem sorunları önemlidir. Bu kirlilik içinde gemilerin neden olduğu petrol sızıntıları nedeniyle büyük miktarda hasarlar meydana gelmiştir (İncaz ve Özdemir, 2018). Bu hasarların yarattığı sorunlar bağlamında denizcilik sektörü yüzlerce yıldır sayısız felaketlere maruz kalmış ve bunun sonucunda bu trajik olaylara çözüm olarak uluslararası kurallara doğmuştur. Denizlerin kirlenmesine ilişkin olarak Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından uyarlanan MARPOL 73/78 (Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesine Dair Uluslararası Sözleşme), denizlerin kirlenmesinin önlenmesinde en kapsamlı uluslararası sözleşmedir. 1973 yılında IMO, artık evrensel olarak MARPOL olarak bilinen ve 1978 ve 1997 Protokolleri ile değiştirilen ve ilgili değişikliklerle güncellenen Gemilerden Kirliliğin Önlenmesine Yönelik Uluslararası Sözleşme kabul edilmiştir. MARPOL Sözleşmesi, gemilerden kaynaklanan petrol kirliliğini; toplu olarak taşınan zararlı sıvı maddeleri, paketlenmiş biçimde deniz yoluyla taşınan zararlı maddeleri; kanalizasyon, çöp ve gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesini ele almaktadır. MARPOL, uluslararası deniz taşımacılığından kaynaklanan kirliliğin önemli ölçüde azaltılmasına büyük katkıda bulunmuştur ve dünya ticaret tonajının %99'una uygulanmaktadır (IMO, 29.10.2024). MARPOL sözleşmesinin amacı, deniz ortamında gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesini en aza indirmektir.

Denizlerin Ülkemizde, Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşmesi (Convention for the Prevention of Pollution from Ships-MARPOL73/78) ve Sözleşmeyi Değiştiren 1997 Protokolünün teknik eklerine ilişkin değişikliklerin onaylanmasına, bazı andlaşmaların yapılması için Cumhurbaşkanına Yetki Verilmesi Hakkında 244 sayılı Kanunun 5'inci maddesi, MARPOL Sözleşmesini Değiştiren 1997 Protokolüne katılımımızın uygun bulunduğu dair 6438 sayılı Kanunun 2'nci maddesi, MARPOL Sözleşmesi'nin III ve IV'üncü Eklerine Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair 6477 sayılı Kanunun 2'nci maddesi ve Milletlerarası Andlaşmaların Onaylanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında 9 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 2'nci ve 3'üncü maddeleri gereğince karar verilmiş olup Cumhurbaşkanlığının 8935 sayılı Kararı ile 06.09.2024 tarih ve 32654 Sayılı (1'inci Mükerrer) Resmî Gazetede yayımlanmıştır (İMEAK Deniz Ticaret Odası, 09.09.2024)

Dünyada denizler atıkların boşaltılabileceği bir alıcı ortam vazifesi olarak görülmüş ve yıllarca atıklarla kirlenmiş ve kirlenmeye devam edilmektedir. Genel anlamda denizlerde görülen kirliliğin kaynakları olarak direkt deşarjlar ve nehirlerle taşınma, zirai işlemler, atmosferik çökeltme, deniz taşımacılığı faaliyetleri, kaçak boşaltımlar, denizdeki petrol ve gaz üretimi, deniz kazaları sıralanabilir. Bu kirlilik kaynakları tüm ülke denizlerinde kirlenmeyi yaratan temel nedenlerdir.

2.KİRLİLİK

Çevre; bütün canlı ve cansız varlıklar ve canlı varlıkların eylemlerini etkileyen ya da etkileyebilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal nitelikteki tüm etkenlerdir (Eroğlu, 2018).

İnsanlar gerçekleştirdikleri eylemlerin sonucunda doğa ve çevre için zararlı bir çeşit atıklar ortaya çıkarırlar. Bu atıklar plastikler gibi katı madde, kimyasallar gibi sıvı ya da zehirli gazlar gibi çok çeşitli şekillerde olabilir. Ortaya çıkan bütün bu atıkların doğaya karışarak, içerisinde yaşayan canlı ve cansız bütün varlıklara zarar vermesi kirlilik olarak isimlendirilir. Bu kirlilik bazen gözle görülebilecek boyutlarda olurken, bazen ise gözle görülmeyen ama etkisi hissedilebilen şekilde de meydana gelebilir (Enez Kaymakamlığı, 2021).

Gelişmiş ülkeler küresel çevre sorunları ile mücadele ederken, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler kendi başlarına ciddi ve hızla büyüyen kirlilik sorunları ile mücadele ediyor (JICA, 27.10. 2024)

Çevre kirliliği, kirleticilerin özelliğine ve etkide bulundukları ortama göre çeşitli türlere ayrılabilir. Çevre kirliliğinin başta deniz kirliliği olmak üzere ek olarak bazı önemli türleri şu şekildedir: Hava kirliliği, ses kirliliği, ışık kirliliği, toprak kirliliği, su kirliliği, yeraltı suları kirliliği, yerüstü suları kirliliği, akarsu kirliliği, göl kirliliği (Kuleyin, 2024). Çevre kirliliğinin halk sağlığının bozulması, çevresel bozulmalar, iklim değişikliği, ekonomik maliyetler, olumsuz sosyal etkiler gibi etkileri vardır (Nextias, 15.11.2023).

3. DENİZ KİRLİLİĞİ

3.1. Deniz Kirliliği Tanımı

Deniz kirliliği, 'insan tarafından doğrudan veya dolaylı olarak deniz ortamına madde veya enerji sokulması sonucu insan sağlığına tehlike, balıkçılık da dahil olmak üzere deniz faaliyetlerinin engellenmesi, deniz suyunun kullanım kalitesinin bozulması ve olanaklarda azalma gibi zararlı etkilere yol açması' olarak tanımlanmıştır (GESAMP, 1991).

3.2. Denizlerde Kirliliğe Neden Olan Kirletici Kaynaklar

Denizlerde kirliliğe neden olan kirletici kaynaklar çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. İnsanlığın etkinlikleri de dikkate alınarak, üç farklı başlık altında incelemek mümkündür (İncaz vd, 2000).

