

# PETROL DÖKÜNTÜSÜNE MÜDAHALEDE EMİCİ MADDELERİN KULLANIMI

TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

8



# Giriş

Emici malzemeler kazara dökülen bir petrole müdahalede faydalı bir kaynak sağlamaktadır, başka teknikler için uygun olmayan durumlarda petrolün kaldırılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, emici maddelerin özellikle bir müdahalenin maliyetlerine büyük ölçüde katkıda bulunabilen aşırı atık miktarları meydana getirilerek ikincil sorunların en aza indirilmesi gerekmektedir.

Bu kitapçıkta mevcut emici madde türleri ve bir müdahalede faydalı bir şekilde nasıl kullanılacakları göz önünde bulundurulmaktadır. Bu dizideki diğer ITOPF kitapçıklarıyla birlikte, özellikle de engellerin kullanımı, deniz süpürücülerin kullanımı, sahil şeridi temizlik teknikleri ve petrol ve döküntünün bertarafı hakkındaki kitapçıklarla birlikte okunması gerekmektedir.

## Genel Bakış

Petrol emici maddeler suya tercihen petrolün toplanması için tasarlanan çok sayıda organik, inorganik ve sentetik ürünler içermektedir. Bileşimleri ve yapısal düzenlemeleri kullanılan malzemeye ve müdahalede amaçlanan uygulamaya bağlı olmaktadır.

Kazara dökülme müdahalesinde yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte emici maddelerin ikincil kirlenme, geri kazanım, depolama ve bertaraf ile ilişkili büyük ikmal güçlükleri sergileyebilen uygun olmayan ve aşırı kullanımın en aza indirilmesi için dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunların tamamı temizlik çalışmalarının genel maliyetlerine kayda değer bir şekilde katkıda bulunmaktadır. Özellikle de, sentetik emici malzemenin hafifletme işlemlerinde kullanılması gerekmektedir ve sonradan bertaraf sorunlarının en aza indirilmesi için tam kapasitesinde kullanılmasının sağlanması için dikkatli olunması gerekmektedir.

Genel olarak, emici maddeler en etkili olarak sahil şeridi temizliğinin nihai aşamaları boyunca (Şekil 1) ve başka temizlik teknikleri kullanılarak kolay bir şekilde toplanamayan petrolün küçük toplama havuzlarında kullanılmaktadır. Emici maddeler açık denizde kullanıma uygun değildir ve ağır yağ yakıt gibi daha akışmaz petrolle ve bazı emici maddeler akışmaz petrol için özellikle tasarlanmış olmasına rağmen hava etkisiyle aşınmış ve sütsüleşmiş olan petrolle genel olarak daha az etkili olmaktadır.

## Emici maddeler nasıl çalışmaktadır?

Bir malzemenin bir emici madde olarak hareket etmesi için, suya tercihen petrolü çekmesi gerekmektedir, yani hem yağ çeken hem su çeken olması gerekmektedir. Emici malzemeler ya yüzeyde tutma ya da daha az yaygın olarak soğurma sayesinde hareket edebilmektedir. Yüzeyde tutmada, petrol tercihen malzemenin yüzeyine çekilirken emici maddeler petrolü veya toplanacak olan başka bir sıvıyı malzemenin gövdesiyle birleştirmektedir. Kazara dökülen petrol için mevcut olan ürünlerin çoğunluğu yüzeyde tutan malzemelerdir; birkaçı soğurucudur.

## Yüzeyde tutucu maddeler

Sıvılar kılcal damar etkisine benzer bir süreçle katı yüzeyde tutucu bir malzemenin ana kalıbının içerisinde yayılmakta, sızıntı yapmayacağı ve basınç altında sıkılamayacağı bir şekilde şişmesine ve malzemeyle birleşmesine yol açmaktadır. Kirliliğe müdahale için mevcut olan yüzeyde tutucu maddeler hızlı bir şekilde soğurmanın teşvik edilmesi için yüksek bir yüzey alanıyla düzenlenmiş polimerlerden yapılmaktadır. Sıvının yüzey alanını azaltabileceklerinden,



▲ Şekil 1: Suyla yıkama çalışmaları boyunca serbest kalan petrolün toplanması için kullanılan polipropilen emici madde.

yüzeyde tutucu maddeler uçucu ürünlerle kullanılabilir. Yüzeyde tutucu maddeden yapılmış malzemeler kuramsal olarak hafif yağ yakıtları ve bazı ham petrolle toplayabilmekle birlikte soğurma için gerekli olan süre uygulamadakinin veya arzulananından daha uzun olabilmektedir ve sonuç olarak akışmazlığı düşük olan sıvıların ve kazara dökülen kimyasal maddelerin, özellikle de tehlikeli ve zehirli maddelerin ITOPF'un Denizdeki Kimyasal Vakalara Müdahale hakkındaki ayrı kitapçığında tartışıldığı gibi toplanmasına daha uygun olmaktadır. Bu nedenle, kazara dökülen petrole müdahalede yüzeyde tutucu maddelere soğurucu maddelerden daha az yaygın olarak karşılaşılmaktadır.

## Soğurucu maddeler

Kafa karışıklığının en aza indirilmesi için öncelikli odak kazara dökülen petrole müdahalede soğurucu maddelerin kullanımı olduğundan bu kitapçıkta yaygın olarak kullanılan genel terim emici madde olmaktadır. Bir malzemenin petrolü soğurmasına olanak sağlayan çeşitli mekanizmalar aşağıda tanımlanmaktadır.

## Islanma özellikleri

Yüzeyde tutma işleminin başarılı olması için petrolün malzemeyle ıslatması ve bu sayede suya tercihen yüzeyinde yayılması gerekmektedir. Bir sıvı, yüzey gerilimi katı maddenin kritik yüzey geriliminden ( $\gamma_c$ ) daha az olduğunda bir katı maddeyi ıslatacaktır. Bu nedenle, bir emici maddenin gerekli ölçütleri yerine getirmesi için, suyunkinden düşük ve petrolünkünden yüksek bir  $\gamma_c$  değerine sahip olması gerekmektedir. Deniz suyunun yüzey gerilimi yaklaşık

olarak 60-65 mN/m'dir; petrol için değer bileşime bağlı olarak değişiklik göstermektedir fakat alışlageldik biçimde 30 mN/m olmaktadır. Bu nedenle, örneğin 18 mN/m'lik bir  $\gamma_c$  değerine sahip PTFE ne petrol soğuracaktır ne de su, oysa 29 mN/m'lik bir  $\gamma_c$  değerine sahip polipropilen mükemmel bir petrol emici madde haline getirmektedir.

Birçok doğal ve sentetik katı madde uygun  $\gamma_c$  değerlerine sahiptir. Gerekli değere sahip olmayan inorganik katı maddeler istenilen koşulun meydana getirilmesi için ısıtma dâhil olmak üzere çeşitli yüzey işlemleriyle değişikliğe uğratılabilmektedir. Böyle bir ürünün bir örneği pul pul ayrılmış vermikülitir. Birtakım malzemeler için, özellikle emici maddeden köpükler ve gevşek lifler için yağ çeken özellikler başlangıçta ıslatıldıklarında veya petrolle kaplandıklarında geliştirilebilmektedir.

### Kılcal damar etkisi

Bazı malzemelerle, soğurma işlemi kılcal damar etkisi sayesinde meydana gelmektedir. Bu, katı ve sıvının nispi yüzey gerilimlerine olmakla birlikte petrolün akışmazlığı emici maddenin yapısının içerisine nüfuz hızı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Petrol nüfuz hızları hafif ham petroler gibi akışmazlığı düşük olan petroler için hızlı olabilmektedir (saniyeler içerisinde) veya ağır yağ yakıtlar veya hava etkisiyle aşınmış petroler gibi akışmazlığı yüksek olan petroler için yavaş veya ihmal edilebilir hızda olabilmektedir.

