

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKDENİZ MİDYESİNDE (*Mytilus galloprovincialis*) DİSPERS EDİLMİŞ DİZEL
BİRİKİMİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güldeniz KARADAĞ

HAZİRAN 2016

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKDENİZ MİDYESİNDE (*Mytilus galloprovincialis*) DİSPERS EDİLMİŞ DİZEL
BİRİKİMİNİN BELİRLENMESİ**

Güldeniz KARADAĞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 / 05 / 2016

Tezin Savunma Tarihi : 23 / 06 / 2016

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ

Trabzon 2016

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında
Güldeniz KARADAĞ Tarafından Hazırlanan**

**AKDENİZ MİDYESİNDE (*Mytilus galloprovincialis*) DİSPERS EDİLMİŞ
DİZEL BİRİKİMİNİN BELİRLENMESİ**

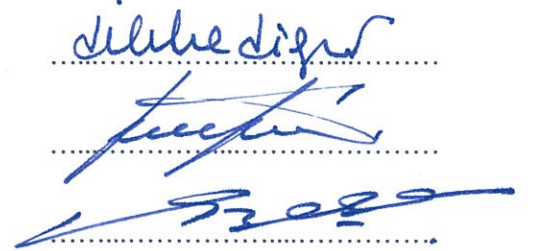
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24/ 05 /2016 gün ve 1654 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof.Dr.Dilek EDİGER

Üye : Prof.Dr.Fatma TELLİ KARAKOÇ

Üye : Doç.Dr.Ersan BAŞAR



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Akademik hayatım boyunca yapmış olduğum tezin her aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen ve sonsuz sabırla beni her zaman çalışmaya teşvik eden ve güven veren danışmanım Sayın Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ'a çalışmalarımda bana destek olan ve katkıda bulunan Araştırma Görevlisi Rafet Çağrı ÖZTÜRK'e ve meslektaşım Lütfi ZEYBEYÇİ'ye her zaman yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler.

Güldeniz KARADAĞ
TRABZON 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Akdeniz midyesinde (*Mytilus Galloprovincialis*)” laboratuvar şartlarında dispers edilmiş petrol türevlerinin birikim derecesinin belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

23/06/2016

Güldeniz KARADAĞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çevre Kirliliğinin Nedenleri.....	1
1.3. Çevre Kirliliğinin Çeşitleri.....	2
1.3.1. Atmosfer Kirliliği.....	2
1.3.2. Su kirliliği.....	2
1.3.3. Toprak Kirliliği	4
1.3.4. Gürültü Kirliliği.....	4
1.5. Kirleticilerin Sınıflandırılması	4
1.5.1. Petrol Kirliliği	5
1.5.1.1. Denizlerde Petrol Kirliliği.....	6
1.5.1.1.1. Gemilerden Kaynaklı Petrol Kirliliği.....	6
1.5.1.1.2. Rafinerilerden ve Platformlardan Kaynaklanan Petrol Kirliliği.....	7
1.5.2. Deniz Ortamında Petrolün Temizlenme Yöntemleri.....	8
1.5.2.1. Bariyerler.....	8
1.5.2.2. Sıyırıcılar (Skimmers).....	9
1.5.2.3. Dispersantlar	10
1.5.2.3.1. Dispersantların İşleyiş Biçimi	10
1.5.2.4. Sorbentler	14
1.5.2.5. Demülsifiyerler.....	15
1.5.2.6. Biyoremediasyon.....	15
1.5.2.3. Petrol Kirliliğine Müdahalede Dispersant Kullanımı ve Dispersantın Deniz Ekosistemine Etkisi	16
1.5.3. Petrol Kirliliğinin Deniz Canlılarına Olan Etkisi	19
1.5.3.1. Kirlilik İndikatörü olarak kullanılan (<i>Mytilus galloprovincialis</i> 'in) Fizyolojik Özellikleri.....	19

1.6.	Midyelerin Morfolojisi ve Biyolojisi	19
2.	MATERYAL VE METOT.....	22
2.1.	Materyal	22
2.1.1.	Canlı Materyal.....	22
2.1.2.	Deneyin Başlangıç Çalışmaları	22
2.1.2.1.	Akvaryumların Hazırlanması:	23
2.1.2.2.	Deterjan, Deterjan + Dizel ve Dizelin Hazırlanması:	24
3.	SONUÇLAR	31
3.1.	Suda ve Midyede Dizel Konsantrasyonu	31
4.	TARTIŞMA	38
5.	ÖNERİLER	41
6.	KAYNAKLAR	42

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

AKDENİZ MİDYESİNDE (*Mytilus galloprovincialis*) DİSPERS EDİLMİŞ DİZEL BİRİKİMİNİN
BELİRLENMESİ

Güldeniz KARADAĞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ
2016, Sayfa 46

Taşımacılık, çok büyük miktarlardaki yükün çok daha ekonomik olarak taşınabileceği deniz yoluna kaymasıyla denizlerimizde kirlilik riski de bu değişime paralel olarak artmıştır. Gemi kökenli deniz kirliliğinde miktar açısından ilk sırayı kazalar sonucu kirlenme alırken sürekli kirlilik kaynağı olarak da kaçak deşarjlar, dolum/boşaltım sırasında meydana gelen hatalar sayılabilir. Kaçak deşarj, gemilerin sintine balast ve evsel nitelikli atık sularını seyir sırasında yada bağlı buldukları deniz alanına boşaltmasıdır. Kaza sonucu kirlenme ise gemilerin çarpışması, çatışması, batması, karaya oturması sonucunda meydana gelen döküntünün çevreye yayılarak zarar vermesidir. Petrol kirliliği sonucu kirliliğin temizlenmesi için mekanik yada kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Kazaların boyutuna göre her iki tekniğin ard arda kullanıldığı durumlarda meydana gelmektedir. Mekanik temizlemenin yeterli olmadığı yada koşulların uygun olmadığı durumlarda dispersant ile temizleme tekniği kullanılmaktadır. Dispersantlar petrolün su kolonunda küçük parçalara ayrılarak dağılmasını hızlandıran yüzey aktif maddelerine sahip kimyasallardır. Bu araştırmada dispersant olarak kullanılan bulaşık deterjanı ile dispers edilen dizelin midyedeki (*Mytilus galloprovincialis* L.1819) birikimi laboratuvar şartlarında test edilmiştir. Trabzon sahillerinden toplanan midyeler 3 gün süreyle aklimatize edildikten sonra deterjan, dizel, dizel+deterjan ile hazırlanan akvaryumlara alınan midyelerdeki birikim 5 gün süreyle izlenmiştir. Deney sonunda midyeler ekstrakte edilerek dizel miktarı spektrolorometrik olarak hesaplanmıştır. Ayrıca senkronize spektrofluorometrik 200-600nm'de tarama yapılarak farklı dalga boylarındaki dizel bileşiklerinin değişimi belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda sadece dizel ile muamele edilen midyeler ve disperse edilen dizelin birikimi arasında fark olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Mytilus Galloprovincialis*, Disperse edilmiş petrol

Master Thesis

SUMMARY

THE ACCUMULATION LEVEL OF THE DISPERSED DIZEL OIL FOR MEDITERRANEAN MUSSELS (*Mytilus Galloprovincialis L.1819*)

Güldeniz KARADAĞ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fisheries Technology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ
2010, 46 Pages

Marine pollution risk is increase with shifting of the transport to maritime which is more loading capacities and also much more economic way for the transport. Catastrophic marine pollution is generally caused by accidental pollution but chronic pollution of the marine environment is more often illegal discharges and loading/unloading facilities. The sources of pollution from illegal discharges from ships, which are generally from sintine, ballast water, sludge tanks flush, kitchen and toilet water flush while they are on the route or in the sea areas. The reason of the accidental pollution from bunker or loading oil from collision, conflict and sank of the ships. There are mechanical and chemical techniques for clean-up petroleum from marine environment. According to the size of the incident, these two clean-up techniques use respectively. When mechanical methods are not sufficient or the situation are not suitable, then chemical clean-up methods are preferred. Dispersants are chemicals which have surfactant in their chemical composition, they disperse oil from small droplets for easily dispersed in the water column. In this study, accumulation of the dispersed oil, which was dispersed with detergent, in mussels (*Mytilus galloprovincialis L.1819*) was tested in the laboratory conditions. Mussel were collected from Trabzon coasts. They acclimatized with clean sea water for three days. After that, they were put in the aquaria, that were filled with prepared solutions (dizel oil, detergents and dizel+detergents), and they were monitored for 5 days. After experiment, mussel flesh were extracted for calculation of the dizel concentrations by using spectroflorometer. In addition to that, mussel extract were scanned by using syncroneous spectrofluorometer for separation of the dizel compounds in different wavelengths (200-600nm). The results of this study that, there was a differences between dizel oil and dispersed dizel oil accumulation in the mussel tissues.

Key Words: *Mytilus galloprovincialis*, dispersed petroleum oil,

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Su ihtiyacının karşılanması ile su kirliliği arasındaki ilişki.....	3
Şekil 2.	Bariyerin U şeklinde çekilmesi ve sıyırıcı kullanımı	9
Şekil 3.	Skimmer (Sıyırıcılar)	10
Şekil 4.	Dispersantın petrol ile karıştıktan sonraki evreleri	12
Şekil 5.	Petrolün su içinde dispersiyonu ve emülsifikasyonu	13
Şekil 6.	Toplu sorbentler	14
Şekil 7.	Demülsifiyerler	15
Şekil 8.	Dispersant kullanımı için örnek karar ağacı	18
Şekil 9.	Midyenin genel görünümü.....	20
Şekil 10.	Deniz suyunda midyelerin aklimatizasyonu	23
Şekil 11.	Midyelerin konulduğu deney seti	24
Şekil 12.	Deterjan deniz suyu akvaryum	24
Şekil 13.	Dizel mazotun hazırlanması	25
Şekil 14.	Midyelerin hazırlanması	26
Şekil 15.	Mantolu ısıtıcının hazırlanması	27
Şekil 16.	Rotary evaporatörün çalıştırılması.....	27
Şekil 17.	Hexanın 200-600nm'deki spektrumu	29
Şekil 18.	Dizelin maksimum pik verdiği farklı dalga boyları.....	30
Şekil 19.	EOM miktarının zamansal değişimi (mg/g)	32
Şekil 20.	Suda ve midyedeki dizel konsantrasyonunun zamana göre değişimi.....	33
Şekil 21.	Dizel standardının ve akvaryum suyunda dizel, disperse dizelin 200-600nm de taranması	33
Şekil 22.	Blank su ve blank midye 1. ve 5. günler arası değişimi	34
Şekil 23.	Deterjan su ve deterjan midye 1. ve 5. günler arası değişimi	35
Şekil 24.	Midyedeki dizelin dağılım davranışı	35
Şekil 25.	200-600 nm dalga boyları arasında dizel suyun zamana bağlı değişimi	36
Şekil 26.	Dizel su ve dizel midye de dizelin zamana bağlı değişimi	36
Şekil 27.	Dispers edilmiş dizelin sudaki 200-600nmdeki tarama sonucu	37
Şekil 28.	Dizel-Deterjan su ve dizel deterjan midye de dizelin zamana bağlı değişimi ..	37
Şekil 29.	Deney sonrası tanklardaki mazot miktarı	38

- Şekil 30. Deney sonlandırıldıktan sonra akvaryumlarda kalan dizel miktarı 39
- Şekil 31. Deney süresince zamana bağlı olarak değişen Deterjan+dizel tankındaki midyelerde ölçülen dizelin 200-600nm dalga boyu arasında tarama sonucu ... 39



TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Petrol ürünlerinin karakteristik özellikleri.....	6
Tablo 2.	Denize bırakılan petrol ürünlerinin atık kaynaklarına göre dağılımı.....	7
Tablo 3.	Dispersant kullanımının avantajları ve dezavantajları.....	17
Tablo 4.	Midyenin sistemattikteki yeri	19
Tablo 5.	Kompozit midye ağırlığı (gr).....	31
Tablo 6.	Midyedeki ekstrakte edilebilen organik madde miktarı (EOM) (mg/ml)	31
Tablo 7.	Midyelerde ölçülen dizel konsantrasyonunun ve sudaki dizel konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi	32

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamı, yaşadığı ortamdır [1].

Bütün insanların kirlenmemiş (temiz) bir ortamda (hava ve toprak) yaşama arzuları doğuştan gelen bir özelliktir. Toplumların bu arzuları doğrultusunda temiz bir çevrede faaliyet gösterebilmeleri en doğal haklarıdır. Hiç kimsenin dikkatsizlik, ihmal veya kasıtlı olarak bu ortamı bozmasına izin verilmemelidir.

Yeni birçok sanayi dalının gelişmesi var olanların etkinliğini artırması ve sürekli artan şehir nüfusu, bu yüzyılın başından itibaren doğal kaynakların kirlenmesine neden olmuş ve beraberinde çevre sorunlarının oluşmasını kaçınılmaz kılmıştır [2].

Çevrede veya çevreyi teşkil eden ekosistemde meydana gelen bozulma veya değişimlere çevre kirlenmesi denir. Bu sebeple çevre kirliliği genellikle toprak, su ve havanın fiziksel, kimyasal veya biyolojik özelliklerinde, insan tarafından meydana getirilen bozucu değişiklikleri kapsamaktadır. Bunun başlıca sebebi, toprak, su, hava ve canlı kaynaklarına kaldıramayacakları oranda yük bindirmek veya bunları aşırı derecede kullanmaktır [3].

1.2. Çevre Kirliliğinin Nedenleri

İlk insanlar bütün zamanlarını hayatta kalabilmek için harcamışlardır. Çiftçilik ve avcılığın geliştiği çağlarda insanoğlu elde ettiği ürünün tamamını temel ihtiyaçlar için harcamayıp bir kısmını ihtisaslaşmaya ayırabilmiştir. Böylece ilk meslek grupları ortaya çıkmıştır. Çeşitli mesleklerin ortaya çıkması ve iş bölümünün artmasıyla insanlar daha iyi bir hayat sürmeye başlamışlardır. Bunun çevre kirlenmesi bakımından iki etkisi olmuştur: Birincisi aşırı nüfus artışı; ikincisi ise kişi başına tüketilen maddelerin artmasıdır.

16. yüzyıla kadar insanlar, gerek gıda maddeleri ve diğer ihtiyaç maddelerinin üretiminde ve gerekse de hastalıkların kontrol edilmesinde kullanılacak bilgi ve imkânlarla sahip değildi. Sanayi devrimi ve yeni ilaçların icadıyla birlikte dünya nüfusu hızlı bir şekilde artmaya başladı. İnsan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan kirleticilerin cins ve miktarları artarak çeşitli şekillerde çevreye verilmeye başlandı. Bu kirleticiler çevrenin doğal yapısını ve ekolojik dengesinin bozulmasına veya değiştirilmesine sebep oldu.

Bununla birlikte dünya nüfusundaki artış çevredeki bozulmanın tek sorumlusu değildir. Dünya gelirinin büyük bir kısmının dünya nüfusunun çok küçük bir kısmı tarafından kullanıldığını düşünürsek, çevre kirliliğinin nüfus artışından ziyade tüketimin artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bunun için nüfus artışının ve aşırı tüketimin kontrol altına alınması kaynakların daha akıllıca kullanılması ve atıkların geri kazanılarak tekrar kullanma imkanlarının geliştirilmesi gerekmektedir [4].

1.3. Çevre Kirliliğinin Çeşitleri

1.3.1. Atmosfer Kirliliği

Hava, atmosferi meydana getiren gazların karışımıdır. Hacim olarak % 78.09 Azot, % 20.95 Oksijen, % 0,93 Argon, % 0.03 Karbondioksit bulunan havada çok küçük miktarlarda diğer bazı gazlarda bulunmaktadır. Ayrıca havada % 5'e varan düzeyde su buharı bulursa da su buharı konsantrasyonu çok değişken olduğundan belli bir yüzde ile ifadesi mümkün değildir [5]. Ekonomik faaliyetlerin artması, belli yerlere yığılması, buna karşılık nüfus hareketlerinin bu yerlere doğru akışı, yığılma olan bölgede daha çok enerji kullanımını gerektirmektedir. Artan enerji ihtiyacı ve yüksek oranda yakıt tüketimine neden olan sanayileşme, soluduğumuz havanın kalitesini bozmaktadır. Havadaki bu maddelerin normalin üzerindeki miktar ve yoğunluğa ulaşmasına hava kirliliği adı verilmektedir [6].