Denizlerin hava yoluyla kirlenmesi

- Hava kirliliği mevcut olan bölgelerdeki yağışlar ve kimyasal olaylar sonucu atmosferik çevrimdeki kirliliğin yağışlar yoluyla denizlere ulaşması
- Denizin hava yoluyla kirlenmesinin bir başka sebebi de sanayiler veya konutlar yoluyla oluşturulan hava kirliliğidir.
- Hava taşıtlarından kaynaklanan kirlilik

Denizlerin kara yoluyla kirlenmesi

- Domestik atıklardan çöpler, pis sular ve lağım suları
- Sanayinin katı, sıvı atıklarından
- Ziraî etkinlikler sebebiyle kirlenme
- Enerji üretim merkezlerinden
- Turizm faaliyetleri ve kıyıların dağınık faaliyet vermesi nedeniyle olan
- Akarsu ve derelerin taşıdığı karadan kaynaklı atıklardan denizlerin kirlenmesi

Denizlerin denizlerdeki faaliyetler ve oluşumlar yoluyla kirlenmesi

- Deniz yolu taşımacılığı faaliyetleri ve atıklarından oluşan kirlilik
- Yükleme tahliye operasyonları ya da temizlik işlemleri esnasında meydana gelen kirlilik
- Gemilerin kendi yakıt operasyonları esnasında meydana gelen kirlilik
- Gemilerin kirli sular ve lağım sularının denize boşaltılmasından oluşan kirlilik
- Gemi sintine ve pis sularından oluşan kirlilik
- Gemilerden katı ya da katımsı atıkların denize tahliyesi veya atılmasından oluşan kirlilik
- Spesifik olarak tanker gemilerinin gasfree operasyonlarından dolayı meydana gelen kirlilik

- Gemilerin kanuni veya kanuni olmayan şekilde yük olarak taşıdıkları tehlikeli maddelerin veya tehlikeli atıkların denize tahliyesi veya dökülmesinden dolayı meydana gelen kirlilik
- Deniz kazası nedeniyle oluşan kirlilik
- Deniz dibi kaynaklarından üretilen petrolden oluşan kirlilik
- Su ürünleri üretilmesi ve avlanması sebebiyle meydana gelen kirlilik
- Deniz dibi araştırmaları ve kazıları sebebiyle meydana gelen kirlilik
- Askeri faaliyetler ve harp neticesinde meydana gelen deniz dibi araştırmaları ve kazıları sebebiyle meydana gelen kirlilikler

Denizlere karışan kirleticilerin çoğu, kıyı şeritleri boyunca ve iç kesimlerde gerçekleşen insan faaliyetlerinden kaynaklanır. Kirliliğin en büyük kaynaklarından biri, akış sonucu oluşan noktasal olmayan kaynak kirliliğidir. Noktasal olmayan kaynak kirliliği, septik tanklar, araçlar, çiftlikler, hayvan çiftlikleri ve kereste hasat alanları gibi birçok kaynaktan gelebilir. Petrol veya kimyasal sızıntı gibi tek bir kaynaktan gelen kirliliğe noktasal kaynak kirliliği denir. Noktasal kaynak kirliliği olayları genellikle büyük etkilere sahiptir, ancak neyse ki daha az sıklıkta meydana gelirler. Arızalı veya hasarlı fabrikalardan veya su arıtma sistemlerinden gelen deşarjlar da noktasal kaynak kirliliği olarak kabul edilir. (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2024)

3.3.Deniz Kirliliğinin Türleri

3.3.1. Plastik ve Çöp Kirliliği

Plastik şişeler, torbalar, sigara izmaritleri, plastik parçalar, pipetler, lastikler, ağlar vb. balıklar ve diğer canlıların bunlara dolanması, boğulması ve ölmesi nedeniyle deniz ekosistemini tehdit eder. Kaplumbağalar ve deniz kuşları bazen bunları yiyeceklerle karıştırabilir ve hatta sindirebilir, bu da sindirim sistemlerinde bir yırtılmaya ve sonunda açlıktan ölmelerine neden olabilir (Ahmed, 2022). Her yıl nehirlerden okyanusa 1,15 ila 2,41 milyon ton plastik atığın girdiğini ve emisyonların %74'ünden fazlasının Mayıs ile Ekim ayları arasında meydana geldiğini tahmin edilmektedir. Çoğunluğu Asya'da bulunan 20 kirleticili nehir, küresel toplamın %67'sini oluşturmaktadır (Lebreton, 2017).

3.3.2. Gübre, Pestisit ve Böcek Öldürücülerden Kaynaklanan Kirlilik

Dünyada her yıl 4.000.000 tondan fazla pestisit kullanılmakta ve dünya çapındaki su kütlelerinde eşik değerlerinin üzerinde yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Oluşan atık su (pestisitlerle kirlenmiş) insan sağlığı, ekosistem ve su ortamı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Rad ve diğerleri, 2022). Besin açısından zengin gübreler, pestisitler, böcek ilaçları ve herbisitler çiftliklere püskürtülür ve fazlası genellikle yakınlardaki akarsulara, nehirlere, koylara ve haliçlere gider ve bunlar da onları okyanusa taşır (Ahmed, 2022). Pestisit kirliliği, insan sağlığı ve su ekosistemleri için ortaya çıkan küresel bir tehdittir. Pestisitler su canlılarının besin zincirinin bozulmasına ve popülasyonlarının azalmasına neden olmaktadır (AbuQamar ve diğerleri, 2024).

3.3.3. Gemiler ve Denizcilik Ekipmanları Tarafından Yapılan Gürültüden Kaynaklanan Kirlilik

Deniz kirliliği yalnızca elle tutulur plastik veya diğer kirleticiler değil, gürültü kirliliği gibi elle tutulamayan diğer unsurları da içerir. Balinalar ve yunuslar gibi birçok deniz memelisinin keskin bir görüşü yoktur. Çevrelerini anlarlar ve sesler kullanarak türleriyle uzun mesafelerden iletişim kurarlar. Buna eko lokasyon denir (Usluer, 2024). Ancak gemilerden, sonarlardan ve diğer ekipmanlardan gelen yapay sesler iletişimlerini bozar. Yaşam döngülerini bozabilir ve göç, üreme düzenleri ve avlanma süreçlerini etkileyebilir. Seslere karşı hassas oldukları için aşırı gürültü sağlıklarına zarar verebilir. Gürültünün yanı sıra, bu güzel memeliler geminin gövdeleri ve pervaneleri tarafından yaralanır ve ölümcül yaralanmalar alırlar (Ahmed, 2022). Gemilerdeki sürekli gürültü insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratabilir. IMO, 2012 yılında, Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi'nde (SOLAS) gemilerin gemideki gürültüyü azaltacak ve personeli gürültüden koruyacak şekilde inşa edilmesini ve gemilerdeki gürültü seviyelerine ilişkin Kod'a uygun olmasını gerektiren bir düzenleme kabul etti. Kod, makine daireleri, kontrol odaları, atölyeler, konaklama ve gemilerdeki diğer

alanlar için zorunlu maksimum gürültü seviyesi sınırlarını belirler. Uluslararası Çalışma Örgütü'nün Deniz Çalışma Sözleşmesi (MLC 2006) de gemilerde tehlikeli düzeydeki gürültüye maruz kalma riskinin önlenmesine ilişkin gereklilikler içermektedir (International Maritime Organization, 11.10.2024).