Esas maddesi köpük olan emici maddeler için kılcal damar etkisi özellikle önemli olmaktadır. İnce gözenekleri olan köpükler akışmazlığı düşük olan petrolü kolaylıkla toplamaktadır fakat gözenekler daha kalın petrolerle hızlı bir şekilde tıkanmış hale gelmektedir. Bunun aksine, kaba bir hücre yapısına sahip köpükler akışmaz petrolerle etkili olmaktadır fakat akışmazlığı düşük olan petroleri etkili bir şekilde tutamamaktadırlar.

### Yapışıklık / yapışma

Yapışıklık bir malzemenin kendisine çekme, o suretle de bir katı yüzey üzerinde yayılmaya karşı koymaya atıfta bulunurken yapışma bir malzemenin bir diğerine çekilmesine atıfta bulunmaktadır. Emici maddeler hem petrolün emici madde yüzeyine yapışmasına hem de emici madde tarafından daha büyük miktarlarda petrolün tutulmasına olanak sağlayan yapışıklık özelliklerine bel bağlamaktadır. Emici madde, gevşek halat bükümlerinden oluşan bir çile biçimindeyse, petrolün emici maddeden elemanlar arasına yapışıklığı

petrol ve emici madde karışımının toplanmasını kolay hale getirerek petrolün yayılmasını geciktiren bir pıhtılaşmış kütle meydana getirilmesine hizmet edebilmektedir. Yapışıklık, daha akışmaz olan petroler için daha büyük olmaktadır.

### Yüzey alanı

Islatmaya ilaveten, belirli bir emici malzemenin yayılma ve kılcal damar özellikleri, soğurma hızı ve kapasitesi maruz kalınan yüzeyle doğrudan ilgili olmaktadır. Başarılı bir emici malzemenin harici ve mevcut iç yüzeyler dâhil olmak üzere yüksek bir yüzey alanı hacim oranına sahip olması gerekmektedir.

Emici bir malzemenin içerisine hızlı bir şekilde akamayan akışmaz petroler için performans mevcut harici yüzey alanı tarafından belirlenecektir. Örneğin, emici madde için gevşek halat bükümleri bir engelden nispeten daha büyük bir nispi harici yüzey alanına sahip olmaktadır ve bu nedenle daha yüksek bir soğurma alanına sahip olma ve akışmaz petrolerle daha etkili olmaları beklenebilir.

Yüzeyde tutucu maddelerin aksine soğurucu maddelerin uçucu sıvılarıyla dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Sıvının bir soğurucu malzemenin iç ve dış yüzey alanı üzerine yayılması yanma ve/veya insan sağlığı için mevcut sonuçlarla birlikte buharın serbest bırakılma hızını artırabilmektedir.

## Emici malzemeler ve biçimleri

### Emici malzemeler

Çok geni çeşitlilikte malzeme emici madde olarak kullanılabilir. Bunlar öğütülmüş ağaç kabuğu, turba, talaş, kâğıt hamuru, şeker kamışı posası (şeker kamışının işlenmesinin atık ürünü), mantar, tavuk tüyleri, saman (Şekil 2), yün ve insan saçı gibi organik malzemeler; vermikülit ve sünger taşı gibi inorganik malzemeler; ve polipropilen (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5) ve diğer polimerler gibi sentetik malzemeleri içermektedir.

Sentetik emici maddeler genel olarak petrolün toplanmasında en etkili olmaktadır. Bazı durumlarda, organik ürünler için 10:1 ile ve inorganik maddeler için 2:1 kadar düşük olan bir oranlar ile karşılaştırıldığında, petrol ağırlığının emici maddeye 40:1'lik bir oranı elde edilebilmektedir. Yüzeyde tutma kabiliyeti sınırlı olmasına rağmen organik ve inorganik malzemeler genellikle ya doğada bol miktarda



▲ Şekil 2: Saman ve ağdan inşa edilen eğreti emici madde engelleri. Bu gibi engeller ucuz olmaktadır ve inşa edilmeleri kolaydır ve uygun alanlarda plana göre yerleştirildiklerinde etkili kısa vadeli koruma sağlayabilmektedir.



▲ Şekil 3: Ağ içerisine koyulan polipropilen şeritler. Engelin bu gevşek homojen yapısı petrolün iç yüzeylerin petrolü soğurmasına izin veren yapının içerisine kolaylıkla nüfuz etmesine olanak sağlamaktadır fakat çevirme ağ kolaylıkla hasar alabilmektedir.



▲ Şekil 4: Sadece kısmi kullanımın gösterilmesi için kesilip ayrılan kesintisiz, homojen bir emici madde engelinin yüzeyi. Ya engelin yetersiz bir zaman dilimi boyunca yerleştirilmiş olması nedeniyle ya da petrolün yapının içerisine nüfuz etmek için çok akışmaz olması nedeniyle iç hacim petrol bulaşmamış bir şekilde kalmaktadır.



▲ Şekil 5: Bir sahil şeridinde döşenmiş bu çarşaf gibi kesintisiz düz emici maddelerin özelliği yüzey alanının hacme oranının yüksek olmasıdır. Emici maddenin bu şekilde geniş ölçekli kullanımının muhtemelen petrol bulaşmamış kayda değer hacimlerde atığın üretilmesine karşı dengelenmesi gerekmektedir.

bulduklarından ya da bir sanayi işleminin atık yan ürünü olduklarından cazip olabilmektedirler ve düşük maliyetle kolaylıkla satın alınabilmektedirler veya ücretsiz olarak elde edilmektedirler.

Belirli bir emici maddenin belirli bir ağırlığının ne kadar petrol tutabileceğinin değerlendirilmesi için farklı emici malzemelerin nispi etkililiği test edilmiştir. Bu test sonuçları bir emici maddenin diğerine göre etkililiğinin

karşılaştırmalı derecelendirmesinde faydalı olabilmesine rağmen, laboratuvar veya denetimli saha koşulları altında gerçekleştirilmektedirler ve bu nedenle yanlış yönlendirici olabilmektedirler. Uygulamada, emici maddeler rüzgâr, dalgalar ve akıntılara maruz kalmaktadır ve bu doğal ve tahmin edilemez koşullar altında verimliliklerinin bu gibi testlerde rapor edilen sonuçlarla eşleşmesi olası değildir.

	Malzeme	Faydaları	Olumsuzlukları
Hacimli	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organik - öğütülmüş ağaç kabuğu, turba, talaş, kâğıt hamuru, mantar, tavuk tüyleri, saman, yün ve insan saçı dâhil.</li> <li>İnorganik - vermikülit ve sünger taşı.</li> <li>Sentetik - esasen polipropilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genellikle doğal olarak bol miktarda bulunmaktadır veya sanayi işlemlerinin atık yan ürünü olarak yaygın bir şekilde elde edilebilmektedir.</li> <li>Düşük maliyetli olabilmektedir.</li> <li>Dışarıya nakliye alanlarında yaban hayatın korunmasına hizmet edebilmektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kontrol altına alınması zordur, rüzgârla yayılabilmektedir.</li> <li>Geri alınması zordur.</li> <li>Petrol ve emici madde karışımının pompalanması zor olabilmektedir.</li> <li>Petrol emici madde karışımının bertarafı tek başına petrolden daha sınırlı olmaktadır.</li> </ul>
Etrafı çevrili	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yukarıdaki hacimli malzemelerin tamamı elek veya ağ içerisinde tutulabilmektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yerleştirilmesi ve geri alınması gevşek emici maddeden daha basittir.</li> <li>Etrafı çevrili engel kesintisiz engelde dana büyük bir yüzey alanına sahip olmaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elek veya ağıncıyla sınırlı yapısal dayanım.</li> <li>Organik engeller hızlı bir şekilde doymuş hale gelebilmekte ve bataabilmektedir. Petrol tutma sınırlıdır.</li> </ul>
Sürekli	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sentetik - esasen polipropilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun vadeli depolama.</li> <li>Yerleştirilmesi ve geri alınması nispeten basittir.</li> <li>Tam kapasitede kullanıldığında yüksek petrol toplama oranı mümkündür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hava etkisiyle aşınmış veya daha akışmaz petroler için etkisi sınırlıdır.</li> <li>Kolay bir şekilde ayırmamaktadır, bertaraf seçeneklerini sınırlandırmaktadır.</li> </ul>
Lif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sentetik - esasen polipropilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hava etkisiyle aşınmış veya daha akışmaz petrolerle etkilidir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taze hafif veya orta dereceli petrolerle daha az etkilidir.</li> </ul>

▲ Tablo 1: Kullanılabilir emici malzeme türlerinin avantajları ve dezavantajları.