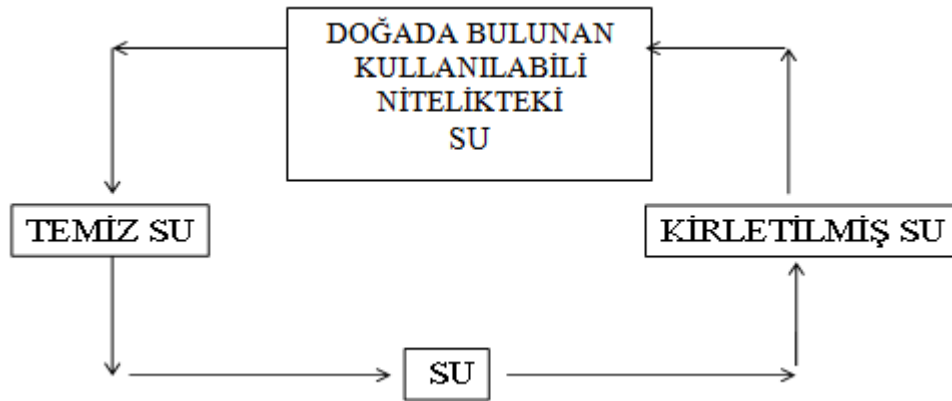
1.3.2. Su kirliliği

Su canlılar için hayati öneme sahip temel unsurlardan biridir. Dünyanın $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olduğu, tüm canlı varlıklarda ağırlığın ortalama %75'nin sudan oluştuğu

bilinmektedir. Buradan bir canlı hayatının susuz düşünölemeyeceğini söylemek mümkündür.

Yeryüzündeki sular güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir döngü içerisinde bulunur. Bu döngüye ‘Hidrolojik Çevrim’ adı verilmektedir. İnsanlar yaşamaları ve ekonomik ihtiyaçları için gerekli olan suyu bu döngüden alır ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu süreçler sırasında suya karışan maddeler suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek suların kirlenmesine sebep olurlar. Dolayısıyla sularda yaşayan canlı varlıklar ile kirlenmiş suları kullanan canlılar da bu kirlenmeden olumsuz yönde etkilenirler.

Su kirliliğini kısaca, insan kaynaklı (antropojenik) etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlayabiliriz [7]. Bir başka ifadeyle su kaynaklarının kullanılmasını etkileyecek ve bozacak ölçüde organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif maddelerin suya karışması ile yararlanılamayacak ölçüde kalitenin bozulması ve dolayısıyla ekolojik dengenin bozulması olarak tanımlamakta mümkündür [8]. Dünya nüfusunun her geçen gün arttığı ve yeryüzündeki su miktarının hidrolojik çevrim içerisinde sabit kaldığı düşünülürse gelecekte insanlığın karşılaşılabileceği en büyük sorun temiz ve kaliteli su bulamama olacaktır.



Şekil 1. Su İhtiyacının Karşılanması ile Su Kirliliği Arasındaki İlişki [9]

1.3.3. Toprak Kirliliği

Çevre sorunlarının büyük bir bölümü tabiatın yanlış ve kötü kullanılması sonucu ortaya çıkar. Toprakta tabiatın bir parçasıdır. Özellikle insan etkinlikleri sonucu çeşitli bileşiklerin toprağa bulaştırılması ile yapısında meydana gelen fonksiyonel bozulmalara toprak kirliliği denir [10].

Gelişen teknoloji ile birlikte beslenmemizi sağladığımız topraklar gün geçtikçe kirlenmekte ve toprak kirliliğinin artması sonucu meyve, sebze ve tarımsal ürünlerin yetiştirildiği alanın her geçengün azalmasına sebep olmaktadır [11].

1.3.4. Gürültü Kirliliği

İstenmeyen ve canlıları rahatsız eden sesler gürültü kirliliği olarak tanımlanır. Gürültü kirliliği insanın işitmesini ve çevreyi algılamasını olumsuz yönde etkiler. Kişisel ve toplumsal yaşam kalitesini bozar. Çevre gürültüsü yapı içi ve yapı dışı olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrı veya bitişik yapıların içinde meydana gelebilen her türlü mekanik ve elektronik sistemler ile yaşam aktivitelerinden meydana gelen gürültüler yapı içi gürültüleri oluşturur. Yapı dışı gürültüler ise yapıların dışında olmakla birlikte hem yapı içini hemde yapıların dışını etkiler. Bunlara örnek olarak ulaşım (karayolu, havaalanı, vb.) endüstri (soğutma sistemleri, endüstri makinaları, fabrikalar, vb.) yapım (inşaat şantiyeleri, vb.), ticari (eğlence yerleri, açık sinemalar, vb.) verekreasyonel (stadyumlar, atış alanları, vb.) faaliyetler gösterilebilir [12].

1.5. Kirleticilerin Sınıflandırılması

Kirleticiler farklı özelliklerine göre farklı kategorilerde sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada kullandığımız kirletici fosil yakıt olan petrolün türevlerinden biri olduğu için, petrolün doğadaki varlığı, bileşenleri, kirliliği, denize dökülen petrole müdahale yöntemleri, dispersant kullanımı, petrolün deniz canlılarına olan etkileri hakkında daha detaylı bilgi verilmiştir.

Ham petroler çıkarıldıkları bölgeye göre isimlendirilirler. Parafinik, naftanik ve aromatik olmak üzere üç ana gruba ayrılırlar. Farklı molekül ve ağırlıklara sahip kimyasal

bileşiklerdir. Ham petrolerin fiziksel ve kimyasal özellikleri elde edildikleri coğrafi bölgelere göre farklıdır. Ayrıca bu özellikler sadece farklı bölgelerden elde edilen petrolerde değişiklik göstermez, aynı bölgeden elde edilen petrolerinde fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır [13].

1.5.1. Petrol Kirliliği

Petrol kirliliğine karşı alınacak önlemler belirlenirken petrolün farklı deniz kaynaklarına olumsuz etkisini belirleyen kimyasal özellikleri ile birlikte, fiziksel özellikleri ve döküldüklerinde sergilemiş oldukları davranış şekilleri oldukça önemlidir. [13].

İnsanlar, balıklar ve diğer canlılar için oldukça zararlı olabilen hafif ve uçucu ham petroler oldukça akıcıdır. Deniz yüzeyine kısa sürede yayılabilmektedirler. Buharlaştırma oranları yüksektir yanıcıdır. Gözenekli maddelere nüfuz edebilir, ancak sert yüzeylere yapışmazlar. Ancak yüksek viskoziteye sahip ve yapışkan türleri kolayca bu tip maddelere nüfuz etmezler. Genellikle sert yüzeylere yapışırlar, ancak birçok farklı yöntemle bu yüzeylerden temizlenmeleri mümkündür. Uçuculukları düştükçe toksik etkileri azalır. Bununla birlikte bazı canlılar zehirlenmeseler bile fiziksel olarak petrol ile kaplanarak zarar görebilmektedir. Normal atmosfer koşullarında katı halde bulunan bazı ağır ham petroler göreceli olarak daha az zehirlidirler ve gözenekli maddelere nüfuz edemezler. Ancak ısındıkları zaman eriyip sert yüzeyleri kaplayabilirler. Bu durumda kapladıkları yüzeyden temizlenmeleri oldukça zorlaşır [13].

Rafine edilmiş ham petrolden elde edilen petrol ürünlerinin özellikleri farklıdır. Bu farklılık rafine edilen petrolün doğasına ve geçirdiği farklı işlemlere bağlıdır. Orta ve ağır yakıtlar, benzinle karşılaştırıldığında daha değişken bir özelliğe sahiptir. Bu tür petroler genellikle viskozitenin ve parlama noktasının sağlanabilmesi için daha hafif olan yakıtlarla karıştırılırlar. Bunların karakteristik özellikleri elde edildikleri ham petrolün özelliklerine bağlıdır ve istenilen performans düzeyine gelebilmeleri karıştırılan diğer ürünleri de bağlıdır. Petrol ve benzin benzer hidrokarbonlar içerirler. Petrol ürünlerinin karakteristik özellikleri Tablo 1’de sunulmuştur [13].

Tablo 1. Petrol ürünlerinin karakteristik özellikleri [13]

Benzin	Özgül ağırlık, 15/15 °C	0,68-0,77
	Kaynama aralığı, °C	30-200
	Kinematik viskozite, cSt @ 15 °C	0,65
	Parlama noktası	-15-40
Karojen	Özgül ağırlık, 15/15 °C	0,78
	Kaynama aralığı, °C	160-285
	Kinematik viskozite, cSt @ 15 °C	1,48
	Parlama noktası	35-70
Dizel Yakıtlar	Özgül ağırlık, 15/15 °C	0,81-0,85
	Kaynama aralığı, °C	180-360
	Kinematik viskozite, cSt @ 15 °C	1,3-5,5
	Parlama noktası	35-70
Akar Yağlar(Hafif, orta, ağır)	Özgül ağırlık, 15/15°C	0,925-0,965
	Kinematik viskozite, cSt @ 15 °C	49-862
	Parlama noktası	70 ve üzeri

1.5.1.1. Denizlerde Petrol Kirliliği

Su kürenin (hidrosfer) başlıca bölümleri içerisinde denizler önemli bir yer tutmaktadır. Dünyanın %71'i denizlerden oluşmaktadır. Dolayısıyla denizleri tehdit eden çevre kirliliği dünyayı tehdit etmektedir. Deniz kirliliğinin çeşitli sebepleri vardır. Genel olarak deniz kirliliği için iki temel kirletici kaynak vardır. Deniz alıcı ortamını kirletme potansiyeli en yüksek olan kaynak karasal kökenlidir ve toplamdaki payı yaklaşık %80'dir. Denizlerin kirlenmesine neden olan ikinci kirletici kaynak ise deniz araçları yani gemilerden kaynaklanmaktadır [14].

1.5.1.1.1. Gemilerden Kaynaklı Petrol Kirliliği

Deniz yolu taşımacılığının son yıllarda hızla gelişmesi, deniz yolu ile yapılan petrol taşımacılığının da çok hızlı gelişmesine neden olmuş, gemiler ile deniz kirlenmesi kavramını gündeme getirmiştir. Gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğini önlemek için çeşitli uluslararası ve bölgesel sözleşmeler yapılmış ülkeler bazında bu konuda çok sayıda tedbir alınmış ve çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir [15, 16].

Gemi kökenli deniz kirliliği kaçak deşarjlar ve kaza sonucu kirlenme olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilir. Kaçak deşarjlar, gemilerin uluslararası kurallara uymaksızın sintine, ballast ve evsel nitelikli atık sularını seyir sırasında yada bağlı buldukları deniz alanına boşaltması sonucunda kirlenmedir. Kaza sonucu kirlenme ise yolcu gemisi, RO-RO, tanker ve zararlı atık yüklü gemilerin çarpışması, çatışması, batması, karaya oturması gibi kaza sonucu oluşan deniz kirliliğine denilmektedir [17].

Denizlerdeki rutin kaynaklı gemi kirliliği; Sintine, kirli balast veya ambar/tank yıkama sularının denize basılması, çöp ve katı atıkların denize atılması, güvertenin yıkanması sonucu oluşan yağ ve atıklar ile yıkamada kullanılan deterjanlı suyun denize verilmesi, yakıt alımı transferi yada kargo yükleme-boşaltma transferi sırasında kazara yada hata nedeni ile yakıtın taşma sızma yada devre patlaması sonucu yakıtın denize taşması, yaşam yerlerindeki kirli suların doğrudan arıtılmaksızın denize verilmesi gibi nedenlerle ve diğer atıkların denize akması gibi nedenlerden oluşmaktadır [18]. Gemilerden denizlere bırakılan petrolün atık kaynaklarına göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Denize bırakılan petrol ürünlerinin atık kaynaklarına göre dağılımı [19,20]

Kaynaklar	Yıllık Miktar(milyon/ton)	%Oranı
LOT tankerleri	0,31	14,6
Diğer Tankerler	0,77	36,1
Gemi Havuzlama	0,25	11,7
Liman(Yükleme-boşaltma)	0,003	0,1
Tank Yıkama	0,5	23,5
Tanker Kazaları	0,2	9,4
Diğer Kazalar	0,1	4,6
Toplam	2,133	100

1.5.1.1.2. Rafinerilerden ve Platformlardan Kaynaklanan Petrol Kirliliği

Deniz yatağında yapılan çeşitli faaliyetler nedeniyle alıcı ortam kirlenebilmektedir. Deniz ortamının kalitesini olumsuz yönde etkileyen bu tür faaliyetler; petrol, doğal gaz ve çeşitli madenlerin araştırılması, işletilmesi ve üretilmesi sırasında gerçekleşmektedir [21].

Bu faaliyetlerin gerçekleşmesi için kurulan platformlardan genellikle her türlü atık denize dökülmekte ve deniz kirliliğine neden olmaktadır.

Denizden çıkarılan petrol veya doğal gazın boru hatlarıyla kıyıdaki alım tesislerine aktarılması sırasında da deniz çevresine önemli zararlar verilmektedir. Aslında denizler de meydana gelen bu kirlilik olayları toplam deniz kirliliği içinde çok fazla yer tutmamakla birlikte platformlarda yaşanan kazalar daha önemli bir kirlilik kaynağıdır [22]. Havaya karışan petrol bileşenleriyle mikrobiyal çözünmeye uğrayan petrol bileşenleri dışında çözünmüş, dağılmış halde yahut sedimentte, kıyıda ve kayalıklarda tutunarak uzun süre kalabildiği sürece sucul ortamdaki organizmaları olumsuz yönde etkiler [23].

Son yıllarda en çok yankı uyandıran kaza, Deepwater Horizon kazasıdır. Meksika Körfezi'nde BP'nin sondaj kulesi Deepwater Horizon'un, 20 Nisan 2010'da yanarak batması sonucu ABD tarihindeki en büyük petrol sızıntısı meydana gelmiştir. 15 Temmuz 2010 tarihine kadar engellenemeyen sızıntıyla denize karışan ve 560.000-585.000 ton olarak tahmin edilen ham petrol, Mississippi Nehri deltası da dahil tüm körfezi çok büyük ölçüde kirletmiştir [24-32]. Üzerinden üç yıl geçmesine rağmen Mississippi kıyılarında hala katran birikintileri görülmesine yol açan bu büyük kazanın etkileri büyük ölçüde araştırılmıştır [33-38].

1.5.2. Deniz Ortamında Petrolün Temizlenme Yöntemleri

Petrol bileşiklerinin deniz suyuna ulaşması genellikle iki şekilde gerçekleşir [39].

1. İnsan tarafından suya bırakılan veya kaza sonucu denize dökülen petrol bileşikleri.
2. Doğal olarak deniz dibinden su içerisine fişkıran petrol ürünleri.

1.5.2.1. Bariyerler

Su yüzeyindeki petrol döküntüsü / birikintisinin bir tekneden yada kıyıda serilen esnek bariyerle çevrilip özel sıyırıcı ekipmanla toplanması en çok kullanılan tekniklerden biridir. Bariyerler çok çeşitli türlerde olabilmelerine karşın ortak özellikleri dalgalarla üstten aşmayı önlemek için geniş veya yüksek olmaları, petrolün altlarından kaçmasını önlemek için yüzeyin altına inen bir etekleri olması, su üzerinde yüzmeleri ve boylamasına

gerilmeye dayanıklı olmalarıdır. Bariyerin sağlam,serilmesi kolay,güvenilir ve düşük maliyetli olması istenir. Petrolü bünyesine alan materyalden yapılmış bariyerler de vardır. Bariyerle petrol birikintisini etkili bir şekilde hapsedebilmek için hava ve deniz koşullarının sakin olması istenir. Rüzgar,akıntı ve dalga hareketi bariyerin işlevini ciddi oranda aksatır. Bariyere dik gelen akıntı hızının saatte 0,7 mili aşmaması gerekir. Bu yüzden de bariyer en fazla 0,5 mil/saat hızla çekilmelidir [40].

Bariyerin kullanımındaki öncelikli amaç petrolün hassas bölgelere sıçramasını önlemektir. Birkaç yüz metreye kadar uzunlukta olabilen bariyer Şekil 2'deki gibi iki özel tekne tarafından J veya U şeklinde çekilerek bir petrol döküntü parçasını hapsedebilir.