3.3.4. Güneş Kremeleri Benzeri Cilt Bakım Ürünlerindeki Kimyasalların Yarattığı Kirlilik

Araştırmalar, güneş kremlerinde ve diğer kişisel sağlık ürünlerinde bulunan bazı kimyasalların mercan resiflerinin sağlığını da tehdit ettiğini gösteriyor. Güneş kremleri ve cildimizi güneşin zararlı ultraviyole ışınlarından koruyan çeşitli topikal ürünler mercanlar ve diğer deniz canlıları için ölümcüldür (Ahmed, 2022). Güneş kremleri mercanlar üzerinde beyazlamaya neden olabilir ve bu da sonunda ölümlerine yol açabilir (Chatziagianni ve diğerleri, 2022). Yapılan araştırmalarda yayınlanan araştırma, erken gelişen mercanlarda dört önemli toksik etki olduğunu gösterdi: beyazlamaya karşı artan duyarlılık; DNA hasarı (genotoksisite); anormal iskelet gelişimi (endokrin bozulması yoluyla); ve bebek mercanlarda büyük deformiteler (Downs, diğerleri, 2016).

3.3.5. Petrol Sızıntılarından Kaynaklanan Kirlilik

Tankerler ham petrolü denizde taşıırken petrol sızıntıları meydana gelebilir. Ancak, onları son derece tehlikeli yapan şey, onları temizlemenin zorluğu ve deniz ekosistemi üzerindeki etkileridir. Petrol, su yüzeyinde ince bir tabaka oluşturarak sudaki oksijenin çözünmesini engeller. Kıyı bölgelerinde, plajları kirletebilir ve deniz kuşlarını öldürebilir. Petrol bir kuşun kanatlarına bulandığında uçamaz ve tüyleri yalıtım özelliklerini kaybeder, bunun sonucunda hipotermi nedeniyle ölüm meydana gelir (Ahmed, 2022).

3.3.6. Zehirli Endüstriyel Atıklardan Kaynaklanan Kirlilik

Endüstriyel atık su, endüstriyel proseslerden kaynaklanan kullanılmış veya kirlenmiş suyu ifade eder. İnsanlar, yaban hayatı ve daha geniş çevre için zararlı olabilecek çeşitli kirleticiler içerir. Endüstriyel atık su, ekosistemlerin sağlığını tehdit eden ve uzun vadeli ekolojik değişimlere yol açan büyük bir küresel çevre sorunudur. Bu etkiler, biyolojik çeşitliliğin kaybından, toprağın bozulmasından ve su yaşamına yönelik tehlikelerden, küresel olarak ölümcül mikro kirleticilerin birikmesine kadar uzanır (Fahrion, 12.03. 2024).

3.3.7. Pis Sulardan Kaynaklanan Kirlilik

Pis sular çevreye salındığında veya sızdığında önemli hava, toprak ve su kirliliğine neden olurlar. Çoğu zaman, arıtılmamış pis su, altyapı veya düzenleme eksikliği nedeniyle yanlış bir şekilde su kütlelerine geri salınır. Bu olduğunda, göller, nehirler ve denizler ve diğer tüm kıyı suları önemli ölçüde kirlenebilir (Peacock, 13.07. 2022). Bu tür sular ayrıca su ekosistemlerini ve o suyu içen insanların sağlığını olumsuz yönde etkileyen metaller veya kimyasallar içerebilir. Toksinler deniz yaşamını öldürebilir ve besin zincirini bozabilir (Ahmed, 2022).

3.3.8. Işık Kirliliği

Kıyı şehirleri, açık deniz petrol platformları ve gemiler okyanusu yapay ışıkla doldurarak çok çeşitli deniz canlılarını etkiliyor. En küçük zooplanktonlardan en büyük balinalara kadar, ışık kirliliği doğal ritimleri bozarak deniz habitatlarını tehdit ediyor.

Gezegimizdeki tüm hayvanlar arasında, belki de hiçbiri deniz kaplumbağaları kadar ışık kirliliğinden tehdit altında değildir. Kıyı şehirlerinden gelen gece yapay ışığı, yuvalama alanlarının başarısını büyük ölçüde etkiler. Sonuç olarak, yetişkin dişi deniz kaplumbağaları yumurtalarını bırakmak için uygun karanlık bir plaj bulmakta zorlanırlar ve şehirlerimizin ışıkları yavrularını şaşırtır. Doğal bir plajda, yeni yumurtadan çıkan deniz kaplumbağaları açık ufku bulur ve suya doğru yönelir. Ne yazık ki, ışık kirliliği yavruları okyanustan uzaklaştırır ve burada yorgunluktan veya yırtıcılardan ölürlar (Chortos, 08.06.2024).

3.3.9. Atmosferik Emisyonlardan Kaynaklanan Kirlilik

Okyanus atmosfer nedeniyle çeşitli şekillerde kirlenebilir. Rüzgâr, küçük parçacıklar, plastik parçaları vb. dahil olmak üzere toz ve döküntüleri çöplüklerden nehirlerle veya denizlere taşır. Yaz aylarında, Sahra Çölü'nden gelen toz Karayipler ve Florida'ya taşınır ve buradan subtropikal Atlantik'e akar. Bu toz olayları Karayipler ve Florida boyunca mercan resiflerinin sağlığını bozmuştur. Okyanusların ve denizlerin pH'ını etkiler, bu da daha asidik hale gelerek okyanus asitlenmesine yol açar. Sonuç olarak, mercanlar ve planktonlar gibi deniz canlıları, kabuklarını ve iskeletlerini bu tür asidik suda oluşturmamaları için etkilenirler, bu da kabuklarını veya iskeletlerini aşındırır (Ahmed, 2022).