▲ Şekil 6: Polipropilen şeritlerinden kapanlar inşa eden yerel köylüler. Yerel olarak elde edilebilen malzemelerden emici malzeme imalatı fiyat anlamında olduğu kadar nakliye verimliliği anlamında da uygun maliyetli olabilmektedir.



▲ Şekil 7: Su yüzeyindeki petrol tabakasını yakalamak için bir halîç boyunca ipe dizilen kapan. Açık yapı ve malzemenin geniş yüzey alanı akışmaz petrolerin toplanmasına özellikle uygun olmaktadır.

## Emici madde biçimleri

Emici maddeler bileşimleri ve amaçlanan kullanımlarına göre çeşitli biçimlerde pazarlanabilmektedir fakat genel olarak şu dört türden birisi olarak sınıflandırılabilir: hacimli gevşek malzeme, genellikle iri parçacıklı; yastıklar veya engeller olarak bir ağ içerisinde etrafı çevrilmiş; hasırlar, çarşaf, engeller veya silindirik biçiminde kesintisiz; ve kapanlar veya süpürgelerle birleştirilen gevşek lifler olarak (Tablo 1). Özel uygulamalar için başka emici madde türleri mevcut olabilmektedir.

### Hacimli emici madde

Yukarıda listelenen malzemelerin çoğunluğu gevşek emici madde olarak pazarlanmaktadır ve arazi üzerindeki kazara dökülen küçük çapta petrolün toplanması için faydalı bir amaca hizmet etmektedir. Öncelikle uygulamalarının ve geri alınmalarının kontrol altına alınmasındaki güçlükler nedeniyle deniz ortamındaki kullanımlarının emici maddelerin sahil şeritlerinde kullanımı hakkındaki aşağıdaki bölümde tanımlanan özel senaryolarla sınırlı olması gerekmektedir.

### Etrafı çevrili emici madde

Hacimli gevşek emici malzemeler yerleştirilmesi, kontrol edilmesi basit ve sonradan kaldırılması gevşek malzemenin kendisinden daha kolay olan bir engel, yastık veya mantar taban oluşturmak için genellikle bir dış kumaş, elek veya ağ içerisine koyulmaktadır. Etrafı çevrilmiş emici maddeler biçim ve hacim olarak değişiklik göstermektedir fakat engeller en yaygın olanlarıdır (aşağıda tanımlanan engelin kesintisiz biçimiyle karıştırılmayacaktır). Etrafı çevrilmiş emici madde alışlagelik biçimde, kolaylıkla elde edilebilen saman (Şekil 2) gibi organik veya inorganik doğal malzemeler kullanılarak üretilmektedir fakat aynı zamanda polipropilen gibi sentetik malzemeden bireysel elemanlar da içerebilmektedir (Şekil 3).

### Kesintisiz emici madde

Kesintisiz silindirik emici madde, esasen engel bir önceki bölümde tanımlanan etrafı çevrilmiş gevşek malzemeden engelden daha yüksek bir homojenliğe ve petrolün engelin çekirdeğine daha az kolaylıkla nüfuz edebileceği anlamına gelen düşük bir yüzey alanı hacim oranına sahip olmasıyla farklılık göstermektedir (Şekil 4). Çarşaf, silindirik, hasırlar, yumuşak maddeden yastıklar ve ağlar gibi kesintisiz düz emici maddelerin özelliği yüzey alanlarının hacimlerine oranının yüksek olmasıdır (Şekil 5).

Kesintisiz emici maddeler esasen kazara dökülmeye müdahale boyunca en yaygın olarak kullanılan malzemelerden birisi olan dokuma, eritilerek esnetilmiş polipropilenle sentetik malzemelerden imal edilmektedir. Bununla birlikte, poliüretan, naylon ve polietilen gibi başka malzemelerden üretilen emici maddelerle ara sıra karşılaşılabilmektedir.

### Gevşek liften emici madde

Hacimli, etrafı çevrilmiş ve kesintisiz emici maddeden ürünler çok sayıda petrol üzerinde etkili olmakla birlikte, hava etkisiyle daha fazla aşınmış ve akışmazlığı yüksek olan petrolerin toplanmasında daha az etkili olmaktadır. Gevşek emici madde lif yığınları veya çileleri elde edilebilmektedir bu da bu petrolerin geniş bir yüzey alanına yapışma ve petrolün kendisinin içerisinde yapışıklığın birleşimi sayesinde toplanmasına olanak sağlamaktadır. Esasen polipropilen şeritlerden üretilen bu malzemeler genellikle "pon ponlar" olarak da bilinen kapanlar oluşturmak için de birbirine tutturulmaktadır. Çeşitli bireysel kapanlar akışmaz petrol süpürgeleri veya "kapan şeklinde engel" oluşturmak için halatın bir uzunluğu boyunca tutturulabilmektedir (Şekil 7). Halat paspaslı süpürme makinelerinde petrolün kaldırılması ve toplanması için uzunluk olarak genellikle birkaç metre olan kesintisiz bir şerit şeklinde bir süpürge biçimi kullanılmaktadır. Daha fazla bilgi için lütfen Deniz Süpürücülerin Kullanımı hakkındaki ayrı İTOPF belgesine bakınız.

Akışmaz petrol kapanları aynı zamanda ister şamandıralardan su sütünü içerisine asılarak isterse bir metal çerçeveye tutturularak deniz yatağının süpürülmesi veya tırmıklanması sayesinde, batmış veya yüzey altındaki petrol tespit edilmesine yardım edilmesi için de başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Denizde petrolün mevcudiyeti, emici maddeye petrol bulaşmasıyla kendisini göstermektedir, tespit edilen alanlara odaklanmak için daha nicel yöntemlere olanak sağlamaktadır. Denizde Kazara Dökülen Petrolerin Numunesinin Alınması ve İzlenmesi hakkında ayrı İTOPF kitapçığında daha fazla bilgi verilmektedir.

## Emici maddelerin seçilmesi için ölçütler

Emici maddenin mevcut olduğu biçim ve belirli bir malzemenin petrolü seçmeli olarak alma kabiliyetine ilaveten başka etkenler de bir emici maddenin verimliliğini etkilemektedir.

## Şamandıralama

Su yüzeyindeki petrol tabakasının üzerinde etkili bir şekilde kullanılacak olan emici maddeler için yüksek şamandıralama özelliğine sahip olması ve muhafaza etmesi, petrol ve suya doyduğunda su yüzeyinde yüzer bir şekilde kalması gerekmektedir. Saman ve talaş gibi birtakım doğal organik malzemeler başlangıçta iyi bir şamandıralamaya sahip olmaktadır fakat nihayetinde suyla dolmakta ve suya batmaktadır. Bununla birlikte, şamandıralama bazı durumlarda bir emici maddenin verimliliğine zararlı olabilmektedir. Örneğin, daha hafif, daha yoğun malzemeler ağır, akışmaz petrolerin en üstünde kalabilmektedir. Bu gibi durumlarda emici malzeme doymanın geliştirilmesi için petrolle elle karıştırma gerektirebilmekte ve toplama işleminin etkili bir şekilde devam etmesine olanak sağlamaktadır.

Köpük emici maddelerin şamandıralama özelliği etrafı çevrili olan hücrelerin açık hücrelere oranıyla doğrudan ilişkili olmaktadır; açık hücrelerin sayısı ne kadar fazla olursa şamandıralama kapasitesi o kadar fazla olmaktadır.