Şekil 2. Bariyerin U şeklinde çekilmesi ve sıyrıcı kullanımı [40]

1.5.2.2. Sıyrıcılar (Skimmers)

Sıyrıcılar petrolü denizden ayıran bir araç, bu aracı taşıyan bir tekne ve toplanan petrolü depolandığı yere gönderen bir pompadan oluşurlar. Petrolü adhezyon kuvvetiyle fırçalı, çıkıntılı disk gibi dönen parçalara yapıştırarak toplayan sıyrıcılar vardır. Emerek toplayan sıyrıcılarda toplanan sıvının %90'ı sudur. Döner diskli sıyrıcılarda düşük viskoziteli petroler yüzeylere kolayca yapışmadıklarından, aşırı viskoz petroler de yapıştıkları yerden kolayca çıkmadıklarından toplama verimini düşürebilirler [41].



Şekil 3. Skimmer (Sıyırıcılar) [42]

1.5.2.3. Dispersantlar

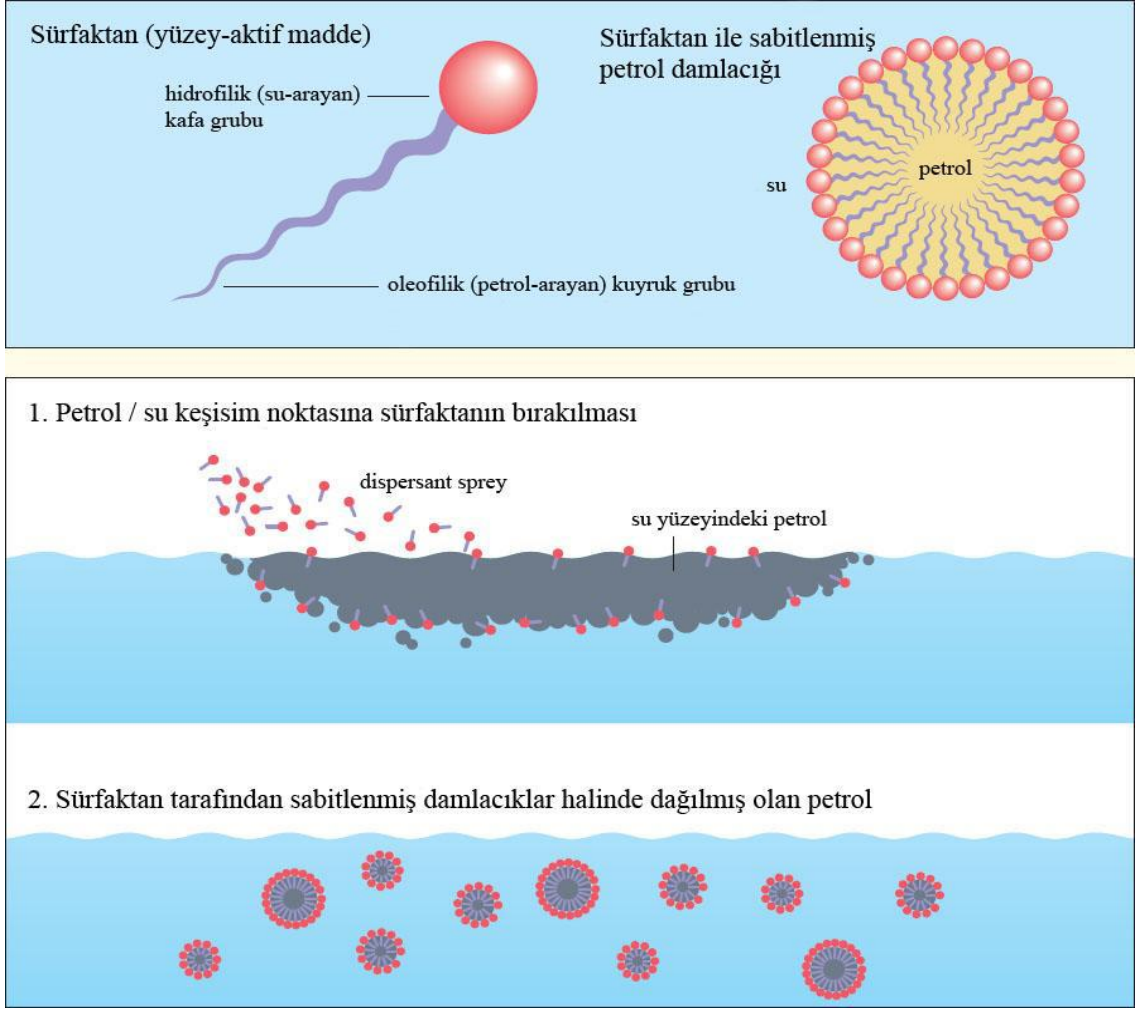
Dispersantlar petrolün su kolonunda küçük parçalara ayrılarak dağılmasını hızlandıran yüzey aktif maddelerine sahip kimyasallardır. Dispersantlar deniz yüzeyindeki petrol tabakasının çözünmesini ve yayılmasını kolaylaştırır [43]. Bununla birlikte diğer müdahale tekniklerinde olduğu gibi dağıtıcıların deniz ortamında petrolle muamele edilmesi durumundahava koşulları ve çevre hassasiyetleri dikkate alınmalıdır [43].

1.5.2.3.1. Dispersantların İşleyiş Biçimi

Petrol döküntüsüne dispersant kullanımındaki amaç, petrolün deniz yüzeyinden su kolonuna çok küçük petrol damlacıkları halinde dağılmasını sağlamaktır.

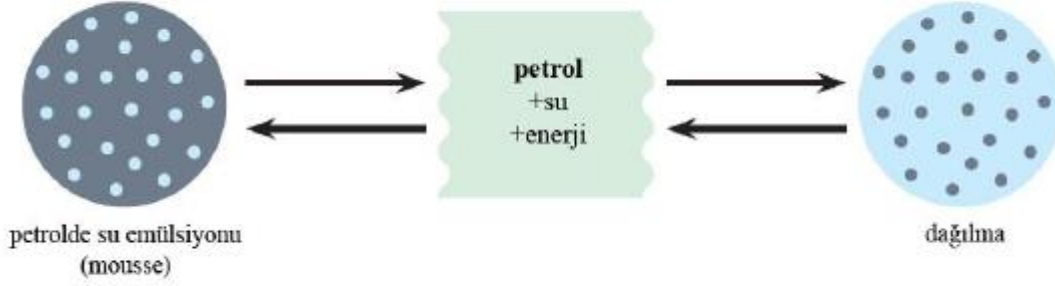
Doğal Dispersiyon: Denize dökülen petrolün dağılması, dalgaların etkisinden kaynaklanan doğal bir durumdur. Doğal petrol dispersiyonu, kırılan dalgaların, bir petrol tabakası içinden geçmesiyle oluşur. Bu alandaki petrol tabakasına, dalgaların çarpmasıyla, çeşitli boylarda petrol damlacıklarına bölünür. En büyük petrol damlacığı, en yüksek özgül ağırlığa sahiptir ve hızla yeniden deniz yüzeyin de yüzmeye başlar. Bu büyük petrol damlacıkları, tabakanın altından yeniden yüzeye çıkmaları halinde, halen yüzeyde olan petrolle birleşirler. Bu damlacıklar, 'temiz' su içinde yüzeye çıkarlarsa, parıltı oluşturacak

şekilde yayılırlar. Kırılan veya kırılmayan bir dalganın bir petrol tabakasının içinden veya altından geçmesiyle, petrol tabakası, suyun yerini dalga yönünde kalıcı olarak değiştirmez. Bir dalganın altındaki su, derinlikle birlikte zayıflayan döngüsel bir hareketle ilerler. Bu durum, bir dalganın altındaki derinliklerde dalga boyunun yarısı kadar olan, iyice karışmış bir bölge oluşturur. Dalganın çarpmasıyla bölünen petrol tabakasının oluşturduğu küçük petrol parçacıklarıysa, yükselme hızı parçacık büyüklüğüne bağlı olduğu için, büyük parçacıklardan daha yavaş bir şekilde deniz yüzeyine çıkma eğilimi gösterirler. Çapı yaklaşık 0,1 mm'den az, çok küçük petrol parçacıklarının yükselme hızı, son derece düşüktür ve tamamı iyice karışmış bölgede kalabilirler. Petrol hacminin sadece küçük bir bölümü iyice karışan tabakada kalacak kadar küçük parçacıklara dönüşür. Bu nedenle, birçok petrol için, doğal dispersiyon hızı oldukça yavaştır. Ancak, petrolün düşük viskoziteye (akışkanlık) sahip olması, denizin ise çok çalkantılı olması halinde, doğal dispersiyon eninde sonunda bir petrol tabakasını tamamen disperse edebilir. Doğal dispersiyon, döküntü petrolü her zaman disperse edebiliyor olsaydı, çoğuvakada petrol döküntüsü müdahalesine gerek kalmazdı; çünkü petrol, öncelikle kıyıya vurmamışsa, kendiliğinden disperse olurdu. Ancak, doğal dispersiyonun çoğu petrol döküntüsünü disperse edeceğine güvenilemez. Çünkü doğal dispersiyon hızının düşük olması ve hava etkilerine maruz kalması gibi sebepler neticesinde, petrolün yapısında yaşanan değişiklikler, dispersiyonun durmasına sebep olabilir. Çoğu deniz koşulunda, viskozitede görülen bu artış, çarpan dalgaların düşük viskoziteli emülsiyonları parçacıklara ayıramaması sebebiyle doğal dispersiyon sürecini durdurur. Çarpan dalgalar, emülsiyon parçalarının sadece biçimini bozar ve deforme eder ve herhangi bir petrol parçasının oluşmasına sebep olmaz [44].

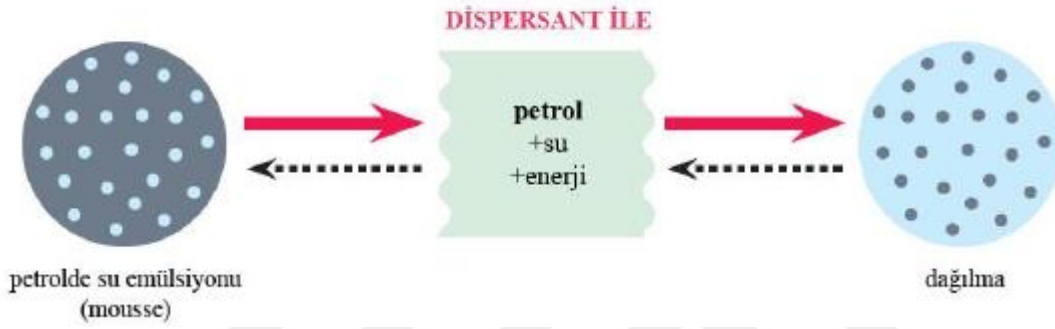


Şekil 4. Dispersantın petrol ile karıştıktan sonraki evreleri [44]

1. Dispersant olmadan, yüzen petrol ya doğal olarak dağılır ya da bir su-petrol emülsiyonu oluşturur



2. Dispersantın eklenmesi petrol damlacıklarının suda dağılmasını artırır ve emülsifikasyona engel olur



Şekil 5. Petrolün su içinde dispersiyonu ve emülsifikasyonu [44]

Dispersantların Hareketi: Dispersantların döküntü üzerine etkisi, Şekil 4-5’de açıklanmıştır. Sürfaktanlar veya yüzey aktif ajanlar, bir dispersantta bulunan etken maddelerdir. Sürfaktanlar, petrolün fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirerek, küçük petrol parçacıklarının oluşmasına karşı gösterilen direnci (yüzey gerilimini) büyük ölçüde azaltır (Şekil 5). Bir dispersant içindeki sürfaktanların işleme başlaması için, petrol döküntüsünün içine nüfuz etmesi gerekir; çünkü sürfaktanlar, ancak petrolün içinde fonksiyon gösterebilir. Dispersant, döküntü petrol üzerine püskürtülür ve çözücü, sürfaktanların petrolün içine girmesini sağlar. Böylece, petrolle su arasındaki yüzey geriliminin azalması sağlanır. Sürfaktanlar, suda bulunan sürfaktan molekülünün hidrofilik (su sever) parçasıyla, sürfaktan molekülünün petrol içinde bulunan oleofilik (petrol sever) parçası arasında bir ‘köprü’ görevi görür. Böylece, petrol ve su fazları, sürfaktan molekülleri aracılığıyla birbirine bağlanır. Bu durum, petrol ve suyun daha kolay karıştırılması için uygun bir ortam yaratarak, su içindeki küçük petrol parçacıklarının oluşumunu kolaylaştırır. Ancak, petrolün su içinde küçük petrol parçacıklarına dönüşmesini sağlamak için, bir çeşit karıştırma enerjisi de gerekmektedir. Bu enerji, normalde dalgaların kırılması

veya çarpması ile oluşturulur. Kırılan veya çarpan bir dalganın dispersant uygulanan petroltabakanın içinden geçmesiyle, petrol, çok çeşitli boylarda petrol damlacıklarına bölünür. Dispersantın içinde sürfaktanların olmaması halinde, petrol damlacıklarının çoğoldukça büyük olacak ve hızla yeniden yüzeye çıkacaktır. Dispersantdaki sürfaktanların döküntü petrole uygulanması, kırılan veya çarpandalganın, petrol hacminin çok daha büyük bir kısmını küçük petrol damlacıklarınadönüştürmesini sağlar. Küçük petrol damlacıkları, dalga hareketiyle su sütununun alt kademelerinedoğru itilir. Küçük petrol damlacıklarının düşük özgül ağırlığı nedeniyle su içerisinde yavaşça yükselmesi sayesinde bu damlacıklar su kolonunun üst bölgelerinde tutulmuş olur [44].

1.5.2.4. Sorbentler

İki farklı kategoride sorbent vardır:

Hidrofobik Sorbentler: Polar ürünleri kurtarmak için kullanılır (Hidrokarbonlar gibi)

Evrensel Sorbentler: Polar ve apolar ürünlerin her ikisinde kurtarmak için kullanılır.(su, asit, bazlar, hidrokarbonlar ...) Bu sorbentler sadece karada kullanılır.

Sorbentlerin kullanım amacı yalnızca yağı bağlamak ve toplamak içindir. Küçük boyutlu döküntülerde, karada, sakin su kütlelerinin (liman yada barınak) olduğu bölgelerde (kıyı yada sahil) kullanılır. Örneğin talaş veya saman geçici sorbent olarak kullanılabilir. Sadece su üzerinde yüzer petrolde (düşük yoğunluklu) kullanılması gerekir. Su ve yağ varlığında sudan (hidrofobik özellik) yağı tespit etme yeteneğine sahiptir (yağ çekebilin) [45]. Sorbent çeşitleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Toplu sorbentler [45]

1.5.2.5. Demülsifiyerler

Demülsifiyerler kıyıda yada denizde ele geçirilen su-yağ emülsiyonlarını parçalayan sıvılardır. Petrol ürünleri yüksek konsantrasyonda polar bileşikler içeren ve suyun varlığında ajitasyon geçirirler (Doğal yollarla meydana gelen dalgalar, skimmer pompası ile meydana gelen hareket gibi). Yağ fazında su damlacıklarını birleştirmesi ile ters emülsiyonlar oluşturur. Bu emülsiyonlar en fazla %80 oranında su içerir ve yapışkandırlar, Viskoz kütleler, koyu kahverengi renkte, genellikle ‘çikolata renkli krema’ olarak açıklanır (Şekil 7). Ters emülsiyonların oluşumu hafif fraksiyonların buharlaştırılması ile birlikte, petrol kirliliğinin viskozitesine denizden ayrışma sırasında kuvvetle etki eder [46].



Şekil 7. Demülsifiyerler [46]

1.5.2.6. Biyoremediasyon

Biyoremediasyon, mikroorganizmalar kullanılarak zararlı maddeleri toksik olmayan bileşiklere dönüştüren bir proses olup, kimyasal sıvıların ve tehlikeli atıkların arıtılması için kullanılan ümit verici tekniklerden biridir [47].

Biyoremediasyonda rol oynayan mikroorganizmalar funguslar, mayalar ve bakterilerdir [48, 49].