3.3.10. Ötrofikasyondan Kaynaklanan Okyanus Kirliliği

Ötrofikasyon, bir su kütlesinin, esas olarak azot ve fosfor olmak üzere, yosun büyümesine yol açan aşırı besinleri aldığı anda meydana gelen bir süreçtir. Tatlı su kaynaklarından gelen besinler, belediye ve endüstriyel tesislerden gelen akış yoluyla açık denizlere ve okyanuslara ulaşır. Sonuçları, tüm güneş ışığını emen ve su yüzeyine nüfuz etmesini engelleyen zararlı alg patlamalarıdır, bu da okyanusta oksijen seviyelerinin yetersiz olduğu ölü bölgeler yaratır. Ayrıca, bazı deniz memelileri ölümlerine diğerleri bu alanlardan diğerlerine göç eder ve deniz ekosisteminin hassas dengesini etkiler (Ahmed, 2022).

3.3.11. Derin Deniz Madenciliğinden Kaynaklanan Okyanus Kirliliği

Derin deniz madenciliği, 200 metreden daha derinlerdeki okyanus tabanından metal ve mineralleri çıkarma uygulamasıdır. İşletme için hedeflenen cevher türüne göre tanımlanan farklı derin deniz madenciliği türleri vardır (IUCN, 01.03.2024). Derin denizin bir zamanlar yaşamdan yoksun olduğu düşünülürken artık gezegendeki en büyük yaşanabilir alan olduğunu ve göz kamaştırıcı bir yaşam çeşitliliğine ev sahipliği yaptığını biliyoruz. Bugüne kadar derin okyanusta on binlerce tür bulundu ve milyonlarca daha olabileceği tahmin ediliyor. Deniz yaşamına doğrudan zarar: Daha az hareketli derin deniz organizmalarının deniz tabanına yerleştirilen ağır madencilik ekipmanlarıyla doğrudan temas yoluyla ölmesi ve organizmaların bu makinelerin yaratması muhtemel tortu tüyleri tarafından boğulup nefessiz kalması olasılığı yüksektir. Sıcak madencilik atık suyu da aşırı ısınma ve zehirlenme yoluyla deniz yaşamını öldürebilir. Madencilik faaliyetleri, doğal olarak karanlık ve sessiz bir ortamda yoğun gürültü ve ışık kirliliği yaratarak derin deniz türlerinin beslenmesini ve üremesini bozabilir (Ashford, ve diğerleri, 23.02.2024). Derin deniz madenciliği operasyonlarının okyanuslar üzerinde zararlı etkileri vardır. 30 yıllık bir madencilik projesi yaklaşık dokuz bin kilometrekarelik okyanus tabanını etkiler. Denizaltı dağları kobalt ve diğer metalleri barındıran dış kabuk tabakasından sıyrıldığında, derin deniz süngerleri ve mercan ekosistemleri yok olur (Ahmed, 2022).

3.3.12. Tarama İşleminin Deniz Ortamında Yarattığı Kirlilik

Tarama faaliyeti, tüm su yollarında istenmeyen tortuları temizlemek için gerçekleştirilmesi gereken bir faaliyettir. Ancak bu faaliyet deniz trafiğinin düzenliliğini sağlasa da deniz ortamı için tehditleri oldukça fazladır. Bu nedenle tarama makinelerinin oldukça dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekir. Tarama işleminin ana odağı, altında kalan tortuları çıkarmak olduğundan, sürecin çevresel etkileri ortaya çıkabilmekte deniz çevresine zarar verebilmektedir. Herhangi bir su kütlesindeki toprak birikintileri belirli bir önceden belirlenmiş bileşime sahiptir. Tarama yoluyla bu bileşim değiştirilebilir. Söz konusu değişiklik nedeniyle, toprağın orijinal bileşimine bağlı olan canlıların ve organizmaların mevcut yaşam alanı, meydana gelen olumsuz deniz çevresi değişikliklerinin nedeniyle yok olmaktadır. Sualtı toprak bileşimindeki bu değişiklik nedeniyle, su altındaki toprağın bulanıklığı da değişir. Bu, durum yeni ve zararlı organizmaların yaratılması, istenmeyen organizmaların su kütlesindeki diğer bölgelere aktarılması ve ekstra ve istenmeyen besinlerin salınması yoluyla daha geniş bir kirlenme ve organik süreçlerin yayılmasına yol açarak sorunlara yol açar. Bulanıklık ayrıca, halihazırda var olan kirlenmelerin su kütlesine daha fazla yayılmasına neden olur ve bu da deniz ortamını olumsuz etkiler (Karan, 26.07.2021).

4. DENİZDE PETROL SIZINTISI TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Petrol ve petrol türevi yakıtların küresel kullanımı arttığından, bu ürünlerin çevreye akut ve kronik salınım olasılığı da artmıştır. Buna ek olarak, ekonomik faaliyetlerin artmasıyla birlikte gemicilik faaliyetleri ve liman ihtiyaçları da artmakta, bu da petrol tüketimi ve petrol sızıntısı miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Çok sayıda petrol tankeri, zorlu denizcilik koşulları ve yüksek yoğunluklu bölgelerin bir araya gelmesiyle karakterize edilen dünya çapındaki deniz seyrüseferlerini kullanmaktadır (Ateş Duru ve İncaz, 2008).