## Doyma

Emici maddeler petrole hızlı bir şekilde doyabilmektedir. Su yüzeyindeki nispeten küçük bir petrol tabakası dahi emici maddeden bir engeli hızlı bir şekilde kaplayabilmektedir ve korunulması amaçlanmış olan kaynağı kirletmek üzere emici maddeden serbest bırakılabilmektedir. Doyduğunda, emici maddeler daha fazla petrol toplayamamaktadır ve sonradan herhangi bir sızıntının olmasının önlenmesi için mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kaldırılması gerekmektedir. Doyma seviyesinin tespit edilmesi zor olabilmektedir, genellikle engelin kesilip açılmasını gerektirmektedir. Yetersiz doyma, engellerin toplanabileceği ve yanlışlıkla atılabileceği, iç tabakaların kullanılmamış olarak bırakılabileceği akışmaz petrolerle sıklıkla yaşanılmaktadır. Bu gibi gereksiz israf, küçük bir çapa sahip olan, engelin merkezindeki kullanılmamış malzeme hacmini azaltırken aynı zamanda verimliliğini muhafaza eden emici maddeden engel kullanılarak veya petrol kapanları kullanılarak önlenemekte veya azaltılabilmektedir.

Emici maddeden çarşaflar küçük miktarlarda petrolle dahi temas halinde yerleştirildiğinde hızlı bir şekilde doymaya hale gelebilmektedir ve kullanımlarının toplanacak olan petrolün miktarı sınırlı olduğunda küçük ölçekli vakalarda sınırlandırılması gerekmektedir.



▲ Şekil 8. Emici maddeler nitelikleri gereği hacimli ürünlerdir. Bir kazara dökülmeye müdahaleden önce, müdahale boyunca ve sonrasında depolama ve nakliye ikmal ve maliyet sorunları ortaya koyabilmektedir.

## Petrol tutma

Bir emici maddenin genel veriminin temel hususlarından birisi petrol tutma kabiliyetidir. Bazı malzemeler petrolü hızlı bir şekilde soğurmaktadır, vaktinde geri alınmadıkça emici madde rüzgâr, dalgalar ve akıntılarının etkilerinin bir sonucu olarak petrolün çoğunu sonradan serbest bırakabilmektedir. Benzer bir şekilde, toplanan sıvının ağırlığı emici maddenin sarkmasına ve biçim değiştirmesine, petrolün gözenekler içerisinden veya iç yüzeylerden sıkılmasına yol açabildiğinden bazı emici maddeler petrolü denizden kaldırıldığında serbest bırakmaktadır. Petrolün tutulması tabiatı gereği dayanımı düşük olan, özellikle de organik malzemelerden inşa edilenler kullanıldığında özel bir sorun olabilmektedir.

Vermikülit ve bazı köpükler gibi ince gözenekli emici malzemeler genel olarak iyi petrol tutma özellikleri sergilemektedir. Bu malzemelerin kötü yanı akışmaz petrolerin toplanmasında verimlerinin yetersiz olmasıdır. Kapanlar öncelikle geniş yüzey alanları nedeniyle petrole hızlı bir şekilde doyabilmektedir. Bununla birlikte, su yüzeyinden kaldırıldıklarında petrolü serbest bırakabilmektedirler. Serbest bırakma oranı doğrudan petrolün akışmazlığına bağlı olmaktadır, daha hafif, daha az akışmaz olan petroler daha hızlı bir şekilde süzülerek akmaktadır.

## Dayanım ve dayanıklılık

Bir emici maddenin dayanıklılığı toplama öncesinde uzun bir süre boyunca yerinde bırakılabildiği durumlarda önem arz etmektedir. Emici maddeden engeller dalga etkisi veya kayalar üzerindeki aşındırma gibi çevresel etkilerin bir sonucu olarak saatler içerisinde bozunabilmekte ve dağılabilmektedir. Bazı emici engellerin, özellikle de etrafı çevrili gevşek malzemenin oluşmalarının dayanımı olumsuz hava koşullarında kırılarak açılacak olan tutucu ağ malzemenin dayanıklılığına bağlı olmaktadır. Hasar gördüğünde, bu engellerin içerikleri kolaylıkla kaybolabilmektedir ve ikinci bir kirlilik kaynağı haline gelebilmektedir.

## Mayalanma

Bazı organik emici maddeler uzun bir süre boyunca suyla temas halinde bırakıldığında mayalanabilmektedir. Petrolün seçmeli bir şekilde toplanmasında bileşimlerinin veya etkinliğinin değişmesine ilaveten bu ortaya çıkan emici madde/sıvı karışımının toplanması, depolanması ve bertarafıyla sorunların ortaya çıkmasına yol açabilmektedir.

## Maliyet

Emici maddeden ürünlerin maliyeti fazlasıyla farklılık göstermektedir ve esasen kullanılan malzemeye bağlı olmaktadır. Organik ve inorganik malzemeler sentetik ürünlerden nispeten daha az pahalı olmaktadır. Bununla birlikte, bu düşük birim maliyet nispeten düşük verimlilikleri nedeniyle gerekli olan ek miktarların hesaba katılması için yapılacak olan bir alış veriş gerektirecektir. Daha yüksek hacimli malzeme hacimlerinin bertarafının ek maliyetlerinin de en uygun ürün seçilirken göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sentetik ürünlerin yüksek maliyetine rağmen, genellikle çoğu zaman daha etkili olmaktadır ve bazı durumlarda tekrar kullanılabilirlerdir.

## Elde edilebilirlik, depolama ve nakliye

Sentetik emici maddelerin performansı kullanımlarını cazip kılabilmektedir fakat kazara dökülmenin olduğu yerde her zaman hemen elde edilebilmektedirler. Organik ve inorganik emici maddeler daha az etkili olmakla birlikte genellikle daha yaygın bir şekilde bulunabildiklerinden kullanılabilir bir alternatif sunabilmektedirler. Bununla birlikte, birtakım organik ürünlerin emici maddeler olarak etkili bir şekilde kullanılabilmelerinden önce ön ısıtma işlemine

tabi tutulması gereksinimi bir acil durum müdahalesinde kullanılabilirliğini sınırlandırabilmektedir.

Emici maddeler nitelikleri gereği hacimlidirler(Şekil 8) ve büyük miktarlar söz konusu olduğunda depolama için gerekli olan alan büyük olabilmektedir. Depolama alanının sınırlı olduğu ve büyük miktarlarda emici maddelere gereksinim olduğu hallerde, depolama sadece dışarıda mümkün olabilmektedir. Bu durumda, güneş ışığından koruma özellikle sentetik emici maddeler durumunda mor ötesi ışınla bozulmanın önlenmesi için gerekli olabilecektir. Organik emici maddelerin depolanmasında nemli koşullarda bozulma ve küf, kemirgenler veya böceklerin bir sonucu olarak hasar olasılığının hesaba katılması gerekmektedir.

Depolama ile olduğu gibi, büyük hacimlerde emici maddelerin nakliyesi, hem depodan kazara dökülmenin olduğu yerin genel civarında bir dağıtım merkezine hem de dağıtım merkezinden emici maddelerin kullanılacak olduğu alana ikmal sorunlarını beraberinde getirebilmektedir. Özellikle, emici maddelerin uçaklara yüklenip bir kazara dökülme alanına getirilmesinin uygun maliyetli olması olası değildir.

