

PETROL DÖKÜNTÜLERİNE İŞLEM UYGULANMASI SIRASINDA DAĞITICILARIN KULLANIMI

TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

4



Giriş

Dağıtıcı madde uygulamasının temel amacı su yüzeyindeki bir petrol tabakasının su sütununda hızlı bir şekilde sulandırılmış hale gelen ve daha sonra doğal olarak otaya çıkan mikro organizmalar tarafından ayrıştırılan çok sayıda küçük damlacığa bölünmesidir. Uygun bir şekilde kullanıldığında dağıtıcı maddeler kazara dökülen bir petrole etkili bir müdahale olabilmektedir ve önemli hassas kaynaklara verilen hasarı en aza indirebilmekte veya önleyebilmektedir.

Petrol özellikleri, deniz ve hava koşulları, çevresel hassasiyetler ve dağıtıcı madde kullanımı hakkındaki ulusal yönetmelikler hesaba katılarak diğer müdahale teknikleriyle birlikte dağıtıcı maddelerin kullanımının üzerinde dikkatli bir şekilde düşünülmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda, özellikle diğer denizde müdahale teknikleri hava koşullarıyla veya kaynakların mevcudiyetiyle sınırlandırıldığında, dağıtıcı maddelerin kullanılması sayesinde kayda değer çevresel ve ekonomik faydalar elde edilebilmektedir.

Bu kitapçıkta su yüzeyinde yüzen petrol tabakasının üzerinde denizde gemi kaynaklı kazara petrol dökülmelerine müdahale için mevcut olan bir dizi seçenektен birisi olarak dağıtıcı maddelerin kullanımı ve sınırlamaları hakkında bir genel bakış sağlanmaktadır.

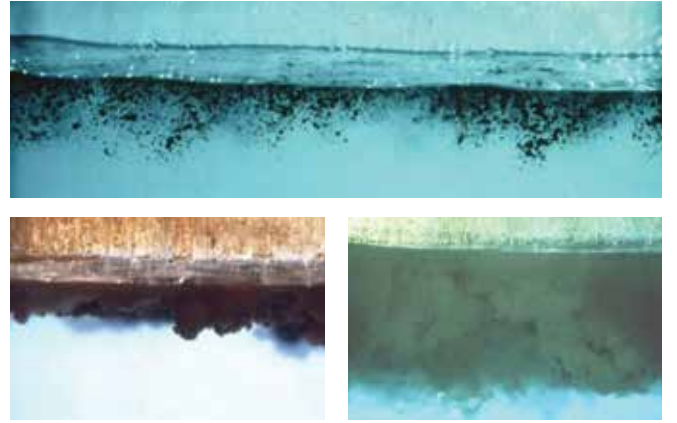
Dağıtma mekanizması ve dağıtıcı madde bileşimi

Deniz yüzeyine bir petrolün kazara dökülmesinden sonra, su yüzeyinde sonuç olarak ortaya çıkan petrol tabakası su sütununun içerisinde doğal olarak dağılabilmektedir. Bunun meydana gelme derecesi kazara dökülen petrolün türüne ve denizin karıştırma enerjisine bağlı olmaktadır. Akışmazlığı daha düşük olan petroler doğal yollarla dağılmaya akışmazlığı daha yüksek olanlardan daha fazla yatkın olmaktadır. Genel olarak, ham petroler yağ yakıtlardan daha büyük bir derecede dağılacaktır.

Doğal dağılım, dalgalar ve rüzgarın sağladığı karıştırma enerjisi petrol/su yüzeyinde yüzey geriliminin üstesinden gelmek ve su yüzeyindeki petrol tabakasını değişken ebatlarda damlacıklara bölmek için yeterli olduğunda gerçekleşmektedir (Şekil 1a). Daha büyük petrol damlacıkları daha hızlı bir şekilde yeniden yüzeye çıkacaktır ve su yüzeyinde yeniden bir petrol tabakası oluşturmak için birleşecektir. Daha küçük damlacıklar dalga hareketi ve türbülans nedeniyle su sütunu içerisinde asılı kalacaktır ve daha sonra yüzey altı akıntılarla seyreltilecektir.