Ham petrol herhangi bir yolla denize döküldüğünde, sudan daha düşük yoğunluğu nedeniyle hızla dökülen petrol su yüzeyine yükselir. Normalde petrolün yeryüzünün derinliklerinden çıkarılması sürecinde büyük ölçekli sorunlar görülmez. Ancak, bir petrol sızıntısı olduğunda bu durum felakete yol açabilir (Ateş Duru ve İncaz, 2008). Su yüzeyine yükselen petrol deniz yüzeyinde birkaç milimetre kalınlığında bir tabaka oluşturur. Bu sırada petrol sızıntısından çoğu toksik bileşen de dahil olmak üzere uçucu bileşenler, hızla buharlaşarak atmosfere yayılır. Doğanın çevrim doğal çevrimi içinde rüzgarlar ve oluşan akıntılar ile önce yakın kıyılara daha sonra daha uzak kıyılara doğru doğru taşınmasına neden olur. Azwell'e göre; her yıl üç milyon ton petrol kirleticisi okyanusa sızmaktadır. Buna ek olarak Azwell tarafından büyük petrol sızıntılarından biri olan Deepwater Horizon patlamasında ortaya çıkan petrol sızıntısı ile kurtarma ve iyileştirme teknolojilerinin petrol sondajının büyüklüğüne ayak uyduramadığı ifade edilmiştir. O nedenle deniz kirliliğinde eski teknolojiler yanında yeni teknolojilere de ihtiyaç duyulmaktadır (Thomas, 2013). En büyük deniz petrol sızıntısı olan Deepwater Horizon felaketi, Nisan 2010'da bir petrol platformunun patlamasının ardından yaklaşık 800 milyon litre ham petrolün Meksika Körfezi'ne akmasına neden oldu. Çevre üzerindeki etkisi özellikle balıklar, kuşlar ve deniz hayvanlarının büyük miktarlarda ölüm ile ortaya çıktı.



Şekil 1. Deepwater Horizon Patlaması Sonrası Çalışmalar (Prueitt, 19.04.2018).

Denizde petrol kirliliğini temizleme yöntemlerini temel olarak dört grupta incelemek mümkündür. Güncel teknolojik değişmelerle bu sınıflandırmalar değişiklik gösterebilmektedir. Bu temel yöntemler; mekanik yöntemler, kimyasal yöntemler, yerinde yakma yöntemi ve biyolojik yöntemlerdir.

4.1. Mekanik Yöntemler

Petrol sızıntısını temizlemenin en iyi yöntemi mekanik yöntemdir. Bunun nedeni mekanik yöntemin petrolü deniz ortamından tamamen uzaklaştırmasıdır. Ancak bu yöntem sadece deniz sakin olduğunda uygulanabilir. Mekanik yöntemlerin yüksek deniz dalgaları, yüksek rüzgar hızı gibi durumlarda uygulanması zordur (Obi ve diğerleri, 2014). Mekanik yöntemler, özelliklerini değiştirmeden su yüzeyinde kalan petrolü tutmak ve geri kazanmak için kullanılır. Bunlar arasında bomlar, sıyrıcılar ve emici malzemeler bulunmaktadır (Ventikos vd. 2004). Ancak, rüzgâr dalgaları ve akıntılardan etkilenir. Mekanik yöntemler içinde boomerlar, skimmerler ve sorbentler bulunur.

Boomerlar: Bu yöntem petrol sızıntılarını kontrol etmenin en basit ve en yaygın temizleme yöntemidir; dökülme alanını izole etmek için suya doğru uzanan büyük yüzen boomerların kullanılmasını içerir (Stellarix, 21.03.2024) Boomerlar, yüzen petrolü tek bir yerde tutmaya yardımcı olan yüzer bariyerlerdir. Bomlar yalnızca kıydan temizleme yapan sistemler gibi daha sakin sularda daha iyi çalışabilirler (Collins, 14.07.2024). Petrol sızıntısının etrafa yayılmasını engellemek için sızıntının etrafı çevrelenir. Bu yöntem yalnızca petrol tek bir noktada olduğunda etkilidir ve olayın meydana gelmesinden kısa bir süre içinde müdahale edileceği zaman işe yarar aksi takdirde sızıntı denizde dağılacağı için bu yöntemi kullanmak faydalı ve elverişli olmayacaktır (Agarwal, 30.04.2021).



Şekil 2. Skimmer (Mavi Deniz, 2024)

Skimmer'lar: Bu makineler su yüzeyinden petrolü sıyrır. Önce petrolü yoğunlaştırır ve daha sonra etkili bir şekilde sıyrır (Stellarix, 21.03.2024). Petrol, petrol boomerları kullanılarak çevrelendikten sonra, kirleticileri su yüzeyinden çıkarmak için gemilere skimmer'lar veya petrol kepçeleri yerleştirilebilir. Bu tekniğin önündeki en büyük engel, döküntülerin varlığıdır; çünkü skimmer'lar kolayca tıkanabilir (Agarwal, 30.04.2021). Skimmer'lar dökülen petrolün geri kazanılması için ekonomik olarak uygun olmaya devam etmekte ve bu da onları temizleme operasyonlarının temel taşı haline getirmektedir (Fatima, 13.02.2024).



Şekil 3. Sorbentler. (Ypers, 25.02.2020)

Sorbentler: Sorbentler, emilim ve/veya yüzeyde bir tabaka oluşturma mekanizmasıyla petrolü geri kazanırlar (Stellarix, 21.03.2024). Emiciler, petrolün yapıldıkları malzemedeki gözenek boşluklarına nüfuz etmesine izin verirken, adsorbanlar petrolü yüzeylerine çeker ancak malzemeye nüfuz etmesine izin vermez. sorbentler çoğunlukla son yağ izlerini gidermek için veya yağın temizlenemeyeceği alanlarda kullanılır. (U.S. Environmental Protection Agency, 2024). Petrolün geri kazanılması mümkün olduğundan israfın ve kirliliğin önüne geçiliyor. Emilimden sonra, sorbent maddeler etkili bir şekilde geri alınmalıdır. Küçük sızıntılarda veya büyük sızıntıların bıraktığı izlerin giderilmesinde en etkili yöntemdir (Agarwal, 30.04.2021).

4.2. Kimyasal Yöntemler

Dağıtıcılar (Dispersantlar): Denize atılan boamlar kullanılarak sızıntı kontrol altına alınamadığı durumlarda dağıtıcılar deterjan benzeri bir etkiye sahiptir; bir petrol sızıntısını çok küçük damlacıklara böler ve bunlar suda seyrelir. Bu daha küçük petrol parçacıkları daha kolay biyolojik olarak parçalanır ve böylece yüzey sızıntısı tarafından tehdit edilen hassas yaşam alanlarını korur. Dikkat çekici bir şekilde, dağıtıcılar dökülen petrolü temizlemez (Stellarix, 21.03.2024). Geniş alanlara yayılan dökülmelerde etkili bir şekilde kullanılabilir. Dağıtıcıların toksisitesi deniz canlılarını, özellikle mercan ve deniz çayırı gibi hareketsiz canlıları etkileyebilir (Agarwal, 30.04.2021). Katılaştırıcılar (Solidifiers): Bunlar petrolle fiziksel bir bağ oluşturur ve petrolün viskozitesini, petrolün kauçuk benzeri bir katıya katıldığı noktaya kadar yükseltir (Stellarix, 21.03.2024).