## Emici maddelerin sahil şeridinde veya sahil şeridinin yakınında kullanımı

Emici maddeler sahil şeridine yakın yerlerde ve sahil şeridinde temizlik çalışmalarında birtakım faydalı roller oynayabilmektedir. Bununla birlikte, bertarafı ilgili ikincil sorunların en aza indirilmesinin mümkün olduğu hallerde büyük miktarlarda emici maddelerin kullanılmasından kaçınılması gerekmektedir. Sonuç olarak, emici maddelerin sahil şeritlerinde büyük ölçekli kullanımının başka tekniklerin etkili veya uygulanabilir olmasının olası olmadığı durumlarla sınırlandırılması gerekmektedir. Örneğin, sert kum sahillerde petrol, küreklerle donatılan işçilerle veya hendeklerin kullanımı sayesinde emici maddeler genellikle büyük kapsamlı olarak kullanılmaksızın toplanabilmektedir. Buna karşın, petrolün bir sahil şeridinin karşısında tutulduğu, yayan olarak erişim dışında erişilemez olduğu ve deniz süpürücülerin ve pompaların plana göre yerleştirilemediği hallerde, sıvı petrolün emici maddelerin yardımı olmaksızın ele alınması çok zor olmaktadır. Buna rağmen, emici maddelerin hem kullanım öncesi hem de sonrasında elde

edilebilirliği, nakliyesi ve depolaması ile ilgili kaygıların birçoğu hala geçerli olmaktadır.

Sahile yakın bir yere demirlenen, emici maddeden engel örneğin petrol bulaşmış olan kayaların yüksek basınçlı suyla yıkanması (bakınız ön kapak) boyunca veya geri yüzen/yeniden harekete geçmiş petrolün toplanması için gelgit bölgesinde sahil yıkama işlemlerinden akışların yakalanması için etkili bir şekilde kullanılabilir. Bazen "pasif temizlik" olarak atıfta bulunulan emici maddeden veya kapan şeklinde engeller çok hassas alanlardan özellikle başka müdahale tekniklerinin kabul edilemez ek hasara neden olabileceği özellikle tuz bataklıkları ve Hindistan sakız ağaçlarından ardışık gelgitlerde hareket eden petrolün hapsedilmesinde çok etkili olabilmektedir. Benzer bir şekilde, teknik kaya zırhından ve taş kaplamadan serbest bırakılan petrolün toplanması için kullanılabilir. Yapı iskelesi kurma çalışmaları için toz siperi eleği olarak kullanılan ince gözlü ağ malzemesi de iri kaya parçaları, kaldırım taşları ve kaba kum içeren sahil şeritlerinden serbest bırakılan petrolün yakalanması için bu yolla başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Ağın bir ucu sahil şeridine sabitlenirken diğer ucu denizde serbest bir şekilde hareket etmektedir. Çevresel koşulların uygun olması kaydıyla, özellikle engelin içerisinden geçen suyun hızı çok yüksek olmadığında, kapan şeklindeki engel de su yüzeyinde akışmazlığı yüksek olan petrol tabakasının girişinin sınırlandırılmamasına da yardım edebilmektedir.

Genel olarak, bir temizlik çalışmasının nihai aşaması boyunca sahil şeridi yıkama teknikleriyle birlikte emici maddelerin kullanımı kayaların doğrudan silinmesi için kullanılan emici maddelere tercih edilmektedir çünkü bu son teknik bertaraf gerektiren büyük miktarlarda malzeme ile sonuçlanmaktadır. Buna rağmen, emici maddeler makul maliyet ve çabayla başka bir şekilde toplanması güç olabilen küçük miktarlarda artık petrolün kaldırılması için faydalı olabilmektedir. Özellikle kirletilmiş kaya havuzları emici maddelerle, örneğin hem akışmaz hem de hava etkisiyle aşınmış petroleri kaldıran polipropilenden kapanlarla temizliğe aday olmaktadır. Parlaklık normalde doğal olarak kaybolacağından, parlaklığın kaldırılması için emici maddelerin kullanımı genel olarak çoğu iklimlerde gerekli olmamaktadır.

Hacimli gevşek emici maddelerin sahil şeridine yakın veya sahil şeridinde büyük ölçekli kullanımı, esasen malzemenin uygulamasının kontrol edilmesi ve sonradan toplanmasında yaşanan güçlükler nedeniyle genel olarak desteklenmemektedir. Buna rağmen, toplama işleminin tasarlanmadığı ve kullanımının faydalı olabileceği durumlar



▲ Şekil 9: Sert bir kum sahilde petrolün toplanması için emici maddenin büyük ölçekli olarak kullanılması. Emici malzemenin kullanımının kirlilik ölçğine uygun olması, müdahaleye fark edilebilecek derecede bir fayda getirmesi ve bertaraf gerektiren atığı gereksiz yere ilave getirmemesi gerekmektedir.



▲ Şekil 10: Turba veya ağaç kabuğu gibi organik tanecikli emici malzeme kıyıya geldiklerinde kürk ve tüylerinde meydana gelecek kirliliğin en aza indirilmesi için yaban hayatta (örneğin, penguenler, fok balıkları) önemli kayalık sahillerde uygulanabilmektedir.



▲ Şekil 11: Denizde uygulanan emici maddeden yastıklar. İkincil kirliliğin yok edilmesi amacıyla yastıkların sonradan toplanması için büyük çaba gerekecektir. Önleyici enelin ve deniz süpürücülerin kullanımı petrolün toplanması için emici maddelerin kullanımından daha etkili bir araç sunabilmektedir.

ortaya çıkabilmektedir. Örneğin turba veya ağaç kabuğu gibi organik ürünler hacimli petrolün soğurulması için petrol bulaşmış sahil şeritlerine yayılabilmektedir ve yerel faunanın, özellikle denizden çıktıkları alanlarda fok balıkları veya penguenler gibi hassas deniz memelileri ve kuşlarının korunması için bir tedbir sağlayabilmektedirler (Şekil 10). Bazı ülkelerde, emici maddeler toplanmayacak olmasına rağmen petrol/emici madde karışımının ayrıca zaman içerisinde petrolün geniş bir alana yayılması ve kademeli olarak parçalanmasına sebebiyet veren doğal süreçlerle kaldırılacağı bilgisiyle temizliğin nihai aşamalarında organik ve inorganik hacimli emici maddeler kullanılmaktadır.

## Emici maddelerin denizde kullanımı

Emici maddelerin büyük miktarlarda kazara dökülen petrole müdahalede birincil bir müdahale aracı olarak kullanılmasından vazgeçilecektir. Deniz yüzeyindeki malzemenin kontrol edilmesi ve bertaraf gerektiren yağlı atık maddelerin artan hacimlerine ilaveten (Şekil 11), emici maddelerin su yüzeyindeki bir petrol tabakasına uygulanması denizde önleme ve toplama çalışmalarının doğasında var olan sorunları hafifletmemektedir. Ortaya çıkan petrol-emici madde karışımı deniz süpürücülerin çalışmasını muhtemelen engellemeyecektir ve rüzgâr, akıntılar ve dalgaların etkilerine hala maruz kalacak, kontrol altına alınması orijinal kazara dökülmenin kontrol altına alınmasından hiç de kolay olmayacaktır.

## Uygulama

Denizde hacimli emici maddelerin kullanımı birtakım hızlı ve verimli çalışma ve güvenlik sorunları ortaya koymaktadır çünkü gevşek toz veya tanecikli eritici maddelerin açık deniz üzerine yayılması tabiatı gereği çeşitli olumsuzluklara sahip olmaktadır. Herhangi bir rüzgâr muhtemelen ürünün su yüzeyindeki petrol tabakasından uzağa taşınmasına neden olacak, israfa ve ek kirlenmeye yol açacaktır. Hava üfleyen aygıtlar bazen hacimli gevşek emici maddelerin kazara dökülen bir petrolün üzerine yayılması için kullanılmaktadır ve bu gibi faaliyetleri üstlenen personelin gözlerini tozdan koruması gerekmektedir ve kazara soluma veya yutmaya karşı önlemler alması gerekmektedir. Emici madde, petrolün içerisinde uygun bir şekilde karıştırılmadığında



▲ Şekil 12: Denizde parlaklığın (çok ince petrol şeritleri) kaldırılması amacıyla iki geminin arkasında "U" biçiminde yedekte çekilen emici maddeden engel. Engelin deniz suyuna dolması verimliliğini sınırlandırmaktadır ve engelin eteğinin olmaması petrolü kontrol altına alma kabiliyetini sınırlandırmaktadır. Burada petrolün engelden kaçtığı görülebilmektedir.

emici madde basit bir şekilde petrolün en üst kısmında yüzebilmekte, yetersiz verimle sonuçlanabilmektedir. Bu gibi engellerin üstesinden gelinmesi amacıyla, toz ve tanecikli emici maddelerin kontrollü bir şekilde bir geminin yan tarafı üzerine boşaltılması için birtakım özel cihazlar tasarlanmıştır. Bu gibi cihazların faydalı olması için kazara dökülmenin olduğu bir alana kolay erişilebilecek bir menzile içerisinde olması gerekebilirken yaygın bir şekilde mevcut olmayabilmektedirler.