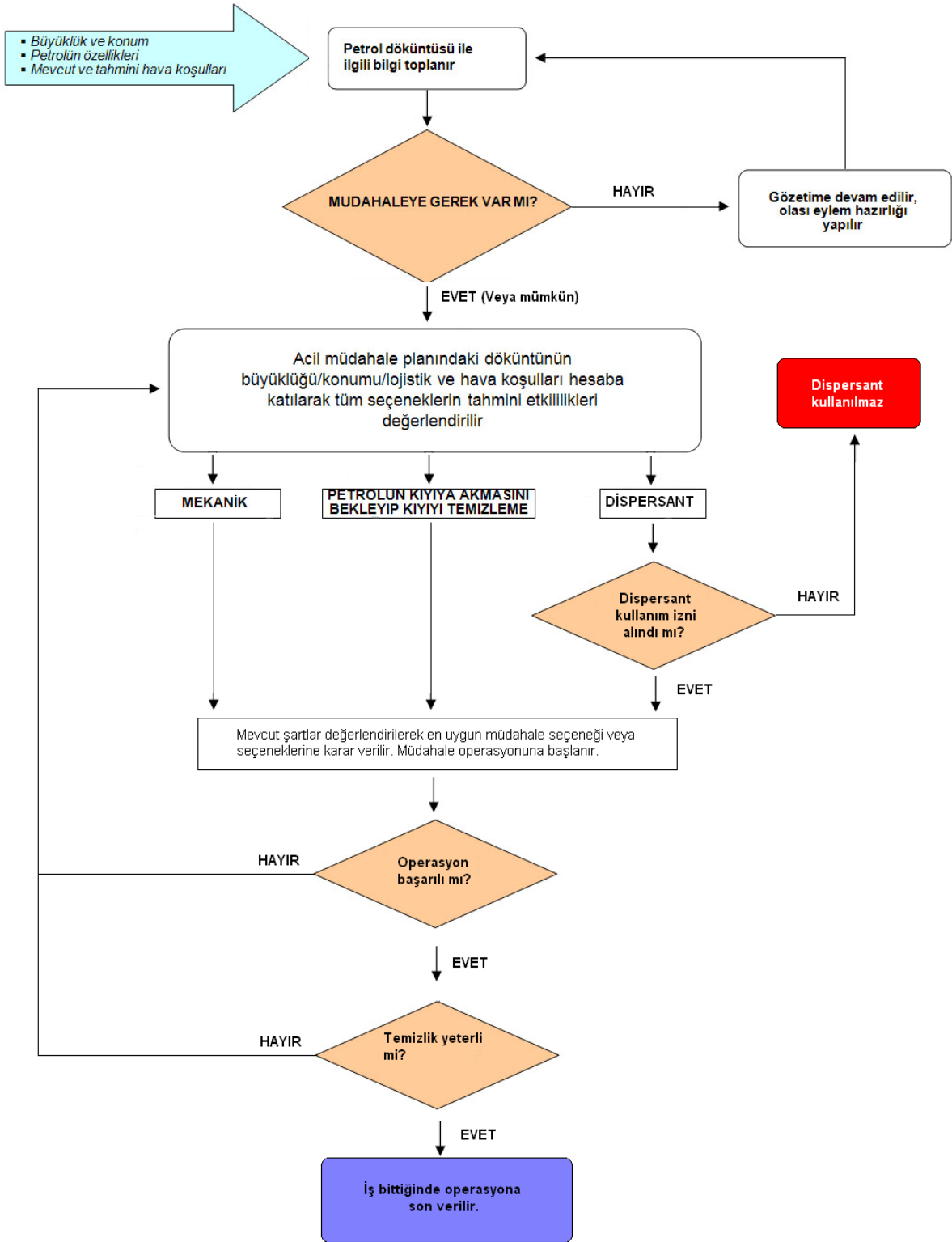
1.5.2.7. Petrol Kirliliğine Müdahalede Dispersant Kullanımı Ve Dispersantın Deniz Ekosistemine Etkisi

Dispersantlar, deniz yüzeyindeki petrol tabakasına püskürtüldüğünde petrolün su kolonunda doğal dağılımını (disperse olmasını) hızlandırmak amacı ile tasarlanmış kimyasallardır. Dispersantlar petrol-deniz suyu arasındaki yüzey gerilimini azaltarak petrol tabakasının parçacıklara ayrılmasına neden olur. Bu parçacıkların büyüklükleri farklıdır. Parçalanmış petrolün önemli bir kısmı tekrar deniz yüzeyine çıkarken, kimileri de suda asılı olarak kalır. Başarılı bir uygulamanın ardından parçacıkların bir kaç dakika içinde yüzeyden aşağı doğru hareket etmeleri gerekmektedir. İşlemin başarılı olabilmesi için kimyasalın petrolün içine iyice nüfuz etmesi gerekmektedir. Bu nedenle, dispersantın, petrolün içine girmesini sağlayacak uygun çözücüler içermesi gerekmektedir. Dispersantların yüksek viskoziteye sahip, yüzen petrole etkileri oldukça düşüktür. Genellikle dispersantlar sıvı petrole karşı etkilidirler ve viskoz emülsiyonlara (“mousse”, krema) karşı etkili değildirler. Yüzeydeki petrol ilk başta dispersantlara karşı dirençli de olsa, uçuculuğu nedeni ile viskozitesi azalınca dispersantların etkisine daha fazla açık olacaktır. Dispersant kullanımı en hızlı müdahale yoludur [50].

Dispersantlar petrolün denizde tabaka oluşturmasını önleyip ve kıyıya ulaşmasını zorlaştırırlar. Bu sayede deniz kuşları gibi bazı hayvanların petrol döküntüsüne bulaşması engellenmiş olur. Ayrıca doğal degradasyona yardımcı olurlar. Ancak dispersant kullanımı petrolün dibe çökmesini sağladığından buradaki doğal ortamı olumsuz etkilemekte ve kıyıda sedimentlerde birikimine yol açmaktadır. Bütün bunların yanı sıra dispersant kullanıldığında deniz ortamına çok fazla sayıda kimyasal madde girmiş olmaktadır [50]. Bu durum organizmalar için toksik etkiye neden olmaktadır. Yapılan pek çok araştırma dispersantlarla yani dağıtıcılarla parçalanmış petrolün disperse edilmemiş petrolden yada sadece dispersanttan daha toksik olduğunu göstermiştir [51, 52]. Tablo 3 ve Şekil 8’ de dispersant kullanımının avantajları ve dezavantajları ile Dispersant Kullanımı İçin Örnek Karar Ağacı Verilmiştir.

Tablo 3. Dispersant kullanımının avantajları ve dezavantajları [54]

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Güçlü akıntılarda ve daha sert deniz koşullarında kullanılabilir.	Petrolü su kolonuna aktararak normalde petrolün ulaşamayacağı kimi deniz organizmalarının etkilenmesine neden olabilir
Genellikle en hızlı müdahale yöntemidir.	Petrol başarıyla disperse edilmezse döküntüyle mücadelede kullanılacak diğer yöntemlerin etkinliği düşünülebilir.
Petrolü yüzeyden temizleyerek deniz üzerindeki petrol tabakasının rüzgarla taşınmasını ve kıyıya akmasını engeller.	Her koşulda her petrol türünde etkili değildir.
Deniz kuşları ve deniz memelilerinin zarar görme olasılığı azalır.	Kıyıda kullanılıyorsa petrolün tortul tabakalara nüfus etkisini kolaylaştırır.
Petrolde su emülsiyonlarının oluşumunu önler.	Denize bir yabancı madde daha karışmasına neden olur.
Petrolün doğal yollarla bozunması için uygun yüzey alanını artırır.	Dispersantların kullanılabileceği zaman aralığı sınırlıdır.



Şekil 8. Dispersant kullanımı için örnek karar ağacı [53].

1.5.3. Petrol Kirliliğinin Deniz Canlılarına Olan Etkisi

1.5.3.1. Kirlilik İndikatörü Olarak Kullanılan (*Mytilus galloprovincialis*'in) Fizyolojik Özellikleri

Omurgasız canlılar içerisinde yetiştiriciliği en fazla olan ve doğal stoklardan yararlanılması açısından en fazla değerlendirilen deniz ürünlerinin başında midyeler gelmektedir [55]. Ülkemizde midyeler özellikle Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara denizinin bütün sahillerinde doğal yataklar halinde bulunurlar [56]. Sistematik olarak Akdeniz midyesi yumuşakçalar (Mollusca) şubesinin Bivalvia sınıfının Filibranchiata takımının Mytilidae ailesinin Mytilus cinsinin Galloprovincialis türü olarak sınıflandırılabilir.

Tablo 4. Midyenin sistematikteki yeri [57, 58]

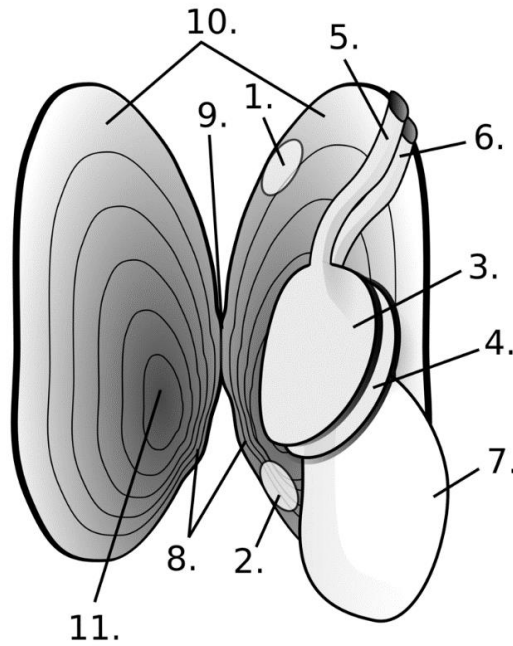
Şube	Mollusca
Sınıf	Bivalvia (Lamelibranchiata)
Takım	Filibranchiata
Aile	Mytilidae
Cins	Mytilus
Tür 1	Mytilusgalloprovincialis

1.6. Midyelerin Morfolojisi ve Biyolojisi

1-Posterior adduktor 2-Anteior adduktor 3-Dış solungaç bronşları 4-İç solungaç bronşları 5-Dışarı Akan Kan damarları 6- İÇeri Akan Kan Damarları 7-Ayak 8-Dişler 9-Eklem 10-Kabuk 11-Umbo [59].

Genel olarak *M. galloprovincialis*'in kabukları ön (arterior), arka (posterior), ventral ve dorsal kenar olmak üzere dört kısma ayrılabilir (Şekil 9). Ön kenar çok kısa olup kabuklar burada birbirlerine bağlıdır. Önden arkaya kadar düz bir yapıdadır. Kabukların birbirine bağlı durmasını sağlayan boynuz benzeyen Ligament yer alır. Ligament iki kabuk arasında düz bir oluk içerisinde yer alır. Ligament, kabukların kapama kaslarının kapama kuvvetlerinin tersi yönde bir kuvvete sahiptir. Ölen midyede kaslar kapama kuvvetini kaybettiklerinden ligamentin aksi yöndeki elastikiyetinden dolayı kabuklar açık kalır.

Kabukların üzerinde gaga şeklindeki bölümden (umbo) itibaren küçük eliptik daireler şeklinde başlayan ve kenara paralel olarak devam eden büyüme çizgileri vardır. Midye uygun olmayan ekolojik şartlara maruz kaldığında büyüme çizgilerinde anormal bir sıklaşma, yukarı doğru kabarma veya aşağıya doğru çökme görülür. Midyelerin sağ kabukları sol kabuklarından 1mm kadar daha yüksektir. Kabuklar kapama kası kesilerek açıldığında manto boşluğunda şu kısımlar göze çarpar: Kabuk içerisine yerleşmiş ve buraya sıkıca bağlanmış manto parçaları (lobları), baş kısmında kabukların kenetlendiği gaga şeklindeki dişli kısmın hemen alt tarafında ligament ekseni üzerinde, ince yarık şeklinde bir ağız; ağız etrafında altta ve üstte birer çift olmak üzere 4 adet ağız kolu (palialpalp) bulunur. Bunların birbirine bakan kısımları oluklu olup, üzerleri kirpikli epitel hücreleri ile örtülüdür. Ağızdan sonra yemek borusu özefagus (oesophagus) ve ortaya yakın yerde ligament ekseni üzerinde, dil şeklinde koyu kahverengi kıvrımsı renkte bir ayak ve ayağı öne, arkaya bağlayan kaslar görülür. Ayağın hemen arka tarafında bisus iplikleri bulunur [60-62].



Şekil 9. Midyenin genel görünümü

Midyeler 2–100µm boyutlarında olan organik ve inorganik her türlü partikülü süzerek beslenirler. Ortalama 7-8 cm boyundaki bir midye saatte 10-15lt suyu süzme özelliğine sahiptir. Midyelerin filtrasyon hızı üzerine;

- Midye büyüklüğü,
- Parçacık büyüklüğü,
- Partikül yoğunluğu,
- Partikül türü,
- Su sıcaklığı,
- Su akıntısı etkilidir [63].

Midyelerde beslenme az olduğunda büyüme yavaşlar veya durur. Et verimi düşer ve gonadlarda olgunlaşma tam olmaz, alınan döller dayanıksız ve küçük olur [63]. Sıcaklığın 8-10°C civarında olduğu kış aylarında ise midyeler, parçacık organik madde içerisinde yer alan ve canlı organizma olmayan kısmı ek besin olarak kullanılmaktadırlar [64].

Bu çalışmanın amacı isteyerek yada kaza sonucu denize dökülen dizelin dispersant olarak kullanılan deterjan ile parçalanmasıyla oluşan bileşiklerin, midyedeki birikimi ve etkilerinin laboratuvar ortamında incelenmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Deneyde kullanılan tüm cam malzemeler önce deterjanlı sıcak su ile yıkandı daha sonra durulandı. Sonra kromik asitte (potasyum bikromat ve sülfürik asit) 1 gece bekletildi. Distile Su ile çalkalandı. Kullanmadan önce aseton ve hekzandan geçirilerek temizlik işlemleri tamamlandı. Derecesiz kaplar 350°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak organiklerinden temizlendi. Yakılan cam malzemeler kullanmadan önce aseton ve hekzan ile çalkalandı.

Deney düzeneğinde kullanılan akvaryumlar ve pompa setleri deney başlamadan önce temizlenerek önce çeşme suyunda daha sonrada deniz suyunda bir kaç gün bekletilerek temizlendi.

2.1.1. Canlı Materyal

Bu araştırma, Türkiye denizlerinde bulunan ve Karadeniz'den elde edilen *Mytilus galloprovincialis* üzerinde yapılmıştır.

2.1.2. Deneyin Başlangıç Çalışmaları

Deney öncesi yapılan çalışmalar aşağıda listelenmiştir.

1. Deney setinin hazırlanması:

- a) Laboratuardaki 1 tonluk su tankı denizden pompa yardımıyla çekilen deniz suyu ile dolduruldu. Deniz suyunun karışımdan etkilenmemiş mümkün olduğunca temiz yerden alınmasına dikkat edildi.
- b) Midyeler dalgıç yardımıyla toplandı, midyelere hasar vermeden, paslanmaz bir bıçakla yada neşter ile dış kısımları çamur, ve yabancı maddelerden/ organizmalardan temizlendi, 4-6 cm boy aralığındaki midyeler alındı.
- c) Dış kabukları temizlenen midyeler 3 gün süreyle akan deniz suyunda tutularak aklimatizasyon sağlandı (Şekil 10).



Şekil 10. Deniz suyunda midyelerin aklimatizasyonu

2. Güvenli deterjan konsantrasyonunun belirlenmesi: Öncelikle, deterjanın midyeler üzerindeki olumsuz etkisini tayin etmek amacıyla kullanılacak deterjanın konsantrasyonu hesaplandı. Bunun için farklı marka deterjanlar, farklı konsantrasyonlarda (3 ml/20lt; 3.5ml/20lt; 8 ml/20lt ve 3.5 ml/20lt) denendi. Her bir akvaryuma 10 adet midye konuldu. 24 ve 48 saat sonunda midyelerde ölüm olup olmadığı kontrol edildi. 2 farklı deterjan markası kullanıldı. Bir marka deterjan en az konsatrasyonda bile midyeleri ilk 24 saatte öldürdüğü için diğer marka deterjan kullanıldı. 4.5 ml deterjan ile yapılan uygunluk deneyi sonunda dispersant amaçlı kullanılacak miktar olarak 3.5 ml kullanıldı.