4.3. Termal veya Yerinde Yakma Yöntemi

Yerinde yakma, petrol döküntüsü müdahale ekipleri tarafından kullanılan ve bir petrol kaynağından dökülen petrolün kontrollü olarak yakılmasını içeren bir tekniktir (Walther, 2014).

Bu yöntem, petrol sızıntılarının neredeyse %98'ini gidermeye yardımcı olur. Bu yöntem diğer yöntemlerden daha faydalıdır ancak, yanan kalıntılar ve ilişkili dumanlar, sızıntı alanının yakınındaki hava kalitesini etkiler (Stellarix, 21.03.2024). Yerinde yakma yönteminin ölçülebilir etkinliği için su yüzeyindeki petrolün minimum kalınlığı 3 mm'dir. Bunun nedeni, yeterince kalın olmayan bir tabakayı tutuşturmanın zor ve hatta neredeyse imkânsız olmasıdır. Petrol daha geniş bir alana yayılmadan ve kalınlığı azalmadan önce, kullanıldığında işe yarar (Agarwal, 30.04.2021).



Şekil 4. Yerinde Yakma (International Association of Oil & Gas Producers, 2016)

4.4. Biolojik Yöntemler

Bakteriler gibi belirli mikroorganizmalar dökülen petrolle beslenir. Yöntem oldukça uygun maliyetli ve sürdürülebilirdir ve çok fazla insan gücü gerektirmez. Ancak, çok zaman alıcıdır. Özellikle kıyı şeridine yakın alanlar için uygundur (Stellarix, 21.03.2024). Azot ve fosfor gibi besin maddeleri ekleyerek doğal biyolojik bozunma sürecini hızlandırabiliriz. Bu besinler ilgili mikroorganizmaların büyümesini teşvik eder (Obi ve diğerleri, 2014). Azot ve fosfor bakımından zengin maddeler, 1989 yılında Alaska'da meydana gelen Exxon Valdez petrol döküntüsünde mikrobiyal faaliyetleri arttırmak için katalizör olarak kullanılmıştır (Adofo ve diğerleri, 2022).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deniz kirliliğini azaltmak, tüm ülkeler ve endüstrilerin ele alınması gereken küresel bir zorunluluktur. Çünkü deniz kirliliği küresel bir sorundur. Denizlerde oluşan kirlilik birden fazla kaynaktan oluşur ve ülke sınırları aşar. Deniz kirliliği deniz ekosistemlerini tehlikeye atar. Atmosferik oksijen üretimini engeller. İnsan sağlığına yönelik tehditleri de oldukça büyüktür ve süreçte artmaktadır, ancak deniz kirliliğinin önlenmesi için gerekli çabaların önemi hala tam olarak anlaşılmamıştır. Deniz kirliliğinin ortaya koyduğu ekonomik maliyetlerin de henüz tam olarak hesaplanmadığını ifade edebiliriz. Tüm kirlilik biçimleri gibi deniz kirliliği de öncelikli kirlilik kaynaklarını hedef alan yasa, politika, teknoloji ve yaptırıma dayalı veri odaklı stratejiler kullanılarak kontrol edilebilir.

Deniz kirliliğinin önlenmesi ile deniz kirliliğinin yarattığı maliyetler ortadan kaldırılacağı için ülke ekonomilerindeki darboğazların azalmasında da katkıda bulunacaktır. Deniz kirliliğinin önlenmesi denizin sürdürülebilirliği sağlayacak ve deniz turizmini canlandıracak, insan sağlığının iyileşmesine de katkıda bulunup, toplumsal refahı arttıracaktır.

Deniz kirliliğine neden olan denizde oluşan petrol sızıntılarının etkileri her zaman birbirinden farklı olarak gerçekleşmektedir. Çünkü her bir deniz kirliliğinin kendine özgü koşulları vardır ve bir petrol sızıntısına müdahale ederken bütün bu farklılıkların göz önüne alınması gerekir. Deniz kirliliği olayları tankerler gemilerinin yükleme ile tahliye operasyonları sırasında, deniz kazaları sırasında, petrol rafinerilerinden kaynaklı, bir geminin batması sebebi vb. durumlardan kaynaklanabilir. Deniz kirliliğinin en uygun temizleme yöntemlerini tespit ederken birçok koşulun dikkate alınması gerekmektedir. Bunların başında hava koşulları, denizin durumu, denizdeki akıntı, sızıntının büyüklüğü, ülkenin kirliliğe bakışı ve verdiği önem gelmektedir. Petrol sızıntıları gibi büyük kirlilik olaylarına karşı derhal temizlik müdahaleleri yapılması çevrenin, denizin sürdürülebilirliği açısından ülkelerin temel hedefleri içinde yer almalıdır.

Daha temiz ve sağlıklı bir deniz ekosisteminin sağlanabilmesi için makalede açıklanan teknolojilerin uygulanması yanında aynı zamanda deniz kirliliği konusunda bilinçlendirme eğitimi ve hem toplumsal hem de bireysel faaliyetleri kapsayan geniş bir yaklaşımı gerektirir.

Denizin petrol sızıntıları ile kirlenmesi konusundaki uygulanan tekniklerdeki tercihlerde birçok etken birlikte rol oynamaktadır.

ETİK STANDARTLAR

Çıkar Çatışması: Herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Etik Kurul İzni: Etik kurul izni gerekmemektedir.

Finansal Destek: Makale ile ilgili herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Teşekkür: Bilimsel çalışmalarda, özellikle projeden elde edilen makalelerde, teşekkür etmek, öncelikle bir etik gereklilik sonra da önemli bir nezaket kuralıdır.

KAYNAKÇA

AbuQamar SF, El-Saadony MT, Alkafaas SS, Elsalahaty MI, Elkafas SS, Mathew BT, Abd, El-Mageed TA (2024) Ecological impacts and management strategies of pesticide pollution on aquatic life and human beings. *Marine Pollution Bulletin*, 206, 116613

Adofo, Y.,K., Nyankson,E., Agyei-Tuffour, B.(2022).Dispersants as an oil spill clean-up technique in the marine environment: A review, *Heliyon* 8, Issue 8, August (2022) e10153, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10153>

Agarwal,M. (30.04.2021). Marine, Environment, 10 Methods for Oil Spill Cleanup at Sea, *Marine Insight*. <https://www.marineinsight.com/environment/10-methods-for-oil-spill-cleanup-at-sea/>, Erişim Tarihi: 07.11.2024.