Emici maddeden engelin yerleştirilmesi hacimli gevşek emici maddenin yerleştirilmesinden çok daha fazla kolay olmaktadır. Bununla birlikte, akıntılar, rüzgârlar ve deniz durumunun önleyici engellerin kullanımı üzerine getirdiği kısıtlamalar emici maddeden engellere daha da fazla uygulanabilir olmaktadır. Emici maddeden engeller özellikle plana göre yerleştirilmelerinden hemen sonra nispeten hafif olmaktadır ve rüzgâr tarafından kaldırılabilir. Bu nedenle, bağlama veya demirle bağlama gerektirmektedirler ve bazı emici maddeden engeller bağlama noktaları hazır bir şekilde elde edilebilmektedir. Geleneksel önleme engelleriyle emici maddelerin faydalarının birleştirilmesi amacıyla, bazı imalatçılar ağırlıklı bir eteği olan emici madde engelleri üretmiştir. Petrolün küçük çapta kazara döküldüğü durumlar için örneğin yat limanlarında veya balıkçı barınaklarında, bu ürün hem önleme hem de toplama çalışmalarına yardım edebilmektedir. Bu, tekrar kullanılmaya uygun olmayan, kullanıldıktan sonra atılabilen, beraberinde ek bertaraf maliyetleri getiren bir ürün olarak pazarlanmaktadır.

Su yüzeyinden ince petrol şeritlerinin veya parlaklıkların toplanması için emici maddeden engelin yedekte çekilmesi (Şekil 12) genel olarak kaynakların etkisiz bir şekilde kullanılmasını olarak değerlendirilmektedir çünkü parlaklık genellikle kolay bir şekilde buharlaşacak veya dağılacaktır. Ayrıca, dalgaların ve burgacın etkileri emici maddeden engelin sıklıkla suya doymasına yol açmakta, petrolün toplanmasını ciddi bir şekilde sınırlandırmaktadır. Hacimli gevşek malzemenin oluşan engel için doyma daha fazla fark edilebilir olmaktadır ve homojen kesintisiz malzeme içeren engel için daha az fark edilebilir olmaktadır. Buna ilaveten, yedekte çekmenin verdiği etkilerin çoğu emici maddeden genelini yırtılmasına, sonuç olarak emici maddenin serbest bırakılmasına ve kontrol altına alınan herhangi bir petrol kaybına neden olacak kadar büyük olması muhtemeldir.



Emici maddeden çarşaf lar veya yastıkların rüzgâr la uçmaya emici maddeden engellerden daha da fazla müsait olmaktadır çünkü bağlama veya demirle bağlama için tasarlanmamaktadırlar ve bağlanmaları veya demirle bağlanmaları elverişli olmamaktadır. Emici maddeden çarşaf lar veya yastıkların denizde geniş ölçekli olarak kullanımı tavsiye edilen bir teknik değildir çünkü geniş bir alan boyunca hızlı bir şekilde yayılabilmektedirler ve geriye alınmaları hacimli bir eritici maddenin toplanmasından daha fazla mümkün olmasına rağmen yavaş ve yetersiz olan elle toplamaya bel bağlamaktadır. Sahillerde karaya oturan çarşaf lar, yastıklar ve su yüzeyinde serbestçe yüzen diğer emici maddeden malzemeler alt katmanın ardışık gelgit hareketiyle hızlı bir şekilde yere gömülebilmektedir ve sonradan yerlerinin tespit edilmesi güç olabilmektedir (Şekil 13).

## Diğer temizlik teknikleriyle kullanım

Uygulanan temizlik tekniklerinin birbirini etkisiz hale getirmemesinin sağlanması için bir müdahale ve müdahale personelinin dikkatli yönetimi gerekmektedir. Emici maddeler kullanılırken dağıtıcı maddelerde mevcut olan yüzey etken maddelerin hem petrol hem de suyun yüzey gerilimini kayda değer bir şekilde değiştirebildiğinin unutulmaması önem arz etmektedir. Sonuç olarak, dağıtıcı maddelerin kullanımı veya kazara dökülmeye müdahalede kullanılan başka kimyasalların kullanımı emici maddelerin tasarlandığı gibi çalışma kabiliyetini engellemektedir çünkü hem yağ çeken hem de su çeken özellikleri azaltabilmektedirler, su miktarını kayda değer bir şekilde artırmakta ve toplanan petrol miktarını azaltmaktadırlar. Sonuç olarak, etkili bir şekilde kullanılması için emici maddelerin bir müdahalede emici maddelerle birlikte kullanılmaması gerekmektedir.

Benzer bir şekilde, emici maddelerin kullanımı deniz süpürücülerle petrolün mekanik bir şekilde toplanmasına uygun olmamaktadır. Hacimli gevşek emici madde, emici maddeden yastıklar ve başka gevşek emici madde biçimleri bentleri ve pompaları tıkayabilirken ve ciddi bir biçimde sınırlandırabilirken emici maddeden engel petrolün bir deniz süpürücüsü içerisine akışını sınırlandırabilmektedir.

## Toplama

Emici madde su yüzeyinden toplanmadıkça, petrolün kendisi kadar bir kirlenici madde haline gelmektedir. Hacimli emici maddenin gevşek tanecikleri büyük mesafeler boyunca uçabilmektedir ve en çok da soluma yoluyla faunayı tehlikeye atabilmektedir. özellikle, yanlışlıkla balık yemi olarak teşhis edilebileceğinden deniz ürünleri yetiştirme tesislerinin yakınında kullanımı tavsiye edilmemektedir.

Herhangi bir petrol ve emici madde karışımının deniz yüzeyinden toplanması birtakım güçlükler sergilemektedir. Karışım, tek başına petrolden daha akışmaz ve daha hacimli olabilmektedir ve sadece bazı ağır hizmete uygun pompalar ve deniz süpürücüler bu gibi malzemelerin üstesinden gelebilmektedir. Malzeme pompalanamıyorsa, toplama gemilerinin güvertesindeki depolama tankları gereksiz hale gelmektedir, güvertede daha büyük depolama alanı gerektirmektedir.

Hacimli gevşek emici madde/petrol karışımlarının toplanması için gırgır türü balık ağlarının kullanılması girişiminde bulunulmuştur. Bununla birlikte, tek başına petrolün toplanmasında karşılaşılan tıkanma ve yansıyan dalgalar gibi sorunlar bu yöntemde eşit derecede geçerli olmaktadır. Petrol bulaşmış ağlar da toplama, depolama ve ya temizleme ya da bertaraf gerektirecektir. Bu durumlarda toplama seçenekleri etkisiz ve yoğun emek gerektiren keççeler veya mekanik kovalarla sınırlı olabilmektedir.



▲ Şekil 13: Denizde plana göre yerleştirdikten sonra yüksek gelgitte bir sahil şeridinde karaya oturan emici maddeden yastıklar. Hızlı bir şekilde kaldırılmadıkça, sonraki gelgitler boyunca kum hareketi yastıkları örtecektir, geri toplamayı engelleyecektir.

Emici maddeden engel, çarşaf lar ve yastıkların su yüzeyinden toplanması benzer bir şekilde zaman tüketici ve yoğun emek gerektiren bir çalışma olmaktadır. Özellikle, doymuş emici maddeden engelin artan ağırlığı çekilmesini çetin bir görev haline getirebilmektedir.