2.1.2.1. Akvaryumların Hazırlanması

Temizlenen 7 adet akvaryumların içerisine 20 lt deniz suyu kondu. Temizlenmiş midyelerden her bir akvaryuma 20 şer adet boy uzunlukları birbirine yakın midye konuldu.

20 lt	Deniz suyu Midye	Deterjan Deniz suyu Midye	Deterjan Deniz suyu midye	Deterjan Mazot Denizsuyu Midye	Deterjan Mazot Denizsuyu Midye	Mazot Deniz suyu Midye	Mazot Deniz suyu Midye
	Kontrol/Blank	Deterjan-1	Deterjan-2	Det-Maz1	Det-Maz2	Mazot-1	Mazot-2

Şekil 11. Midyelerin konulduğu deney seti

2.1.2.2. Deterjan, Deterjan + Dizel Ve Dizelin Hazırlanması:

Deterjan Solüsyonu Hazırlama: Toksik uygunluğu test edilen deterjandan 3,5 ml alındı ve 100 ml deniz suyunda köpürmemesi için çok düşük hızda karıştırıcıda yaklaşık (1 saat) karıştırılarak homojen bir çözelti hazırlandı. Hazırlanan çözelti daha sonra 20Lt'lik deniz suyu dolu olan akvaryuma aktarıldı. Deterjan akvaryumundan 2 adet hazırlandı.

Deterjan + Denizsuyu = Deterjanlı Deniz Suyu



Şekil 12. Deterjan deniz suyu akvaryum

Dispers Edilmiş Dizel (Dizel + deterjan + deniz suyu) Solüsyonu Hazırlama:

3,5 ml deterjan+100 ml Dizel (Mazot) + 200 ml deniz suyu ile 3 gün karıştırıcıda etrafı ışık almayacak şekilde alüminyum folyo ile kapatılıp dizel-deterjan-deniz suyunun tamamen karışması sağlandı (Şekil 13).



Şekil 13. Dizel mazotun hazırlanması

Hazırlanan bu karışımın üst kısmındaki emülsiyeye olan (petrol+deterjan+Deniz suyu (DS)) kısmı alınarak 20 lt'lik deniz suyu dolu olan akvaryuma boşaltıldı. Bu akvaryumdan 2 tane (replike) hazırlandı.

Petrol+Deterjan=Dispers Olmuş Petrol(emülsiyeye kısmı alındı)

Dizel (Dizel+Deniz Suyu) Solüsyonu Hazırlama: 100 ml dizel alındı 200 ml deniz suyu ile 3 gün karanlık ortamda karıştırıldı. Üstte kalan karışmamış mazot atılarak altta kalan su+mazot karışımından (yaklaşık 95 ml mazot+su karışımı) alınarak 20lt'lik deniz suyu dolu olan akvaryuma aktarıldı. Bu akvaryumdan 2 tane hazırlandı.

Deneyin Yapılışı: Deney seti kurulduktan sonra her bir akvaryuma, daha önceden aklimatize edilmiş midyelerden 25 adet midye konuldu, ve deney başlatıldı. Deney süresince her gün akvaryumlardan 5'er adet midye alındı, alınan ve akvaryumda kalan midyelerin ölü olup olmadığı kontrol edildi (kabuklarının açık olup olmadığına bakılarak)

ve analize kadar -40°C 'de saklandı. Midye örnekleme 24, 48, 72, 96 ve 120 saatlik sürelerin sonunda yapıldı. Deney tamamlandıktan sonra midyelerin boyları ölçülerek, etleri kabuklarından ayrıldı ve yine -40°C derin dondurucuda analize kadar bekletildi.

Dizel Analizi: Derin dondurucudan çıkartılan örneklerin buzları eriyinceye kadar bekletildi ve fazla suyu huni yardımıyla akıtıldıktan sonra 5 midyenin et ağırlığı tartıldı.

Kompozit örnekten 10gr alındı ve susuz sodyum sülfat ile hem suyu alındı hemde parçalandı ve un haline getirildi. İstenilen duruma geldikten sonra timble'lara aktarıldı. Timble'lara konan örnekler pens yardımı ile soksletlerin içerisine yerleştirildi. Soksletlerin alt kısmındaki balonlara 200 ml n-hekzan eklendi.



Şekil 14. Midyelerin hazırlanması



Şekil 15. Mantolu ısıtıcının hazırlanması

Mantolu ısıtıcı, en az 7 saat ve her saatte ortalama 4 kez sifon yapacak şekilde çalıştırıldı. Deneyin sonunda ekstraktlar (kaynatarak etten solvante geçen midyenin organik kısmı) dolapta muhafaza edildi. Daha sonra, blanktan başlayarak (en temizden en kirliye doğru olacak şekilde) tek tek en az 30 dk olacak şekilde rotary-evaporatörde solventler uçurularak örnekler 50 ml'ye kadar konsantre edildi.



Şekil 16. Rotaryevaporatörün çalıştırılması

EOM (Ekstrakte Edilebilir Organik Madde (mg/ml))Tayini: Daha sonra her bir örnekten 5 ml alınarak aliminyum kaplara kondu ve oda sıcaklığında solventin uçması sağlandı. Sabit tartıma gelen kaplar tekrar tartılarak EOM miktarı belirlendi.

$$\text{EOM(mg/g)}:((\text{dara/extract-dara}) * V_t / 10 \text{ml} * \text{örnek miktarı(g)}) * 1000$$

KD: Kabın darası

Tank Suyunda Spektroflorometrik Dizel Analizi: Kontrol grubunda sadece 1 adet tank kullanıldı. Tanklardaki deniz suyunda dizel miktarını tayin etmek için 2,5 lt. örnek alındı ve 50 ml hekzan ile en az 10 dk. çalkalandı. Daha sonra ayırma hunisine alınan karışım bir süre bekletildi, alttaki su fazı atıldı, üstteki hexan fazı 50 ml'lik şişelere alındı. Örnekler, spektroflorometrik analiz için dolapta +4°C'de bekletildi.

Dizel (mazot) standartının Hazırlanması: 1 ml Dizel/100 ml hekzan ile stok solüsyon hazırlandı. Stok solüsyondan 0,5 ml alınıp 100 ml'ye hekzan ile tamamlandı. Daha sonra ara stoktan 250µl/3500ml hekzan ile çalışma standardı hazırlandı. Çalışma standardı:

Stok solüsyon 3500 µl (250 µl Benzin + 3250 µl Hekzan)

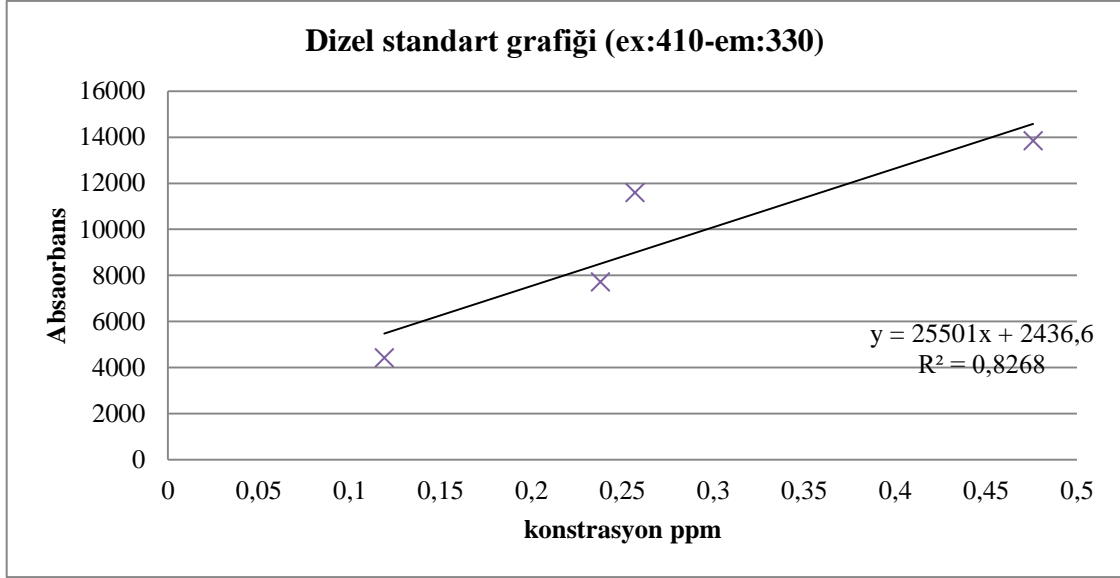
X=0,119 ppm (100 µl/3000 µl)

X=0,238 ppm (200µl/3000 µl)

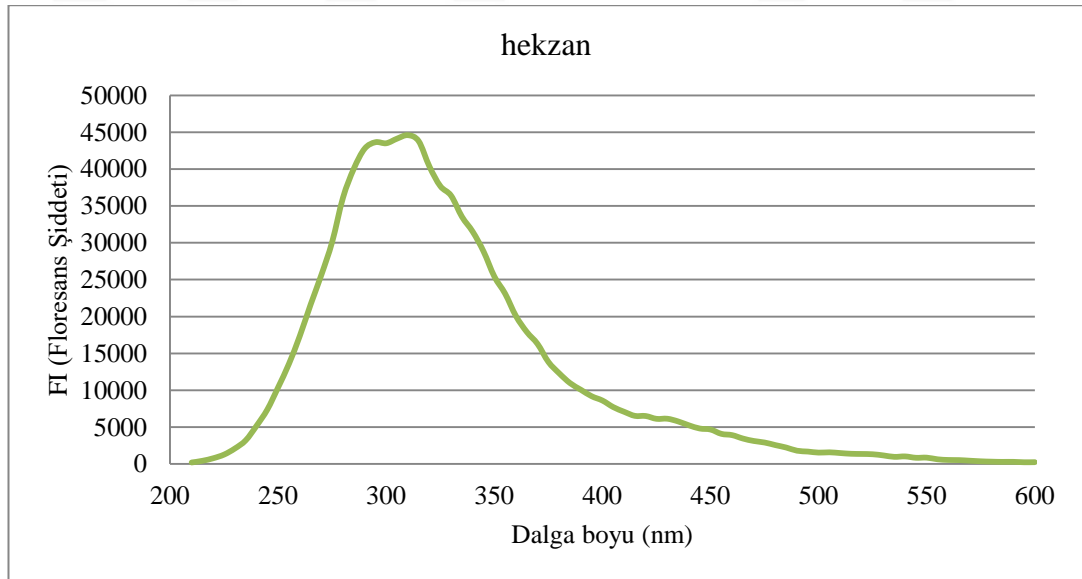
X=0,257 ppm (300 µl / 3000 µl)

X= 0,476 ppm (400 µl/ 3000 µl)

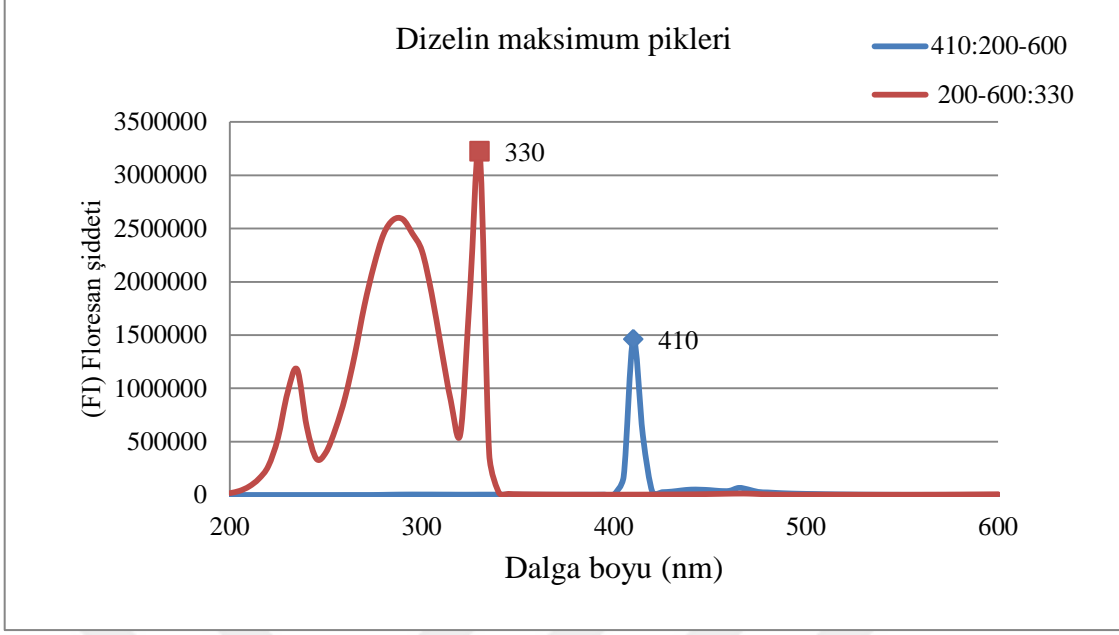
Dizel standart hekzan	Konsatrasyon (dizel (ppm))	excitation:330/emission:411- blank	excitation:410/emission:330
100/3000	0,119	3317894,8	464,1
200/3000	0,238	1099544,8	4879,3
300/3000	0,257	398584,8	8164,6
400/3000	0,476	321651,8	12051,3
			14303,9



Spektroflorometrede farklı dalga boylarında ölçüm yapıldı. En uygun senkronizasyon midye için 410-330 arasında bulundu (Şekil 17) Bu değerler hesaplama da kullanıldı. Hekzanın 200-600 nm deki dağılımı çıkarılarak dizel piklerine girişim yapmadığı görüldü (Şekil 18).



Şekil 17. Hexanın 200-600nm'deki spektrumu



Şekil 18. Dizelin maksimum pik verdiği farklı dalga boyuları

3. SONUÇLAR

3.1. Suda ve Midyede Dizel Konsantrasyonu

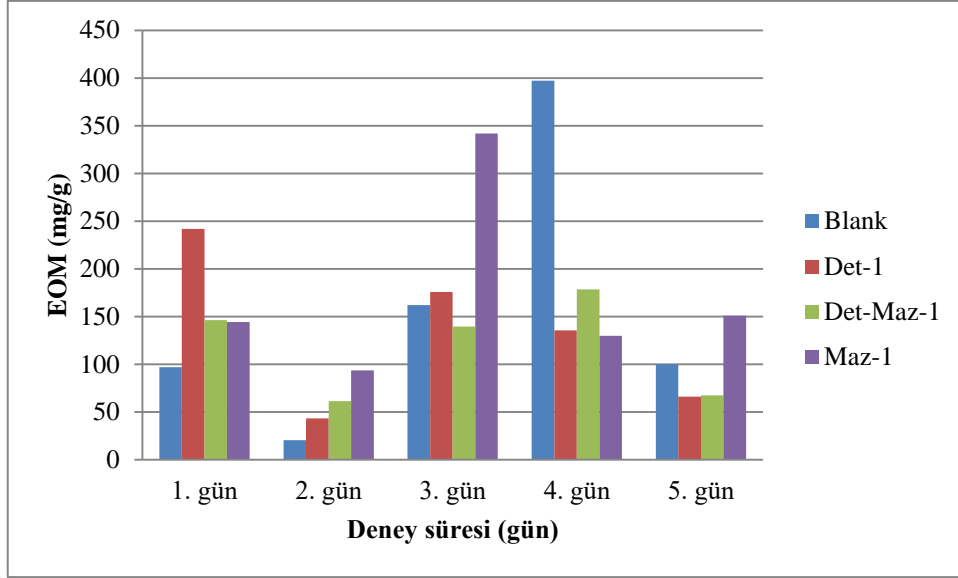
Midyenin kompozit örnek hazırlandıktan sonraki ağırlıkları ve kompozit örneklerde ölçülen EOM miktarları Tablo 5-6'da sunulmuştur. EOM ve ağırlık miktarı beşinci günün sonunda başlangıç miktarının oldukça altına düşmüştür. Bunun nedeni, midyelerin deney süresince beslenmemesi olarak değerlendirilmiştir (Şekil 19).