Doğal dağılım süreci orta şiddette dalgalı denizlerde, kırılan dalgalarla ve 5 m/sn (10 deniz mili) üstünde ve rüzgarlarla gerçekleşmektedir. Örneğin, İngiltere'nin Shetland şehrinde, 1993 yılında BRAER tankerinin karaya oturması boyunca şiddetli fırtına koşulları çok düşük akışmazlıkta olan 85,000 ton Gulfaks ham petrolünden oluşan kargonun büyük bir çoğunluğunun asgari kıyı hattı etkisiyle birlikte doğal olarak dağıtılmasına neden olmuştur.

Dağıtıcı maddeler petrol/su ara yüzünde yüzey gerilimini azaltarak, dalga hareketinin çok daha fazla küçük petrol damlacıkları oluşturmasını daha kolaylaştırarak doğal dağılımı artırmak üzere tasarlanmaktadır (Şekil 1b ve Şekil 1c). Dağıtıcı maddeler, bir eritici maddede sıvının yüzey gerilimini düşüren etken maddelerin (yüzey etken maddeler) bir karışımıdır. Eritici madde iki işleve sahiptir: püskürtülebilmesi için yüzey etken maddenin akışmazlığının azaltılması ve yüzey etken maddenin su yüzeyindeki petrol tabakasının içerisine nüfuzunun geliştirilmesi.