## Emici maddelerin “bakım ve temizlik işlerinde” ve başka rollerde kullanımı

Emici maddelerin ne yaygın kullanımlarından birisi hem arazide hem de gemi güvertelerinde küçük çaplı kazara dökülmelerin paspaslanmasıdır fakat aynı zamanda çalışanların güvenliğinin artırılması ve daha geniş kirlenmenin önlenmesi gibi genel “bakım ve temizlik” işlevlerinde de büyük uygulama alanı bulabilmektedir. Emici maddeden paspaslar güvertedeki toplama mürettebatı için ve donanımların temizlendiği noktalarda kaygan olan koşulların ne aza indirilmesi için kullanılabilir. Benzer bir şekilde, emici maddeden paspaslar petrole basılarak ayaklarla içeriye taşınmasının önlenmesi için sıklıkla geminin sahildeki barınma veya komuta merkezlerinin eşliğine yerleştirilmektedir. Yukarıdaki senaryoların tamamıyla olduğu gibi emici maddenin israfın önlenmesi amacıyla iskartaya çıkartılmadan önce kapasitesinde kullanılması gerekmektedir.

Deniz ürünleri yetiştirme sanayiinde, emici maddeden çarşaf lar su yüzeyindeki petrol tabakasının ve petrol şeritlerinin balık kafeslerinin içerisindeki su yüzeyinden toplanması için başarılı bir şekilde kullanılmıştır, petrol bulaşmış çarşaf lar kontrol altına alınmış ve kolaylıkla geri alınmıştır. Nispeten sakin koşullarda emici maddeden engeller kirlenme ihtimalinin azaltılması için bir balık kafesinin veya başka bir hassas kaynağın dışının çevrelenmesi için kullanılabilir. Gevşek liflerden inorganik hacimli malzemelere kadar bir dizi emici malzeme ayrıca petrolün balık üretme yuvaları ve tuz tavaları gibi çeşitli kıyı tesislerine deniz suyu temin eden su alma yapılarının içerisine taşınmasını önlemek için tasarlanan filtrelerin inşası için de kullanılabilir.



▲ Şekil 14: Toplanan bir emici maddeden engelden sızan petrol ikinci bir kirlilik kaynağı olmaktadır.



▲ Şekil 15: Geçici bir depolama sahasında istiflenen kullanılmış emici madde. Sıkıştırma toplanan petrolün engelden sıklmasına yol açmaktadır ve ikinci bir kirlenmenin önlenmesi için dikkat gösterilmesine ihtiyaç olmaktadır.



▲ Şekil 16: Petrolün bir kap içerisine akmasına olanak sağlamak, böylelikle atık içerisindeki serbest petrol miktarının en aza indirilmesi için bir direğe asılan toplanmış emici maddeden kapan.

## Kullanılan emici maddelerin depolanması, nakliyesi ve bertarafı

### Petrol bulaşmış olan malzemenin geçici olarak depolanması ve nakliyesi

Toplandığında, denizde kullanılan emici maddenin hem herhangi bir toplama gemisinin güvertesinde hem de daha sonra nihai bertarafı için kıyıda depolanması gerekecektir. Doymuş bir emici madde, özellikle engel en üste yerleştirilen ek malzemenin ağırlığıyla sıkıştırıldığından, soğurulan petrol dışarıya süzülmemektedir. Bu nedenle, gemi güvertesinde depolamanın sızıntının güverteleri ve lomber ağzını kirlenmemesi ve güvensiz hale getirmemesi veya güverte boyunca akarak yeniden kirlenmeye neden olmaması için etrafının çevrilmesi gerekmektedir. Petrol bulaşmış olan emici maddenin aynı zamanda rıhtımların veya dalgakıranlardan meydana gelecek kirliliğin en aza indirilmesi için dikkatli bir şekilde boşaltılması gerekmektedir (Şekil 14).

Emici maddeler dâhil olmak üzere petrol bulaşmış, kıyıya indirilmiş ve sahil şeridinden toplanmış olan döküntü ve malzeme genellikle geçici depolama gerektirecekken nakliye ve bertaraf ikmalleri hazırlanmaktadır. Büyük çaplı bir kazara dökülme durumunda, toplanan malzemenin miktarı yerel alandaki mevcut arıtma veya bertaraf tesislerinin kapasitesini aşabilmektedir. Aşırı miktarda emici malzeme kullanımı bu sorunu daha kötü bir duruma sokmaktadır (Şekil 15), dünyanın birçok yerinde ruhsatlandırılması gerekebilecek olan daha büyük bir depolama alanı gerektirmektedir. Nakliye öncesinde, genellikle mümkün olduğunca fazla serbest petrol toplanmaktadır (Şekil 16) ve en uygun olarak hacmin en aza indirilmesi ve nakliye ikmallerinin en iyi hale getirilmesi için emici maddeler sıkıştırılmaktadır. Sıkıştırma işleminin bir sonucu olarak serbest bırakılan petrol ve suyun toplanması gerekmektedir ve geçici depolama alanlarının sızıntı kaçışının önlenmesi için bohçalanması gerekmektedir.

### Bertaraf yolları

Petrol bulaşmış malzemeler için mevcut olan bertaraf seçenekleri, toplanan yağ yakıtlar için olanlarla karşılaştırıldığında nispeten sınırlı olmaktadır. Atık akıntısı içerisinde mevcut olan küçük miktarlarda emici malzeme dahi bertarafı bazı yollarla örneğin rafinerilerde bir hammadde stoku olarak olanaksızlaştırılmaktadır.

### Tekrar kullanım

Teoride, petrolün özütü çıkartılabiliyorsa bazı emici madde türleri tekrar kullanılabilir. Bu, ya bir cendere veya mengene kullanılarak sıkıştırma sayesinde (halat paspaslı deniz süpürücü sistemlerde olduğu gibi) ya merkezkaçla ya da eritici madde özütlemesiyle başarılabilmektedir. Sıkıştırma genellikle en kullanışlı seçenek olmaktadır ve bazı sentetik ürünler için uygulanabilir olmaktadır. Bununla birlikte, yırtılma, kırılma veya genel bozulma nedeniyle emici malzeme kullanılamaz hale gelmeden önce dayanılabilen tekrar kullanım döngülerinin sayısının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Emici maddelerin tekrar kullanımıyla ilgili olarak göz önünde bulundurulacak olan diğer etkenler sıkıştırma işlemi boyunca kalan emici madde taneciklerinin atık petrol akıntısını kirlenmesi, yüzeyde tutma kapasitesinde azalma oranı ve insan gücü ve donanımların makul seviyelerle kaldırılabilirliği petrol yüzdesidir. Buna rağmen, bazı emici maddeler özellikle daha akışmaz olan petroler için tekrarlı bir şekilde yeniden kullanım üzerine soğurma kapasitelerinde bir artış sergilemektedir.

## Çöp fırınında yakma

Kirlenmiş emici maddenin yakılması emici madde yanıcı ise ve aşırı miktarlarda su içermiyorsa uygulanabilir bir seçenek olabilmektedir. Bu son ölçütte, suya karşı petrolün toplanmasında sıklıkla daha az seçici olduklarından ve çok fazla su içerebildiklerinden, kullanılan organik emici maddelerin yakılması genellikle hariç tutulmaktadır. Çöp fırınları bir kazanın meydana geldiği ülkede mevcut olabilmesine rağmen kapasiteleri genellikle yerel talebe uygun olmaktadır ve büyük çaplı bir kazara dökülmeye özgü olarak petrol bulaşmış çok büyük miktarlarda atıkların ani akışlarının iş yükü altında ezilmesi olası olmaktadır. Mevcut olan farklı çöp yakma fırını türlerinden dönel tuğla fırını ve şömüne tarzı açık büyük ocaklar büyük miktarlarda katı döküntü için en uygun olanlarıdır. Petrol bulaşmış emici maddeden engeller gibi büyük döküntü parçalarının atık akıntısından kaldırılması ve yakma işleminden önce boyut olarak azaltılması gerekecektir.