Tablo 5. Kompozit midye ağırlığı (gr)

Örnek adı	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün
Blank	5,1	10,2	13,5	13,7	7,7
Det-1	6,2	6,2	10,6	8,1	4,5
Det-2	5,9	2,4	4,7	5,9	6
Det+Diz-1	4,7	5,4	5,4	11,8	4,5
Det+Diz-2	5,5	5	7,6	7,3	4,5
Diz-1	7,4	6,6	11	8,8	4,7
Diz-2	5,5	9,1	6,7	6,4	5,5

Tablo 6. Midyedeki ekstrakte edilebilen organik madde miktarı (EOM) (mg/ml)

Örnek adı	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün
Blank	96,9	20	162	397,3	100,1
Det-1	-	135,6	70,5	129,6	72
Det-2	241,9	27	221,4	141,6	60
Det+Diz-1	188	35	243,2	247,8	63
Det+Diz-2	104,5	112,2	154	109,5	72
Diz-1	74	79,84	73,7	132	197,4
Diz-2	214,5	44,91	562,8	128	104,5

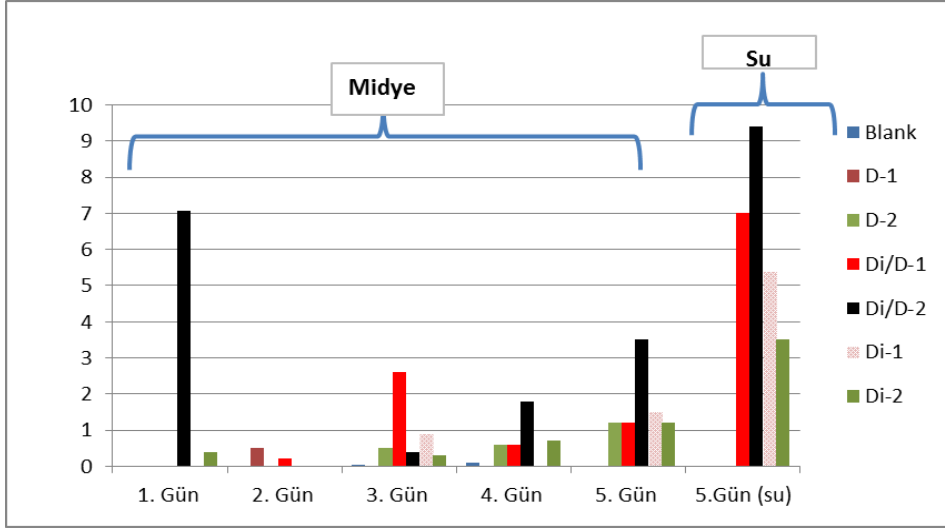


Şekil 19. EOM miktarının zamansal değişimi (mg/g)

Akvaryum suyunda ve midyenin etinde biriken dizel konsantrasyonu beş gün süreyle ölçülmüştür. Midyedeki birikimin değişimi Tablo 7’de ve Şekil 20’de gösterilmiştir. Akvaryum suyunda dizel konsantrasyonu sadece Dizel/Deterjan ve Dizel akvaryumlarında ölçüm sınırlarının üzerinde ölçülürken, blank ve deterjan akvaryumlarında beşinci günün sonunda ölçüm sınırlarının üzerinde bir konsantrasyona rastlanmamıştır.

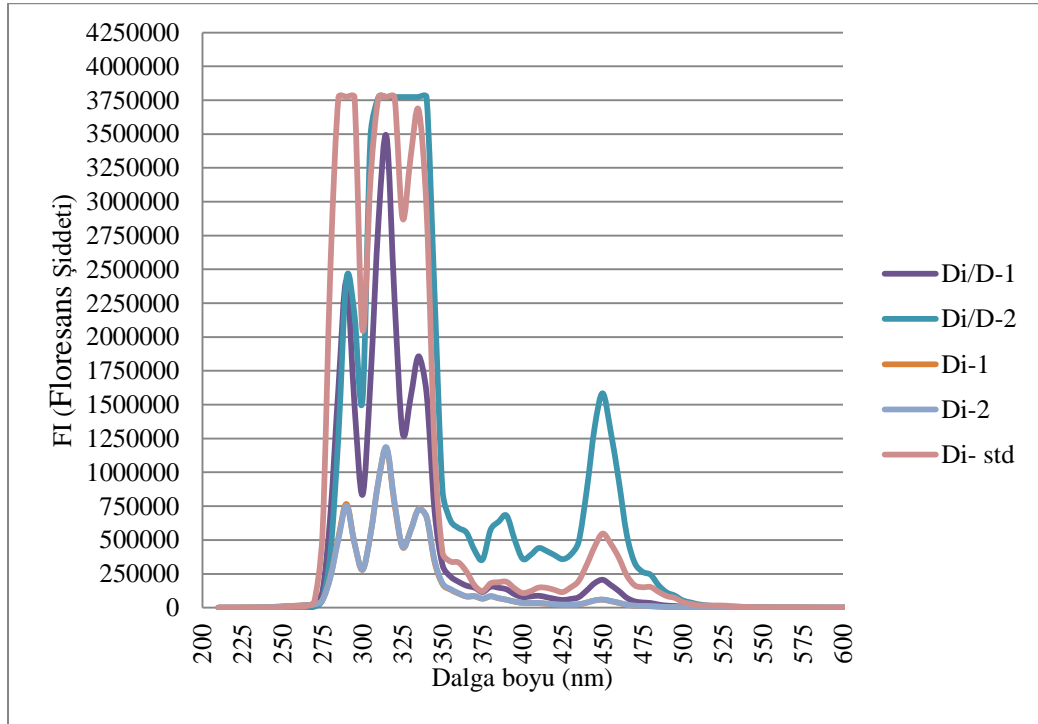
Tablo 7. Midyelerde ölçülen dizel konsantrasyonunun ve sudaki dizel konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi

Örnek adı	Suda (Dizel) ($\mu\text{g/ml}$)	Midyede Dizel($\mu\text{g/g}$)				
	5. gün	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün
Blank	0	0	0	0,02	0,1	0
Det-1	0	-	0,5	0	0	0
Det-2	0	0	0	0,5	0,6	1,2
Det+Diz-1	7,0	0	0,2	2,6	0,6	1,2
Det+Diz-2	9,4	7,07	0	0,4	1,8	3,5
Diz-1	5,4	0	0	0,9	0	1,5
Diz-2	3,5	0,4	-	0,3	0,7	1,2



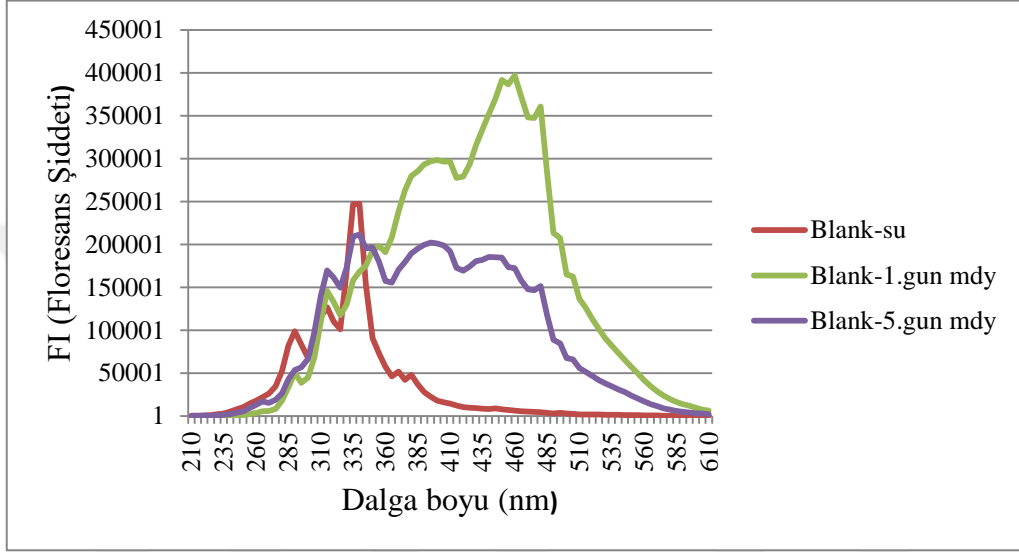
Şekil 20. Suda ve midyedeki dizel konsantrasyonunun zamana göre değişimi

Deniz suyunda dizel, disperse dizel ve dizel standartının 200-600 nm deki dağılımı Şekil 21’de sunulmuştur. Grafikte, dizel standartında olmayan 450 nm deki pikin varlığı dikkat çekicidir. Bu dalga boyunda gelen metabolitin dizelin parçalanma ürünü olduğu düşünülmüştür.



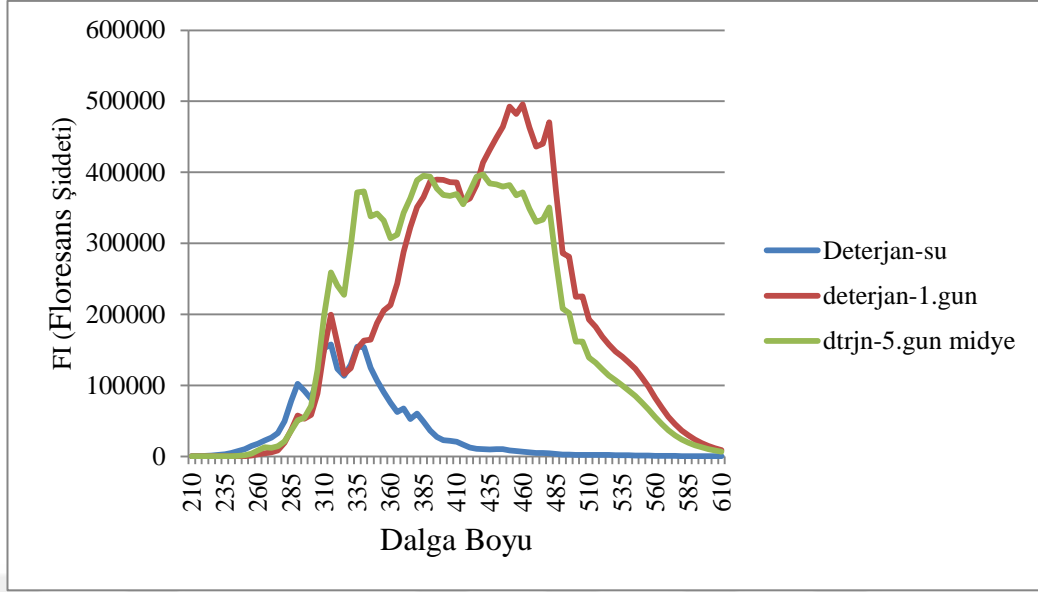
Şekil 21. Dizel standartının ve akvaryum suyunda dizel, disperse dizelin 200-600nm de taranması

Deneyin birinci günü ve beşinci gününde blank akvaryumun suyunda ve midyedeki 200-600nmdeki tarama sonucu Şekil 22’de görülmektedir. Suda beşinci günün sonunda ölçülen maksimum dizel piki 335 nm’de görülmüştür. Midyede 1.günde maksimum pik, sudaki maksimum pik ile örtüşürken, 5.gündeki maksimum piklerin 460-480 nm arasında olduğu gözlenmiştir.



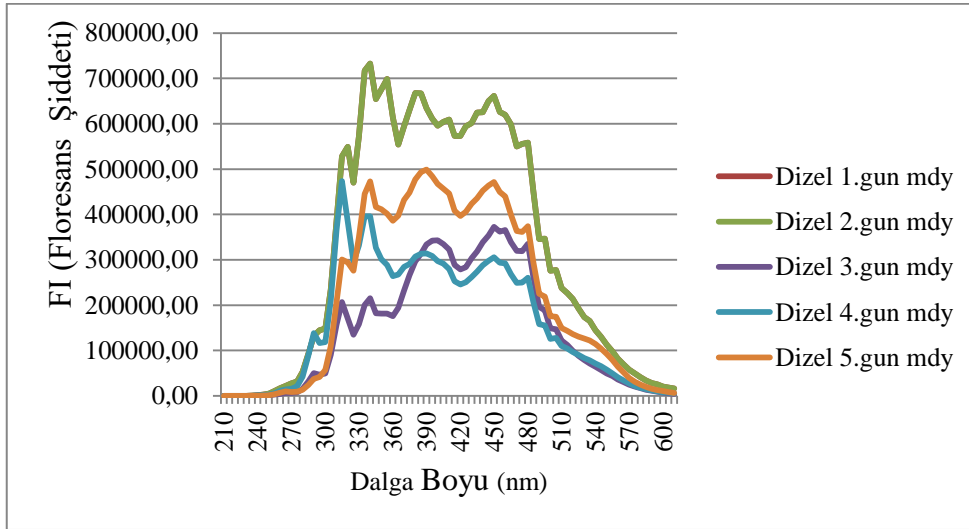
Şekil 22. Blank su ve blank midye 1. ve 5. günler arası değişimi

Deterjan eklenen akvaryumlardaki su ve midyedeki durum Şekil 23’de gösterilmiştir. Deterjan-suyun 200-600 nm arasında maksimum pikler 310-350 arasında iken midyenin 1.gününde maksimum pik 460-510 arasında gelirken 5. günde 335-510 nm arasında gelmiştir. Bu dalga boyları arasında gelen piklerin sadece dizele ait olmadığı ancak canlıdaki diğer girişim yapan maddeler olabileceği düşünülmektedir

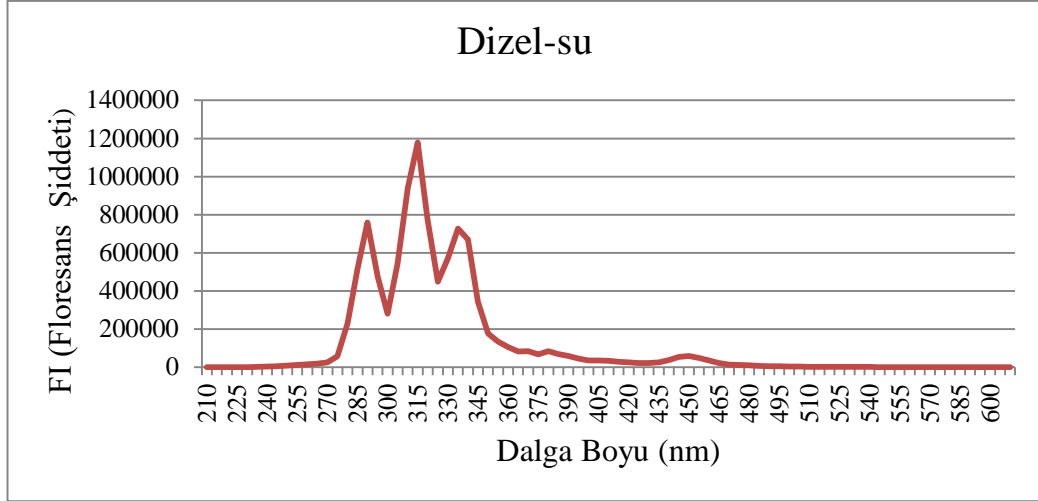


Şekil 23. Deterjan su ve deterjan midye 1. ve 5. günler arası değişimi

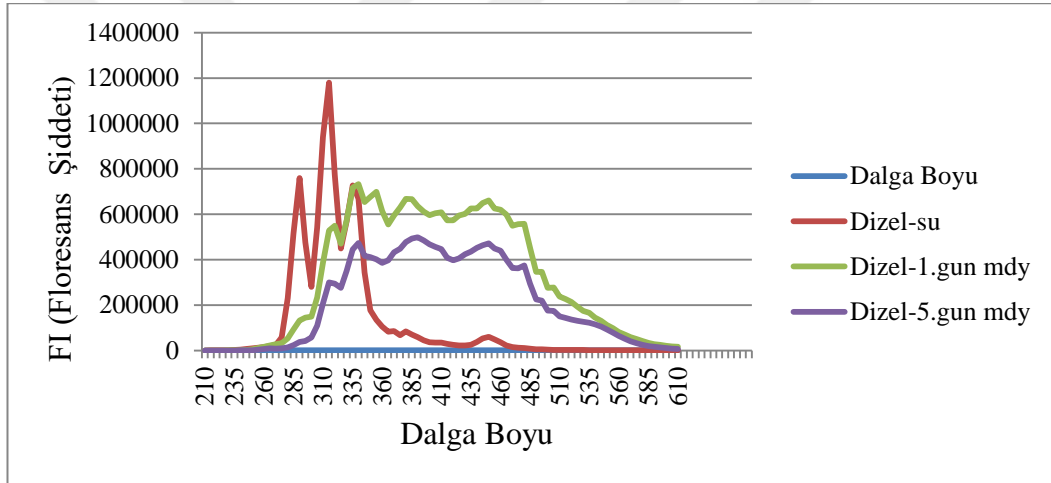
Dizelin midyedeki farklı dalga boylarında farklı günlerdeki tarama sonucu Şekil 24'de sunulmuştur. Tarama sonucunun zamana bağlı değişimine bakıldığında 285-510 nm arasında bulunan dizel bileşiklerinin midyede birikim gösterdiği söylenebilmektedir.