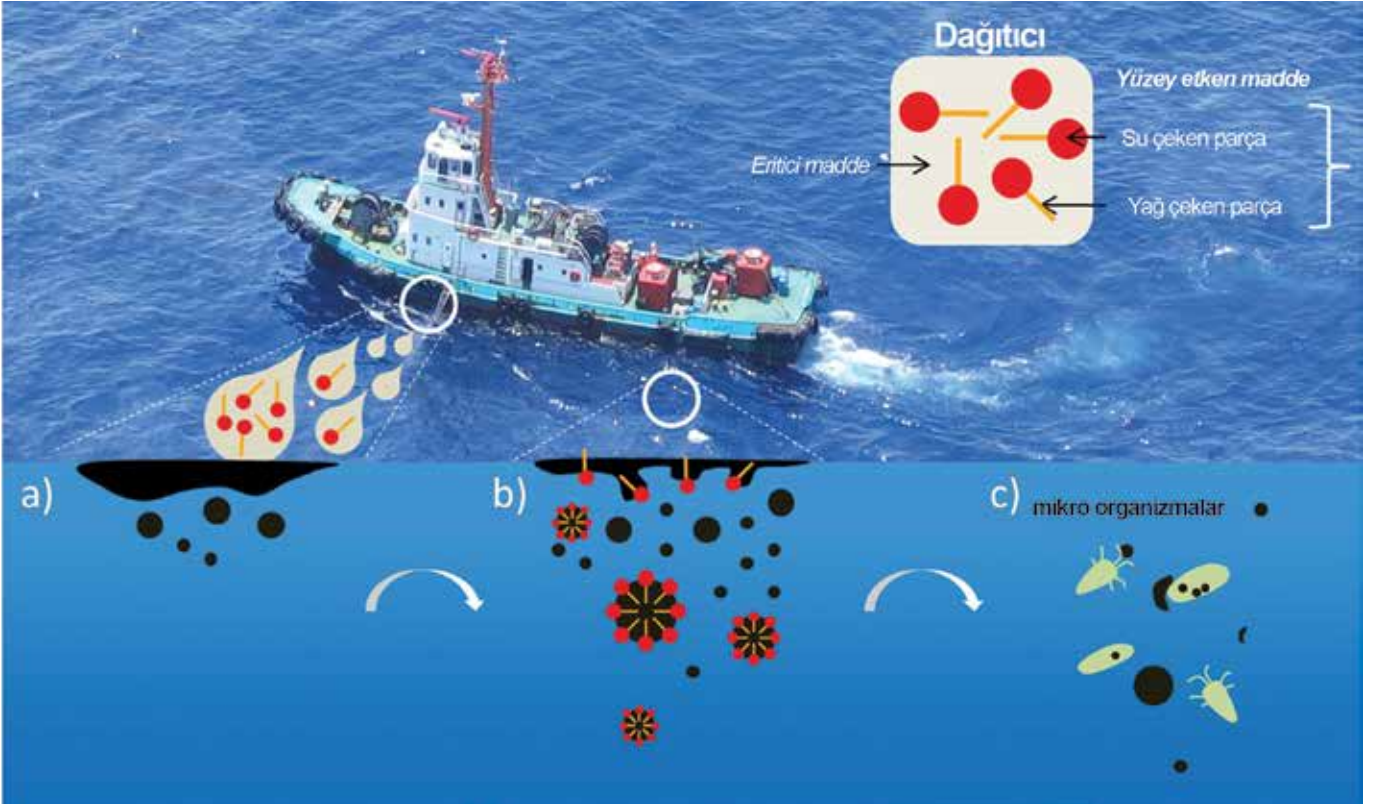


▲ Şekil 1: Laboratuvar koşullarında başarılı bir dağıtma işlemi. a) Dağıtıcı madde olmaksızın petrol (doğal dağılım), b) Dağıtıcı maddeyle birlikte petrol ve c) Birkaç saniye sonra hızlı bir şekilde seyreltme gösteren dağıtıcı madde ile birlikte petrol. (Görüntüler Deft Sıvı Bilimleri Enstitüsünün izniyle yayınlanmıştır).

Her bir yüzey etken madde molekülü yağ çeken bir parça (yağa çekilen) ve su çeken (suya çekilen) bir parça içermektedir. Petrol üzerine püskürtüldüğünde, yağ çeken parça petrolün içinde ve su çeken parça suyun içinde olsun diye eritici madde yüzey etken maddeyi petrolden moleküllerin yeniden düzenlendiği petrol/su ara yüzüne taşımakta ve dağıtmaktadır. Bu petrol/su ara yüzünün yüzey gerilimini azaltmaktadır, bu da dalga enerjisiyle birlikte su yüzeyindeki petrol tabakasından damlacıkların kopmasıyla sonuçlanmaktadır. Su sütununun içerisinde asılı kalmaya yetecek kadar küçük olan damlacıklar yüzeyin altında dağıldığı görülen tipik bir kahve renginde kümeler meydana getirmektedir (Şekil 1c).

Etkili bir dağıtmanın elde edilmesi için, petrol damlacık boyutunun $1\mu\text{m}^*$ ile $70\mu\text{m}$ aralığına olması, en kararlı ebadın $45\mu\text{m}$ 'den az olması gerekmektedir. Bu ebat aralığındaki damlacıkların yüzeye doğru yükseldiği hız, askıda kalmaları ve petrol ve dağıtıcı madde karışımının su sütununun en üstteki birkaç metre içerisinde hızlı bir şekilde seyrelmesi için denizdeki türbülansla dengelenmektedir. Damlacık yüzeyindeki yüzey etken madde moleküllerinin mevcudiyeti ve petrol damlacıklarının seyreltikçe ve ayrıldıkça temasa

* μm = micro metre = 10^{-6} metre. $1\mu\text{m}$ = 0.001mm



▲ Şekil 2: Kimyasal dağılım süreci: a) Yüzey etken maddeleri ve eritici madde içeren dağıtıcı madde petrol üzerine püskürtülmektedir, eritici madde yüzey etken maddeyi petrolün içerisine taşımaktadır; b) Yüzey etken madde molekülleri petrol/su ara yüzüne göç etmektedir ve yüzey gerilimini azaltmaktadır, küçük petrol damlacıklarının su yüzeyindeki petrol tabakasından kopmasına olanak sağlamaktadır; c) Dağıtıcı maddeler türbülansın karıştırması sayesinde dağılmaktadır ve nihayetinde bakteri ve mantar gibi doğal olarak ortaya çıkan mikro organizmalar tarafından bozundurulmaktadır. Bu son aşamanın başarıya ulaşması günler veya haftalar gerektirebilmektedir.

geçme olasılığını azalması su yüzeyinde yeniden birleşme ve yeniden tabaka oluşturma ihtimalini en aza indirmektedir.