Ahmed, Z., (01.01.2022). Marine Environment- 10 Types of Ocean Pollution, *Marine Insight*, <https://www.marineinsight.com/environment/types-of-ocean-pollution/>, Erişim Tarihi: 17.10.2024.

Ashford, O., Baines,J., Barbanell M.,and Wang, K. (23.02.2024). What We Know About Deep-Sea Mining — and What We Don't, *World Resources Institute*. <https://www.wri.org/insights/deep-sea-mining-explained>. Erişim tarihi: 17.10.2024

Ateş, Duru, Ö., İncaz, S. (2018). Socio-Economic Aspects of Oil Spill, Oil Spill Along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts and Protection. Ünlü, S., Alpar, B., Öztürk, B. (Eds). Oil Spill along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts and Protection. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 47 İstanbul, Turkey.

Chortos, N. (08.06.2024). From the Beach to the Seafloor, Light Pollution Interferes with Marine Life, *DarkSky*. <https://darksky.org/news/from-the-beach-to-the-seafloor-light-pollution-interferes-with-marine-life/#:~:text=Unfortunately%2C%20light%20pollution%20lures%20hatchlings,eating%2C%20mating%2C%20and%20camouflage>. Erişim Tarihi: 01.11.2024.

Collins, O. (14.07.2024). Oil Spill Solutions: 6 Preventive Measures and 6 Cleanup Methods in 2024, Climate Sort. <https://climatesort.com/oil-spill-solutions/>, Erişim tarihi: 21.10.2024

Downs, C.A., Kramarsky-Winter, E., Segal, R. ve diğerleri (2016). Toxicopathological Effects of the Sunscreen UV Filter, Oxybenzone (Benzophenone-3), on Coral Planulae and Cultured Primary Cells and Its Environmental Contamination in Hawaii and the U.S. Virgin Islands. *Arch Environ Contam Toxicol* 70, 265–288. <https://doi.org/10.1007/s00244-015-0227-7>

Enez Kaymakamlığı (2021). Çevre Kirliliği Eğitim Kitapçığı, Hedef Kitle 12+, Funded by European Union. https://blacksea-cbc.net/wp-content/uploads/2021/05/BSB142_BioLEARN_8a_Environmental-Pollution_Trainers-Booklet_TR.pdf, Erişim tarihi: 01.10.2024

Eroğlu, M. (2018). Çevre Koruma Ders Notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

Fahrion, D. (12.03. 2024). Industrial Waste Water Pollution and How It Affects the Environment, Waste and Cost Reduction Experts. <https://wastecontrolinc.com/2024/03/12/industrial-waste-water-pollution/>, Erişim Tarihi: 03.10.2024.

Fatima, T., (13.02.2024). Cleaning Solutions, Eco Zone, Land Spills, Oil Cleaning, Oil Spills 10 Effective Methods for Oil Spill Cleaning: A Comprehensive Guide, <https://www.aquaquick2000.com/10-effective-methods-for-oil-spill-cleaning-solutions/>, Erişim Tarihi: 07.10.2024.

GESAMP (1991). IMO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP) Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture Food And Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <https://www.fao.org/4/u3100e/u3100e00.htm#:~:text=%22Pollution%20means%20the%20introduction%20by,quality%20for%20use%20of%20sea>, Erişim tarihi:16.10.2024

IMO, (2024). Marine Environment, Pollution Prevention, <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Pollution-Prevention.aspx>. Erişim tarihi: 29.10.2024

International Maritime Organization (11.10.2024). Ship noise. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Noise.aspx>, Erişim Tarihi: 11.10.2024.

International Association of Oil & Gas Producers (2016). Controlled in-Situ Burning of Spilled Oil Good Practice Guidelines for Incident Management and Emergency Response Personnel, , United Kingdom.

IUCN (01.03.2024). The impact of deep-sea mining on biodiversity, climate and human cultures <https://www.iucn.nl/en/news/the-impact-of-deep-sea-mining-on-biodiversity-climate-and-human-cultures/>. Erişim tarihi: 06.11.2024

İMEAK Deniz Ticaret Odası, (09.09.2024). MARPOL Sözleşmesi Teknik Eklerine İlişkin Değişikliklerin Onaylanmasına Dair Karar Hk, <https://www.denizticaretodasi.org.tr/tr/sirkuler/marpol-sozlesmesi-teknik-eklerine-iliskin-degisikliklerin-onaylanmasina-dair-karar-hk-21228>. Erişim tarihi: 20.10.2024

İncaz Güner, S., Rodopman, İ. K., Bilican, G. (2000). Marmara Denizi'nde Deniz Taşımacılığından Kaynaklanan Deniz Kirliliğinin Boyutları, Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, 11-12 Kasım 2000, TÜDAV, İstanbul.

İncaz, S., Özdemir, P. (2018). International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC), 1969 and Its Applications. Ünlü, S., Alpar, B., Öztürk, B. (Eds). Oil Spill along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts and Protection. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 47 İstanbul, Turkey.

JICA (27.10. 2024) Chapter 6 Environmental Pollution Control Measures,
https://www.jica.go.jp/Resource/jica-ri/IFIC_and_JBICI-Studies/english/publications/reports/study/topical/health/pdf/health_08.pdf, Erişim tarihi: 27.10.2024

Karan, C. (26.07.2021). Effects of Dredging on the Marine Environment, Marine Insight.
<https://www.marineinsight.com/environment/effects-of-dredging-on-the-marine-environment/>. Erişim tarihi: 19.10.2024

Kuleyin, A. (2024). Çevre Sorunları ve Turizm Ders Notu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/akuleyin/126206/ekoloji%20%209.%20ders%20%C3%A7evre%20kirlili%C4%9Fi.pdf>. Erişim tarihi: 25.10.2024

Landrigan PJ, Stegeman JJ, Fleming LE, Allemand D, Anderson DM, Backer LC, Brucker-Davis F, Chevalier N, Corra L, Czerucka D, Bottein M-YD, Demeneix B, Depledge M, Deheyn DD, Dorman CJ, Fénichel P, Fisher S, Gaill F, Galgani F, Gaze WH, Giuliano L, Grandjean P, Hahn ME, Hamdoun A, Hess P, Judson B, Laborde A, McGlade J, Mu J, Mustapha A, Neira M, Noble RT, Pedrotti ML, Reddy C, Rocklöv J, Scharler UM, Shanmugam H, Taghian G, van de Water JAJM, Vezzulli L, Weihe P, Zeka A, Raps H, Rampal P. (2020). Human Health and Ocean Pollution. *Annals of Global Health*. 86(1): 151, 1–64. DOI: <https://doi.org/10.5334/aogh.2831>

Lebreton, L. C. M. ve diğerleri. (2017)). River plastic emissions to the world's oceans. *Nat. Commun.* 8, 15611 doi: 10.1038/ncomms15611.