Şekil 24. Midyedeki dizelin dağılım davranışı



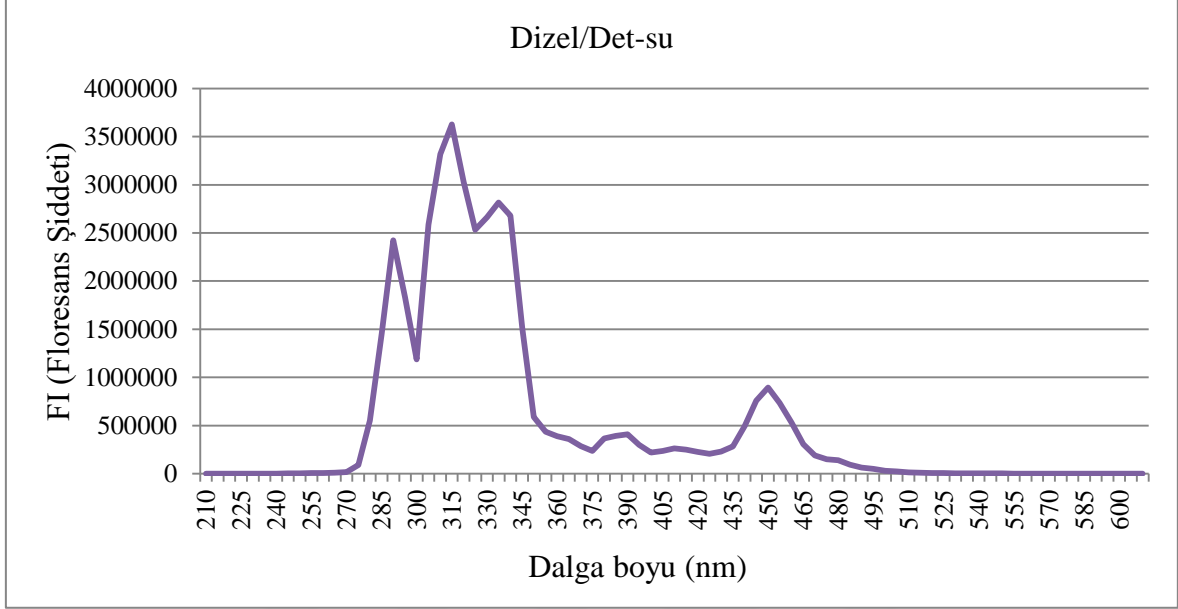
Şekil 25. 200-600 nm dalga boyları arasında dizel suyun zamana bağlı değişimi



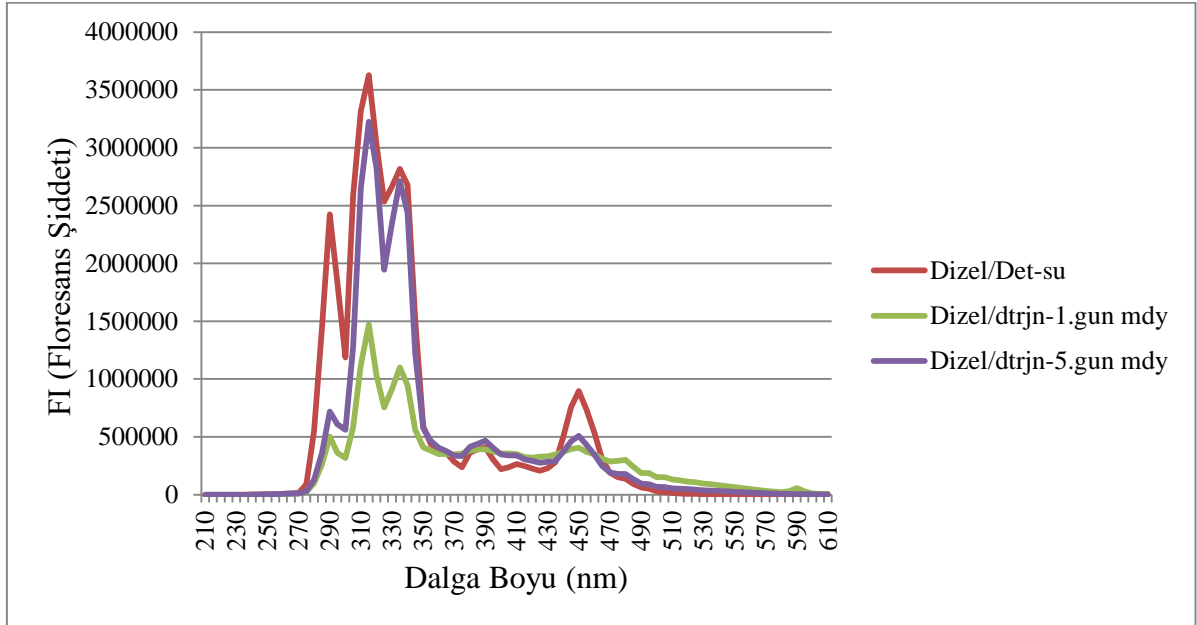
Şekil 26. Dizel su ve dizel midye de dizelin zamana bağlı değişimi

Midyedeki disperse edilmiş dizel (Deterjan+dizel) ile dizele maruz bırakılmış midyelerdeki birikim karşılaştırıldığında disperse edilmiş dizelin midyedeki birikiminin daha fazla olduğu ve bu birikim zamana bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Dispers edilmiş dizelin (deterjan+Dizel) 5.günde sudaki tarama sonucunda maksimum pikler 290, 315, 335, 450 nm'lerde görülmüştür. Dispers edilmiş dizel ile muamele edilen midyelerin 1.Gününde ve 5.Günündeki tarama sonuçlarında da aynı dalga boylarında maksimum pikler elde edilmiştir. Midye etindeki birikim birinci gün sudaki miktardan az olmasına rağmen, 5 günde birikim nedeniyle miktarsal olarak sudaki değere yakın bir değer gözlenmiştir. Dispers edilmiş petrolün buharlaşarak sudan uzaklaşmaması nedeniyle hem

sudaki konsantrasyonu çok değişmemekte hemde canlıdaki birikiminin arttığı gözlenmiştir (Şekil 27-28).



Şekil 27. Dispers edilmiş dizelin sudaki 200-600nmdeki tarama sonucu



Şekil 28. Dizel-Deterjan su ve dizel deterjan midye de dizelin zamana bağlı değişimi

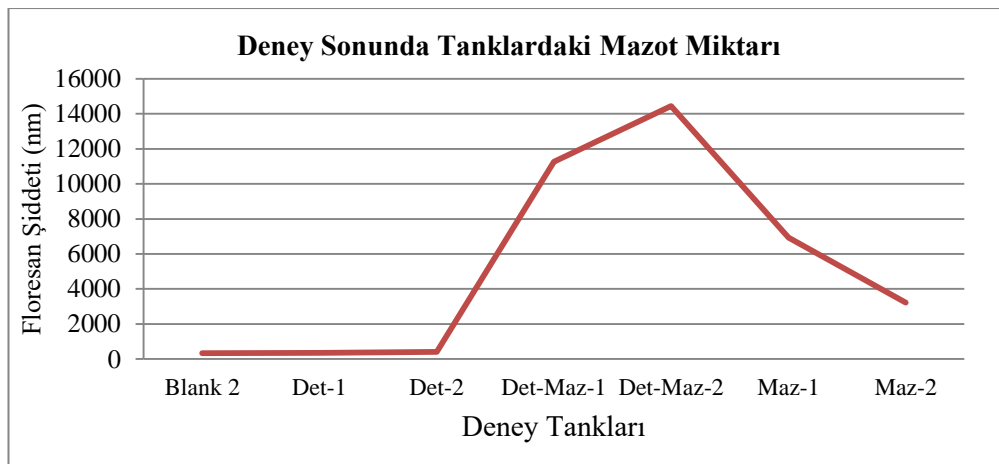
4. TARTIŞMA

Geçmişten günümüze insanoğlunun yapmış olduğu hızlı üretim bilinçsiz çevre kullanımına neden olmuş, bunun sonucunda hem doğal çevrede hem desosyo-ekonomik çevrede tahribatlar meydana gelmiştir.

Teknolojinin gelişmesi insan yaşam kalitesini artırmış ve köylerden kentlere çok daha fazla insanın göç etmesine neden olmuştur. Şehirleşmenin artması ile kentlerde görülen çevre sorunları kaçınılmaz hale gelmiştir. Endüstriyel atıklar, tarımda kullanılan ilaçlar, çöpler, evsel atıklar gibi çevreye gelişi güzel bırakılan kimyasallar çevrenin ayrılmaz parçaları olan hava, su ve toprağın yapısını bozmuştur.

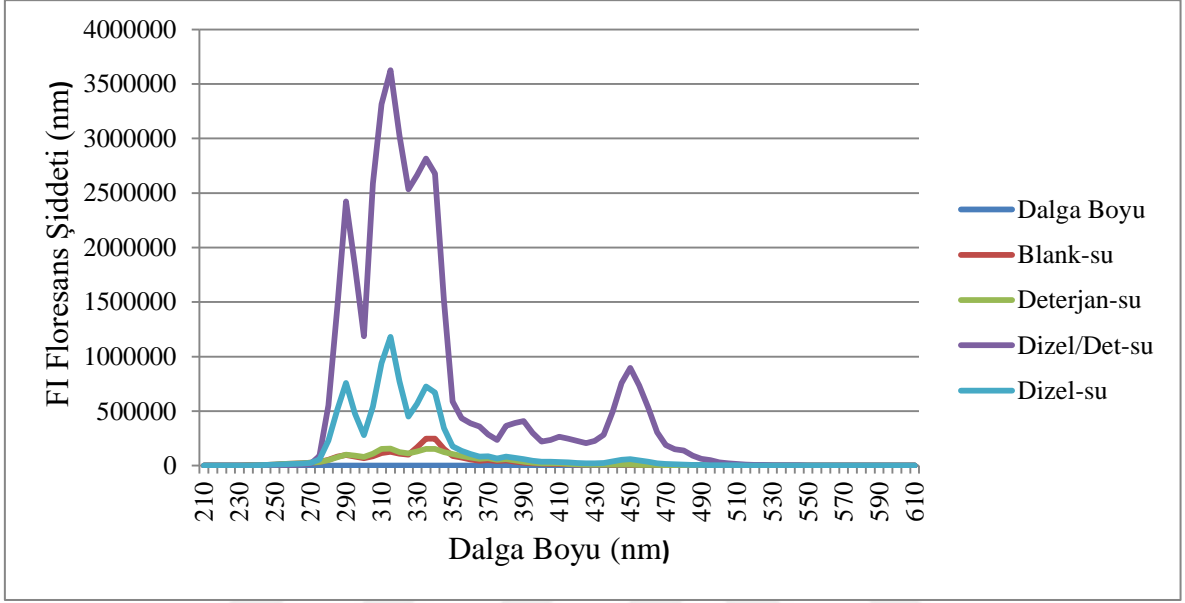
Ekosistemin bir parçası olan denizlerde meydana gelen petrol kirliliği çok yönlü bir sorun olmakla birlikte ciddi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bu çalışmada denizlere kaçak yada dolum sırasında dikkatsizce dökülen dizelin parçalanması ve görünmez hale getirilmesi için kullanılan deterjanın (Dispersant olarak) denizel ekosistemdeki canlılar üzerindeki zararlı etkilerini göstermek amacıyla hazırlanmıştır.

Laboratuvar şartlarında kurulan sistemde deniz suyundan ve temizlenen midyelerden gelen kirliliği kontrol etmek amacıyla Blank adını verdiğimiz kontrol grubu oluşturulmuştur. Akvaryumlar yan yana üstü açık bir şekilde konumlandırılmış olduklarından dizelin hem kontrol grubunda bulunan suda hemde deterjan grubuna havadan bulaştığı yapılan spektroflorometrik çalışmalar sonucunda teyit edilmiştir.

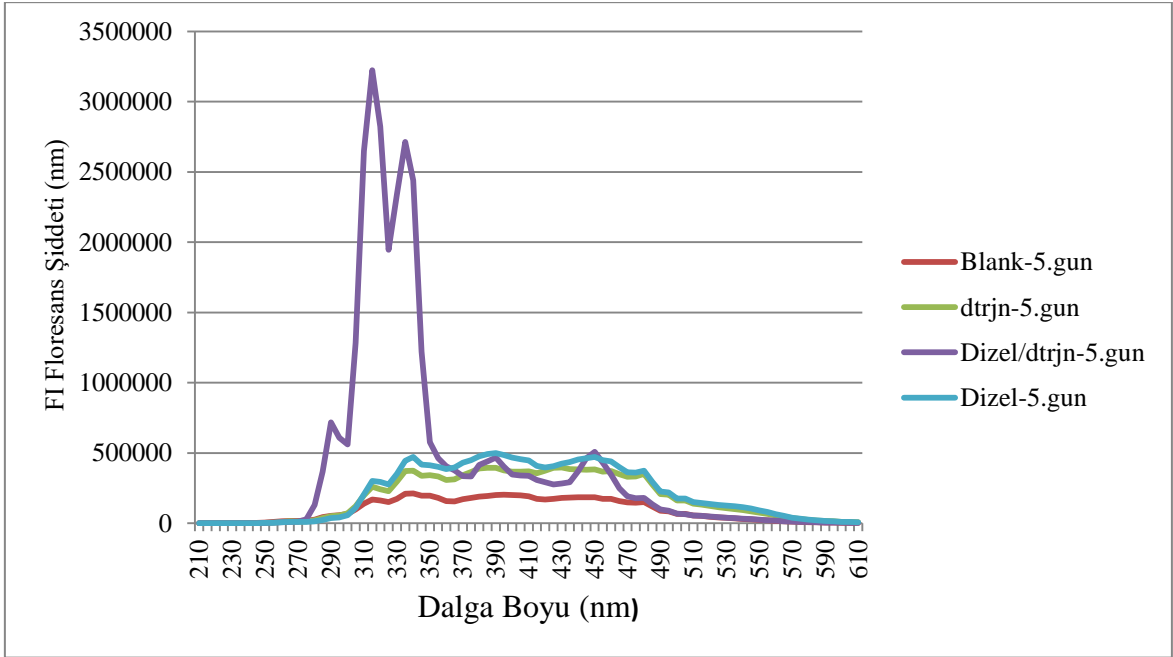


Şekil 29. Deney sonrası tanklardaki mazot miktarı

Midyelerde 5. Günün sonuna kadar yapılan çalışmalarda sadece mazotun bulunduğu akvaryum grubunda mazotun 1-3. Günler arasında midye etinde azaldığı 3. Günden sonra 5. Güne kadar midye etinde arttığı görülmüştür.



Şekil 30. Deney sonlandırıldıktan sonra akvaryumlarda kalan dizel miktarı



Şekil 31. Deney süresince zamana bağlı olarak değişen Deterjan+dizel tankındaki midyelerde ölçülen dizelin 200-600nm dalga boyu arasında tarama sonucu

Deney süresince 5. Günün sonunda sadece mazotun bulunduğu akvaryum da mazot miktarı azalırken disperse edilmiş dizelin sudaki miktarının arttığı gözlemlenmiştir.

Dispers edilmiş dizelin midyeye geçişi/birikimi disperse edilmemiş mazota göre çok daha fazla bulunmuştur. Midyede deney süresince dizel birikimi mazot tankında azalan miktarda tespit edilmişken mazot/deterjan tankındaki midyelerde birikim 4. güne kadar artmış 5.günde azalmıştır.