Bir dizi deniz mikro organizması tarafından biyolojik bozundurma sadece damlacık yüzeyinde meydana gelebilmektedir çünkü organizmalar petrolde değil suda mevcut olmaktadır. Daha küçük çeşitli petrol damlacıklarının meydana gelmesi petrolün yüzey alanını ve bu nedenle de biyolojik bozunma için mevcut olan alanı artırmaktadır. Örneğin, tamamı 45 µm çapında olan 10.000 damlacık içerisinde dağıtılan 1 mm'lik bir damlacık orijinal damlacığın yüzey alanından 30 kat daha büyük olan bir yüzey alanı ile sonuçlanabilmektedir. Uygulamada, dağıtılan damlacıkların tamamı aynı boyutta olmamaktadır ancak daha büyük damlacıklardan küçük olan birçok daha küçük damlacığın mevcut olacağı şekilde dağıtılmaktadırlar, biyolojik bozunma imkanını büyük ölçüde artırmaktadırlar.

Dağıtıcı madde sınıflandırması

Dağıtıcı maddeler nesillerine ve türlerine göre sınıflandırılmaktadır. Birinci nesil ürünler 1960'lı yıllarda piyasaya sürülmüştür ve suda yüksek zehirliliği olan, sanayi kullanımına uygun temizlik maddeleri ve gres yağından arındırıcılara benzerdir. Kazara dökülen petrol müdahalesinde artık kullanılmamaktadırlar.

Birinci tür dağıtıcı maddeler olarak da isimlendirilen ikinci nesil dağıtıcı maddeler gemilerden püskürtülerek, denizde kazara dökülen petrolerin işleme tabi tutulması için özel olarak tasarlanmıştır. Aromatik içeriği düşük olan veya hiç olmayan bir hidrokarbon eritici madde ve tipik olarak %15 ila %25 yüzey etken madde içermektedirler. Ön damıtma işlemiyle uygulamalarında deniz suyu etkisiz hale getirdiğinden sulandırılmamış (sek) bir şekilde uygulanmak üzere tasarlanmaktadır. Aynı zamanda 1:1 ve 1:3 arasında

yer alan yüksek bir doz oranı (dağıtıcı maddenin petrole oranı) gerektirmektedirler. Birinci nesil dağıtıcı maddelerden daha düşük zehirliliğe sahip olmakla birlikte daha az etkilidirler ve üçüncü nesil dağıtıcı maddelerden daha zehirli olabilmektedirler. Birçok ülkede, birinci tür dağıtıcı maddeler artık kullanılmamaktadır.

Üçüncü nesil dağıtıcı maddeler iki veya daha fazla yüzey etken maddenin glikol ve hafif petrol damıtık eritici maddelerle bir karışımını içermektedir. Kullanılan en yaygın yüzey etken maddeler iyonik olmayan (yağ asidi esterleri ve etoksilli yağ asidi esterleri) ve anyonik (sodyum alkil sülfosüksinat) maddelerdir. Eritici madde içerisindeki yüzey etken madde yoğunluğu %25 ve %65 arasında yer almaktadır ve birinci tür ürünlerden daha yüksek olma eğilimindedir.