Sentetik emici maddelerin yüksek kalori değeri tuğla fırını veya büyük ocağın sıcaklık kontrolünü zor hale getirebilmektedir ve besleme hızının azaltılması için daha az yanıcı malzemeler içeren bir atık akıntısının içerisine petrol bulaşmış olan emici maddelerin karıştırılması gerekli olabilmektedir. Sentetik ve organik emici maddelerin tam olarak yakılmasıyla arazi dolgusuna yönelik malzeme hacminde kayda değer bir azalma elde edilebilmektedir. Buna karşın, inorganik malzemelerin fırında yakılması petrol içeriğini ortadan kaldıracaktır fakat nihai bertaraf için hacmi kayda değer bir şekilde azaltmayacaktır.

Fırında yakma normal olarak sıkı bir şekilde denetim altında tutulmaktadır ve özellikle sentetik emici maddeler durumunda, zehirli dioksinlerin, Policiklik Aromatik Hidrokarbonların (PAH) ve HCl'nin atmosfere salınmamasının sağlanması için egzoz gazlarının yakından izlenmesiyle birlikte yüksek sıcaklıkta yakılması gerekecektir. Fırında yakma maliyeti genellikle

diğer bertaraf tekniklerinden kayda değer bir şekilde yüksek olmaktadır ve bu yöntem seçilmişse bunun hesaba katılması gerekmektedir.

## Arazi doldurma

Emici maddeden malzemenin arazi dolgusu olarak bertarafı da genellikle yerel ve ulusal yönetmeliklerle sıkı bir şekilde denetim altında tutulmaktadır. Bazı ülkelerde, petrol bulaşmış emici maddeden malzemeler tehlikeli bir atık olarak ele alınmaktadır ve gösterilen tehlikeli madde dolgu sahalarının kullanılması gerekebilmektedir, bu da sonuç olarak nakliye ve bertaraf maliyetini artırmaktadır. Modern sahaların etrafı genellikle dışarıya akışın önlenmesi için sızdırmaz bir zar ile çevrelenmektedir. Buna rağmen, dünyanın bu gibi kaplamaların düzenli olarak kullanılmadığı yerlerinde yakındaki yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesinin önlenmesi için tedbirlere dikkat edilmesi gerekmektedir.

## Biyolojik bozunma

Organik emici maddeler genellikle biyolojik olarak bozunma faydasına sahip olmaktadır. Yerel atık yönetmeliklerine bağlı olarak ve nispeten düşük bir petrol içeriği varsayılarak kara çiftçiliğiyle organik emici maddelerin bertarafına izin verilebilmektedir. Petrol bulaşmış olan emici madde büyük bir arazi alanı üzerine yayılmaktadır ve biyolojik bozunmanın başlamasına izin verilmektedir. Tarım donanımları kullanılarak havalandırma ve gübrelerin uygulanmasıyla genellikle daha hızlı bir bozunma elde edilebilmesine rağmen, biyolojik bozunma birkaç yıl alabilmektedir. Bazı organik emici maddelerin organik gübre haline getirilmesi de uygulanabilir bir bertaraf yolu olabilmektedir.

## Anahtar noktalar

- Emici maddelerin büyük ölçekli kullanımından hem kıyıda hem de denizde şiddetle vazgeçilmesi gerekmektedir çünkü bertaraf için aşırı petrol bulaşmış atık hacimleri meydana getirmektedir.
- Buna rağmen, emici maddelerin kullanımı bazı senaryolarda, öncelikle sahil şeridi yıkama çalışmaları boyunca veya başka tekniklerin uygulanabilir olmadığı hallerde uygun ve etkili olabilmektedir.
- Emici maddelerin açık denizde petrolün sudan toplanması için kullanılmasının, malzemenin petrol üzerine doğru bir şekilde yayılmasındaki güçlükler ve daha da önemlisi petrol bulaştığında sonradan geriye alınmasında yaşanan güçlükler nedeniyle kaynakların oldukça etkisiz ve yetersiz bir kullanımı olduğu düşünülmektedir.
- Dağıtıcı maddeler ve deniz süpürücü gibi temizlik tekniklerinin kullanıldığı çalışmalar emici maddelerin kullanımıyla uyuşmamaktadır ve tekniklerin birbirini engellemesinin önlenmesi için müdahalenin dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.
- Emici maddeler depolanmak ve nakliye için hacimli olmaktadır. Kemirgenler, böcekler, küf, nem, mor ötesi ışınım veya yangından gelecek hasarın önlenmesi için depolama düzenlemelerinin dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
- Düşük maliyetli, yerel olarak elde edilebilen organik veya inorganik malzemeler emici malzemenin aynı ağırlığı için daha düşük bir toplama verimine rağmen istiflenen sentetik emici maddelerden daha uygun maliyetli bir seçenek sağlayabilmektedir.
- Emici malzemenin aşırı ve etkisiz kullanımı ikincil kirliliğe neden olabilmektedir ve petrol bulaşmış malzemenin geçici depolanması, nakliyesi ve bertarafı boyunca kayda değer ikmal ve mali kaynak sorunları meydana getirebilmektedir. Sonuç olarak, bu sorunların önlenmesi için, emici maddelerin istiflerden serbest bırakılmasının denetim altında tutulması ve işgücünün dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

## TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

1. Denizdeki Petrol Döküntülerinin Havadan Gözlemlenmesi
2. Denizdeki Petrol Döküntülerinin Geleceği
3. Petrol Kirliliğine Müdahalede Vinç Kollarının Kullanımı
4. Petrol Döküntülerine İşlem Uygulanması Sırasında Dağıtıcıların Kullanımı
5. Petrol Kirliliğine Müdahalede Sıyırıcı Kullanımı
6. Petrolün Kıyı Şeritlerinde Fark Edilmesi
7. Petrolün Kıyı Şeritlerinden Temizlenmesi
8. Petrol Döküntüsüne Müdahalede Emici Maddelerin Kullanımı
9. Petrolün ve Kalıntının Bertaraf Edilmesi
10. Petrol Döküntülerinde Liderlik, Kumanda VE Yönetim
11. Petrol Kirliliğinin Balık Yatakları ve Deniz Kültürü Üzerindeki Etkileri
12. Petrol Kirliliğinin Sosyal ve Ekonomik Faaliyetler Üzerindeki Etkileri
13. Petrol Kirliliğinin Çevre Üzerindeki Etkileri
14. Denizdeki Petrol Döküntülerinde Numune Alma ve İzleme
15. Petrol Kirliliği Tazminat Taleplerinin Hazırlanması ve Sunulması
16. Denizdeki Petrol Döküntüleri için Acil Durum Planlaması
17. Denizdeki Kimyasal Olaylara Müdahale

Uluslararası Tanker Sahipleri Kirlilik Federasyonu Limited (ITOPF) petrol, kimyasallar ve diğer tehlikeli maddelerin denize kazara dökülmesine etkili bir şekilde müdahale edilmesini desteklemek için dünyadaki gemi sahipleri ve sigortacıları adına kurulan kar amacı gütmeyen bir kuruluştur. Teknik hizmetler acil durum müdahalesi, temizlik teknikleri hakkında tavsiye, kirlilik hasar değerlendirmesi, kazara dökülmeye müdahale planlamasına yardım ve eğitim sağlanmasını içermektedir. ITOPF, denizde petrol kirliliği hakkında kapsamlı bir bilgi kaynağıdır ve bu kitapçık ITOPF'un teknik personelinin deneyimini temel alan bir dizinin birincisidir. Bu kitapçıkta bilgiler ITOPF'tan önceden açık izin alınarak kopyalanabilir. Daha fazla bilgi için lütfen temasa geçiniz:



### ITOPF Ltd

1 Oliver's Yard, 55 City Road, Londra EC1Y 1HQ, İngiltere

Telefon: +44 (0)20 7566 6999  
24 Saat: +44 (0)20 7566 6998

E-posta: [central@itopf.org](mailto:central@itopf.org)  
Web: [www.itopf.org](http://www.itopf.org)