Mavi Deniz (2024). Offshore Multi Oil Skimmer, <https://mavideniz.com.tr/our-production/oil-skimmer/offshore-multi-oil-skimmer/>. 05.11.2024

National Oceanic and Atmospheric Administration (2024). Ocean pollution and marine debris
<https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-pollution>, Erişim Tarihi: 07.11.2024.

Nextias (15.11.2023). Environmental Pollution: Types, Causes, Consequences & More.
<https://www.nextias.com/blog/environment-pollution/>, Erişim tarihi: 12.10.2024

Obi , E. O., Kamgba , F. A., and Obi , D. A. (2014). Techniques of Oil Spill Response in the sea IOSR Journal of Applied Physics (IOSR-JAP) e-ISSN: 2278-4861. Volume 6, Issue 1 Ver. I (Jan. 2014), PP 36-41
www.iosrjournals.org

Peacock, C. (13.07. 2022). The Impacts of Industrial Waste, Aquaread Water Monitoring Instruments.
<https://www.aquaread.com/blog/impacts-of-industrial-waste/>. Erişim Tarihi: 25.10.2024.

Prueitt, B.(19.04.2018). Deepwater horizon—the lasting impact of America's largest oil spill. <https://phys.org/news/2018-04-deepwater-horizonthe-impact-america-largest.html>. 02.10.2024

Rad, S., M., Ray, A., K., Barghi, S. (2022). Water Pollution and Agriculture Pesticide. *Clean Technologies*. 2022; 4(4):1088-1102.

Stellarix (21.03.2024). What is a Marine Oil Spill? <https://stellarix.com/article/marine-oil-spill-clean-up-technologies/>. Erişim Tarihi: 06.10.2024.

U.S. Environmental Protection Agency (2024). Mechanical Containment And Recovery of Oil Following A Spill, <https://archive.epa.gov/emergencies/docs/oil/edu/web/pdf/chap2.pdf>. Erişim tarihi: 12.10.2024

Usluer, H. B., Bora, A. G., & Gazioglu, C. (2022). What if the Independenta or Nassia tanker accidents had happened in the Strait of Canakkale (Dardanelle)?. *Ocean Engineering*, 260, 111712.

Usluer, H. B. (2024). Investigation of Blue Economy and its Impact on Global Maritime Transportation. *Journal of Management and Economics Research*, 22(3).

Ventikos, Nikolaos P, Emmanouil Vergetis, Harilaos N Psaraftis, George Triantafyllou, A high-level synthesis of oil spill response equipment and countermeasures, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 107, Issues 1–2, 2004, Pages 51-58, ISSN 0304-3894, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2003.11.009>.

Walther, Henry R. III, "Clean Up Techniques Used for Coastal Oil Spills: An Analysis of Spills Occurring in Santa Barbara, California, Prince William Sound, Alaska, the Sea Of Japan, and the Gulf Coast" (2014). Master's Projects and Capstones. 104. <https://repository.usfca.edu/capstone/104>
Ypers (25 02.2020). Oil Spill Clean Up, <https://ypers.com/blog/oil-spill-clean-up/>. Erişim Tarihi: 09.10.2024.

EXTENDED SUMMARY

It is an examination of oil pollution, which has a very high spread in marine pollution, and the cleaning techniques used in combating it in a general perspective. The effectiveness of the techniques applied according to the types of marine pollution in reducing marine pollution and preventing the spread of marine pollution has been investigated and the relevant situations are the subject of research.

The concept of pollution, marine pollution and its types, and techniques to prevent oil pollution that causes marine pollution have been determined as the subject of the research.

Since its existence, man has been in the process of using all living things and objects that make up the earth as sea, air and land, and in this process, he has left and continues to leave wastes both in general and especially in the marine environment. The share of seas, oceans and water resources, which constitute approximately 70 per cent of the world surface, further reveals the importance of marine pollution. For this reason, pollution of the seas all over the world and, in this context, marine pollution and coastal ecosystem problems are addressed both at national and international level and evaluated within the scope of sustainability by the competent institutions of the coastal countries, especially by the International Maritime Organisation.

Pollutant sources causing pollution in the seas can be generally classified as marine pollution of the seas, land pollution of the seas and air pollution of the seas. pollution of the seas by sea; plastic and garbage pollution, pollution caused by fertilisers, pesticides and insecticides, pollution caused by noise from ships and marine

equipment, pollution caused by chemicals in skin care products such as sunscreens, pollution caused by oil spills, pollution caused by toxic industrial wastes, pollution caused by sewage, light pollution, pollution caused by atmospheric emissions, ocean pollution caused by eutrophication, ocean pollution caused by deep sea mining, pollution caused by dredging in the marine environment and the effects of each of them are explained from various angles. Since the global use of petroleum and petroleum derivative fuels among these pollution sources has increased, the possibility of the release of these products into the environment has also increased, therefore, due to its importance in pollution, oil pollution in the seas and their cleaning techniques have been investigated.

The study starts with a conceptual framework in which pollution and marine pollution are defined. While drawing this conceptual framework, especially the literature on pollution and marine pollution has been analysed. In this study, the concept of pollution, types of pollution in general, marine pollution, main types of marine pollution and pollution prevention techniques are analysed through literature research.

Many factors play a role in the preferences of the techniques applied in the pollution of the seas by oil spills. Among these factors, the rate of spread of pollution on the sea surface, weather conditions, wave size, costs incurred, pollution size and similar effects can be listed. When the studies on pollution in the seas are examined, the research of pollution types causing marine pollution and the research of cleaning techniques for oil pollution and systematic explanation with examples may differ from other studies.