Üçüncü nesil dağıtıcı maddeler ikinci ve üçüncü tür dağıtıcı maddelere bölünebilmektedir. Her iki tür değişik dağıtıcı maddelerdir. Bununla birlikte, ikinci tür dağıtıcı maddeler genel olarak kullanım öncesinde deniz suyuyla, tipik olarak %10 dağıtıcı maddeyle seyreltilmektedir fakat etkili olmak için 2:1 ila 1:5'lik (dağıtıcı madde/su karışımının petrole oranı) yüksek bir doz miktarı gerektirmektedir. Bu seyreltme gereksinimi gemilerden uygulama için kullanımlarını sınırlandırmaktadır. Üçüncü tür dağıtıcı maddeler sek olarak kullanılmaktadır ve öncelikle uçaktan uygulamanın etkili olmasına olanak sağlamak için geliştirilmişlerdir ama aynı zamanda gemilerden de kullanılabilirlerdir. Bir kaza boyunca denemelerin bir sonucu olarak tespit edilen ideal uygulama oranıyla birlikte 1:5 ve 1:50 (sek dağıtıcı maddenin petrole oranı) arasındaki doz uygulama oranları. Üçüncü nesil, üçüncü tür dağıtıcı maddeler şimdi en yaygın olarak mevcut dağıtıcı maddelerdir.

Dağıtıcı maddelerin sınırlandırılması

Dağıtıcı maddenin verimi belirli fiziki ve kimyasal parametrelerle sınırlanmaktadır, bunların en önemlisi deniz koşulları ve petrol özellikleridir. Bu sınırlandırmaların farkında olunması dağıtıcı madde kullanımı uygun olduğunda koşulların tespit edilmesi için önem arz etmektedir.

Deniz Koşulları

Dağıtıcı maddelerin denizde başarılı bir şekilde kullanılması için asgari miktarda dalga enerjisi gerekmektedir. Bu asgari gereksinimin altında, dağıtılan petrol damlacıkları yeniden yüzeye çıkabilmektedir ve yüzde bir petrol tabakası oluşturabilmektedir. Ayrıca, şiddetli deniz koşullarında, petrol kırılan dalgalarla suyun içine batırılabilir, dağıtıcı madde ve petrol arasında doğrudan temas olmasını engellemektedir ve dağıtıcı maddenin etkisi azalacaktır. Sahadaki denemelerin sonuçları, 4-12 m/s (8-25 deniz mili, Beafot Ölçeğinde 3-6) arasında bir rüzgar hızının en iyi seviye olduğuna işaret etmektedir.

Dağıtıcı maddeler öncelikle yaklaşık olarak binde 30-35'lik bir tuzluluğa sahip deniz suyunda kullanılmak üzere imal edilmektedir. Performans, 5-10 ppt altında yer alan bir tuzlulukla, özellikle önceden seyreltilmiş bir dağıtıcı madde uygulanırken hafif tuzlu sularda hızlı bir şekilde azalacaktır. Benzer bir şekilde, verim aynı zamanda tuzluluk 35 pp üstüne çıktığında da etkilenmemektedir. Tatlı suda etki çarpıcı bir biçimde azalmaktadır çünkü yüzey etken maddeler petrol/ su ara yüzünde dengelenmek yerine petrol tabakasından su sütununun içine doğru göç etme eğilimindedir. Bununla birlikte, bazı dağıtıcı maddelerin formülü tatlı suda kullanılmak üzere özel olarak hazırlanmıştır. Nehirler ve