Bentik organizmalar, yaşam süreçlerinin büyük bölümünü deniz dibi zemini üzerinde veya zeminioluşturan sedimentler içerisinde gömülü olarak geçirirler. Bu çeşit organizmalar genellikle suyu filtre eden veya sediment içerisinde çökelmiş olarak bulunan maddeleri süzen canlılar olarak, kirleticilerin vücut dokularında birikimine açıktırlar. Bu nedenle gerek petrol kirlenmesi, gerekse diğer kirlenme şekillerinde uygulanan etki-tepki araştırmalarında, bu tür organizmalar büyük rol oynarlar. Suyun filtrasyonu sürecinde bu tür canlılar, su içerisinde dispersiyon ve süspansiyon veya sudaki diğer maddeler tarafından absorbe edilmiş durumdaki petrolü alırlar. Bu etkiler özellikle tür zenginliği ve biyomas yoğunluğunun en fazla olduğu litoral bölgede, 25-50m arasındaki derinliklere kadar olan alanda sık olarak gözlenmektedir. Yapılan deney ve gözlemler, *Mytilus edulis* (midye) türü yumuşakçalarda petrol hidrokarbonlarının biriktiğini ortaya koymaktadır [65].

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; W.A. Farida ve diğ.,(2011) dispersant (Corexit 8666) ile yaptığı çalışmada dispers edilmiş petrol tüm türler için çok toksik olduğunu belirtmiştir. Sadece hampetrolyada sadece dispersant toksisitesi her zaman dispers edilmiş petrolden daha az bulunmuştur [66].

Gardiner ve diğ., (2013) ham petrolün doğal şartlarda parçalanmasıyla dispersant ile parçalanması sonucunda oluşan toksisitesi karşılaştırılmış ve sonuç olarak kimyasal ile (dispersant, Corexit 9500) parçalanmış ham petrolün kopepod, balık türleri için daha fazla toksik etki gösterdiği bildirilmiştir [67].

Bivalvielerde petrol sızıntısına maruz kalmanın subletal etkilerini değerlendirmek için Hyun-Min Hawang ve diğ.,(2014) ile yaptığı çalışmada PAH'ların lizozomal membran dengesizleşmesine neden olduklarını ortaya çıkarmışlardır [68].

Torrey Canyon: 18 Mart 1967 yılında meydana gelen kazada Liberya bayraklı ve 119.000 ton ham petrol yüklü Torrey Canyon tankeri Scilly Adaları ile İngiltere sahili arasında karaya oturmuştur. İngiltere ve Fransa sahilleri kirlilikten etkilenmiş, kirliliğin azaltılması için tonlarca çökeltici (dispersant) kullanılması denizi ham petrolden daha çok zehirlemiştir [69].

5. ÖNERİLER

Acil durumlarda dispersant kullanımı çevreye fayda sağlayabileceği gibi zarar da verebilmektedir. Dispersant kaynaklı deniz kirliliği mi kaynaklı deniz kirliliği uygulamadan önce dengeli bir değerlendirme yapabilmek için birçok durumda net çevresel ve ekonomik faydalar göz önünde bulundurularak ulusal yetkililer ile görüşmek ve dispersantların gelişigüzel kullanımının yasal bir çerçeveye oturtulmasını sağlamak gerekmektedir.

Belirli bir dökülme halinde balık stoklarında, kıyı aktivitelerinde, deniz kuşlarında ve deniz yaşamında meydana gelebilecek olumsuz potansiyel etkilerini azaltmak amacıyla yanlış dispersant kullanımı geri dönüşü mümkün olmayan çevresel felaketlere yol açabilmektedir.

Ülkemiz karasularında meydana gelebilecek her tanker/gemi kazası, sondaj veya taşıma işlemleri insan ve yaşadığımız çevre açısından önem arz etmektedir. Denizlerde yaşanan kirlilik ve ortaya çıkabilecek mali sorumluluk ülkenin bütçesini dahi aşabilecek duruma gelebilir. Bu durum hem devletimizi hemde kıyıdaş devletleri olumsuz yönde etkileyecektir.

6. KAYNAKLAR

1. T.C. Resmi Gazete, 18132 sayılı çevre kanununun 2 nolu maddenin değiştirilmesine dair kanun. (18132) 26.4.2006, 499.
2. Türküm, S., Çağdaş Yaşam Çağdaş İnsan, Gürhan CAN, 975-492-769-3, 165-181, T.C. Anadolu Üniversitesi AÖF Yayınları, Eskişehir, 1998.
3. Kışlaoğlu, M. ve Berkes, F., Çevre ve Ekoloji, Remzi Kitapevi, İstanbul, 1993.
4. Karpuzcu, M., Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, 9757663102, 9. Baskı, Kubbealti Neşriyatı Yayınları, İstanbul, 2007
5. T.Ç.S.V., 27, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Ankara, 1991.
6. İşbir, G., E., ve Açma, B., Kentleşme ve Çevre Sorunları, Bülent AÇMA, 975-06-0357-5, 1. Bakı, T.C. Anadolu Üniversitesi AÖF Yayınları, Eskişehir, Ağustos, 2005.
7. T.Ç.S.V., 75, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Ankara, 1991.
8. Keleş, R., ve Hamamcı, C., Çevre Bilim, 368, İmge Kitapevi Yayınları, Ankara, 1993.
9. Uslu, O., ve Türkman, A., Su Kirliliği ve Kontrolü, 4758982, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, Ankara, 1987.
10. Taşatar, B., Topraklarımız ve Toprak Kirliliği, 4588671, 1. Baskı, Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1995.
11. Syed, Ibrahim B., Islamic Research Foundation International, Inc. http://www.irfi.org/articles_51_100/pollution.htm. 2005.
12. Yücel, E., Canlılar ve Çevre, Özata, A., 823-109, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 1083, Eskişehir, 1999.
13. Bilgin, C., Gemi Kökenli Petrol Kirliliğinin Biyolojik Yöntemlerle Giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
14. Baykal, B., B., ve Baykal, M. A., Gemi Kaynaklı Evsel Atıksular ve Gemi Atıksu Yöntemi, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Dergisi, İ.T.Ü. Aralık, 1999.
15. Okur, D., A., Gemi Kaynaklı Deniz Kirliliğinin Önlenmesinde Değişen Yetki Dengeleri Bağlamında Liman Devleti Yetkisinin Artan Önemi ve Liman Devleti Denetimi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2008.
16. Satır, T., Türk Limanlarında Gemilerden Oluşan Deniz Kirliliğini Önleme Konvansiyonu (MARPOL 73/78) Gereklere Uygun Atık Alım Tesisi Kurulması, İşletimi ve Yönetimi İçin Model Geliştirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, 2007.

17. Yiğit, F., Gemi Kaynaklı Kirleticiler ve Trabzon Limanına Gelen Bazı Gemilerin Atıksularının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
18. Çevik, Ü., Uluslararası Denizcilik Sözleşmeleri, 975-511-375-4, 2. Baskı, 108, Birsen Yayınları, İstanbul, 2004.
19. Sakarya, U., Gemi Kökenli Deniz Kirlenmesi, Bitirme Tezi, İ.T.Ü., Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İstanbul, 2004.
20. Yiğit, F., Gemi Kaynaklı Kirleticiler ve Trabzon Limanına Gelen Bazı Gemilerin Atıksularının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
21. Kindt, J., Warren, The Law of the sea: Offshore Installations and Marine Pollution, Peppardine Law Review, 273-311, 1985.
22. GESAMP (Joint Group Of Experts On The Scientific Aspects Of Marine Pollution), IMO/FAO/ UNESCO/WMO Gibi Bir Çok Örgüt Tarafından Himayeciliği Yapılan ve Bu Örgütler Tarafından Atanmış Uzman Bilim Adamlardan Oluşan Bir Danışma Organıdır. 1990 Raporuna Göre Bu Oran %1'dir. Bu Konuda Daha Ayrıntılı Bilgi İçin Bkz., Dn. 24.
23. GOOS (Global Ocean Observing System): A Stratejik Plan for the Assessment and Prediction of the Health of the Ocean: A Module of GlobalOcean Observing System, İntergovernmental Oceanographic Commission (IOC/INF-1044), Unesco, Paris, May 1996.
24. Hoch, M., <http://www.pbs.org/newshour/rundown/2010/08/new-estimate-puts-oil-leak-at-49-million-barrels.html>, 03.04.2011.
25. Machlis, G. E., ve McNutt, M.K., Scenario-Building for the Deepwater Horizon Oil Spill Science, 329, 2010, 1018-1019.
26. Kastan, K., Meksika Körfezi Petrole Bulandı, <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,5512795,00.html>, 27.4.2010.
27. Martı'nez-Go'mez, C., Vethaak, A. D., Hylland, K., Burgeot, T., Ko'hler, A., Lyons, B.P., Thain, J., Gubbins, M.J. and Davies, I.M., A Guide to Toxicity Assessment and Monitoring Effects at Lower Levels of Biological Organization Following Marine Oil Spills in European Waters. ICES Journal of Marine Science. 67,6,(2010) 1105-1118.
28. BPWAOS (BP leak the world's worst accidental oil spill) <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/energy/oilandgas/7924009/BP-leak-the-worlds-worst-accidental-oilspill.html>, 05.05.2013.
29. Jervis, R., ve Levin, A., http://usatoday30.usatoday.com/news/nation/2010-05-27-oil-spill-news_N.htm?csp=34news, 06.05.2013.
30. Kerr, R., A Lot of Oil on The Loose, Not So Much to Be Found Science., 329 (5993) August 2010, 734-5.

31. Welch, W. ve M., Joyner, C., http://usatoday30.usatoday.com/news/nation/2010-05-25-oil-spill-victims-memorial_N.htm, 06.05.2013.
32. DWHWG (Deepwater Horizon Benthic Communities Technical Working Group), Study Plan for NRDA-Phase II Project. Deepwater Sediment Sampling to Assess Post-Spill Benthic Impacts from the Deepwater Horizon Oil Spill, 2011.
33. <http://www.nwf.org/News-andMagazines/National-Wildlife/Birds/Archives/2010/Oil-Spill-Birds.aspx>, 04.05.2013.
34. Juhasz, A., Investigation: Two Years After the BP Spill, A Hidden Health Crisis Festers, <http://www.thenation.com/article/167461/investigation-two-years-after-bp-spill-hidden-health-crisis-festers#> 04.05.2013.
35. Trannum, H. ve Bakke, T., Environmental Effects of the Deepwater Horizon Oil Spill-Focus on Effects on Fish and Effects of Dispersants, 2012.
36. Attkisson, s., Unknown Substance Leaking from Deepwater Horizon Site, http://www.cbsnews.com/8301-201_162-57566991/unknown-substance-leaking-from-deepwater-horizon-site/ 04.05.2013.
37. <http://www.theatlantic.com/national/archive/2013/04/three-years-after-the-bp-spill-tarballs-and-oil-sheen-blight-gulfcoast/275139/> Accessed: 07.05.2013.
38. Goodbody-Gringley, G., Wetzel, D.L., Gillon, D., Pulster, E., Miller, A. ve Ritchie, K.B. Toxicity of Deepwater Horizon Source Oil and the Chemical Dispersant, Corexit 9500, to Coral Larvae. Plos One., 2013.
39. Samsunlu, A., Deniz Kirliliği ve Kontrolü, İ.T.Ü., Yayınları No. 1555, İstanbul, 1995.
40. <http://www.itopf.com>, 2003.
41. International Tanker Owners Pollution Federation Ltd., Response to Marine Oil Spills, Witherby& Co, Ltd., London, 1986.
42. <http://wwz.cedre.fr/en/Our-services/Response/Equipment-products> 2015.
43. <http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Clean-up/Spill-response-products/Dispersants> 06.05.2014.
44. Baker, M., J., Dispersants and Their Role in Oil Spill Response (IPICEA), 2. Edition United Kingdom, 2001.
45. <http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Clean-up/Spill-response-products/Sorbents> 05.05.2014.
46. <http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Clean-up/Spill-response-products/Dispersants> 06.05.2014.

47. Alexander, M., Biodegradation and Bioremediation Condedition, Academic Press NewYork, 1999. Frazar, C., The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites, National Network of Environmental Studies (NNEMS) 2000.
48. Strong, P., J. ve Burgess, J., E., Treatment Methods for Wine-Related ad Distillery Wastes: a rewiw. Bioremediation Journal, 12 (2008) 70-87.
49. <http://www.itopf.com/stats.html> 15.12. 2002.
50. Fabregas J., Herrero C., ve Veiga M., Effect of oil and dispersant on growthand chlorophyll a content of the marine microalga *Tetraselmis suecica*, Appl. Environ. Microbiol., 47, (1984) 445-447.
51. Chan K. ve Y., Chiu S. Y., The effects of diesel oil and oil dispersants on growth, photosynthesis, and respiration of *Chlorella salina*, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 14, 325–331. 1985.
52. Ediger, D. ve Telli Karakoç, F. ve proje personeli., Ulusal ve Bölgesel Acil Müdahale Planlarının Oluşturulması Proje Raporu. Dispersant Uygulama Kitapçığı, 108, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. TUBİTAK-MAM, Gebze Kocaeli, 2010.
53. Dispersants Surface Application Good Practice Guidelines For Incident Management and Emergency Response Personnel IPIECA ((International Petroleum Industry Environmental Conservation Association)-IOGP (The International Association Of Oil & Gas Producers) June 2015.
54. Lutz, A. R., Raft Culture, Mussel Aquaculture in the United States, 1987.
55. Bilecik, N., The Culture of Mussel (in Turkish). Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 2, Bodrum, 1989.
56. Aras, N. M., Kocaman, E. M. ve Aras, M. S., Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığının Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 216, Erzurum, 2000.
57. Lamarck, J . G., *Histoir Naturelle des Animaux sans Vertebres*, Paris,1819.
58. <http://www.quickwiki.com/en/Bivalvia9/3-2007>. 15.03.2016.
59. Uysal, H., Biological And Ecological Studies On Mussel “*Mytilus galloprovincialis-Lamarck*” Disturubuted In Turkish Coats, (in Turkish). E.Ü.F.F. İlmî Raporlar Serisi No:79, Biyoloji 53, Bornova, İzmir, 1970.
60. Seed, R. ve Suchanek, T.H., Population and community ecology of *Mytilus*, Gosling, E. *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, New York, 87-157, 1992.
61. Gosling, E.M., Systematics and geographic distribution of *Mytilus*. Gosling,E. *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, 1-17.NewYork, 1992.

62. Bayne, B.L., Widdows, J. ve Thompson, R.J., Physiology: I. Bayne, B.L.(Ed.). Marine Mussels: Their Ecology And Physiology. Cambridge University Press. 122-159. 1976.
63. Stirling, H.P. ve Okumus, I., Growth and Production Of Mussels (*Mytilusedulis L.*) Suspended At Salmon Cages and Shellfish Farms In Two Scottish Sea Lochs. Aquaculture, 134: 193-210, 1995.
64. Artüz, M. L., Petrol Kirlenmesi Açısından Denizlerimizde Durum, MBB Natural Resources, 12 / 1., 1991.
65. W.A. Farida ve H.T. Al-Saadband A.H.Y. Al-Adhubc, Toxicity of Oil And Dispersant Mixtures to Several Species Of Molluscs Collected From Shatt Al – Arabriver. Marsh Bulletin 6,2, 2011,134-147, 2011.
66. William W. Gardiner, Jack Q. Word, Jack D. Word, Robert A. Perkins, Kelly M. Mcfarlin, Brian W. Hester, Lucinda S. Word, and Collin M. Ray. The Acute Toxicity Of Chemically And Physically Dispersed Crude Oil To Key Arctic Species Under Arctic Conditions During The Open Water Season. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 32, No. 10, 2284–2300, 2013.
67. Hwang H.M., Stanton B., Mcbride T. and Anderson M. J., Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Body Residues and Lysosomal Membrane Destabilization In Mussels Exposed To The Dubai Star Bunker Fuel Oil (Intermediate Fuel Oil 380) Spill In San Francisco Bayenvironmental Toxicology And Chemistryvol. 33, No. 5, 1117–1121, 2014.
68. Neuparth, T., Moreira, S. M., Santos, M.M., ve Henriques, M.A., “Review of Oil and HNS Accidental Spills in Europe: Identifying Major Environmental Monitoring Gaps and Drawing Priorities”, Marine Pollution Bulletin Publication No: 64, 1086-1089 2012.
69. Neuparth, T., Moreira, S. M., Santos, M.M. ve Henriques, M.A., Review of Oil and HNS Accidental Spills in Europe: Identifying Major Environmental Monitoring Gaps and Drawing Priorities, Marine Pollution Bulletin Publication, 64, 1086-1089, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Adıyaman Merkezde doğdu. İlköğretimimi Hatayda ve Orta öğretimimi Antalyada Muratpaşa Lisesinde tamamladım. 2013 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Bölümünden mezun oldum. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başladım.