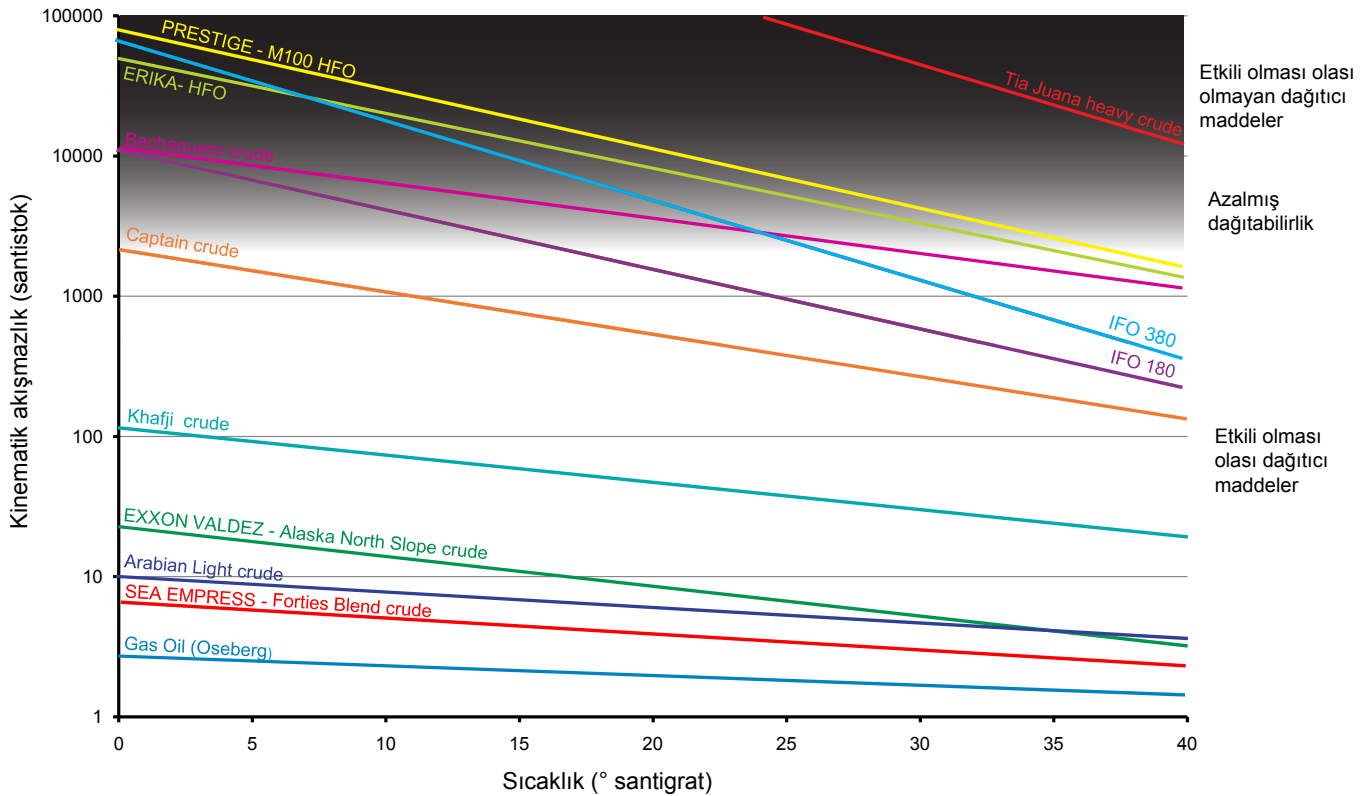
göller gibi kapalı bir tatlı su sisteminde, dağıtılan petrolün yeterli bir seyreltmesinin elde edilmesi için yeterli derinlik veya su alışverişi olup olmadığı gibi diğer etkenlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Petrol özellikleri

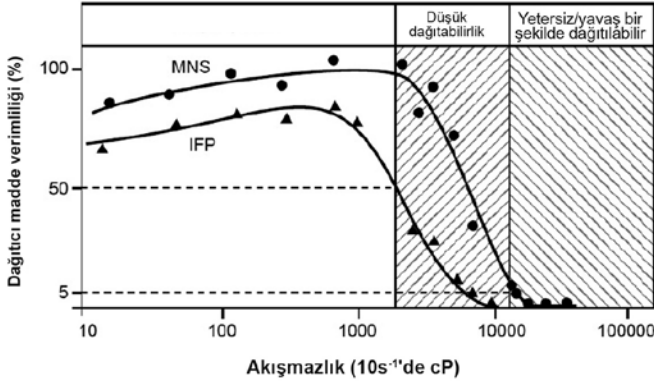
Petrol özellikleri ve bu özelliklerin denizde hava etkisiyle aşınma nedeniyle değişme tarzı dağıtıcı maddelerin kullanımının başarılı olmasının olası olup olmadığı değerlendirilirken önem arz etmektedir. Akışkanlık ve bir petrolün akma noktası petrolün kolay bir şekilde dağılma ihtimalinin ne kadar olduğunun iyi bir göstergesini sağlamaktadır.

Dağıtıcı maddenin verimliliği petrol akışmazlığı arttıkça azalmaktadır (Şekil 3 ve Şekil 4). Taze, hafif ile orta derecede ham petrolerin (Denizde Kazara Dökülen Petrolerin Akıbeti hakkında ayrı ITOF belgesinde tanımlandığı gibi ikinci veya üçüncü grup petroler) genel olarak çoğu deniz sıcaklığında kolaylıkla dağıtılabılır olduğu düşünülmektedir. Dağıtım işlemi için üst sınıra daha ağır petrolerle (dördüncü grup petroler) ulaşılması olasıdır. Genel bir kılavuz olarak, dağıtıcı maddelerin çoğunun kazara döküldükleri esnada 5.000 - -10.000 santistok (cSt) üstünde bir akışmazlık için etkili olması olası değildir. Kazara dökülmüş olan petrolün akışmazlığı öncelikle buharlaşma ve sütsüleşme olmak üzere hava etkisiyle aşınma etkileri nedeniyle artış gösterecektir. Sonuç olarak, tazeyken dağıtılabılır olan petroler sonradan dağıtılamayabilmektedir. Zamanla petrolün özelliklerinde hava etkisiyle aşınmanın neden olduğu değişiklikler dağıtıcı maddelerin başarılı bir şekilde uygulanması fırsatının sınırlı olduğu anlamına gelmektedir. Mevcut zaman veya "fırsat kapısı" genel olarak işin içine dahil olan petrolün türüne ve çevresel koşullara bağlı olarak birkaç saatten birkaç güne kadar değişiklik göstermektedir.

Benzer bir şekilde, ortam sıcaklığından daha yüksek



▲ Şekil 3: 10 petrol için petrolün akışmazlığı ve deniz sıcaklığı arasındaki ilişki. Grafikte sütsüleşme nedeniyle akışmazlıktaki artışlar hesaba katılmamaktadır. ERIKA (Fransa, 1999) ve PRESTIGE (İspanya, 2002) gemilerinden kazara dökülen petrol dahil olmak üzere akışmazlığı yüksek olan petroler genel olarak dağıtılabılır değildir. Birçok ham petrol, SEA EMPRESS (Galler, 1996) ve EXXON VALDEZ (Alaska, 1989) gemilerinden kazara dökülenler dahil olmak üzere genel olarak dağıtılabılırdir. Benzin gibi daha hafif ürünler genel olarak dağıtıcı maddeler kullanılmaksızın kolaylıkla dağıtılabılır (ve buharlaşacaktır).



▲ Şekil 4: Bir dizi petrol ve asıltı sıvı için dağıtıcı madde verimliliği ve petrol akışmazlığı arasındaki ilişki. 5.000 - 10.000 santipoz arasında bir akışmazlığa sahip olan petrolerin dağıtılması dahaz zor bir hal almaktadır ve 10.000 cP üzerindeki olanlar genel olarak dağıtılamamaktadır. Her iki eğilim çizgisi farklılık gösteren MNS ve IFP test yöntemlerinin kullanımından kaynaklanmaktadır. (Santipoz = Santistrok x yoğunluk) (Grafik SINTEF'in izniyle yayınlanmıştır).

olan bir akma noktasına sahip olan petroler genel olarak ısıtılmış bir şekilde taşınmaktadır ve kazara dökülme halinde soğuduklarından akışmazlıkları hızlı bir şekilde artacaktır, genellikle yarı katı hale gelmektedirler. Genel bir kural olarak, deniz yüzeyi sıcaklığına yakın veya deniz yüzeyi sıcaklığından daha yüksek bir akma noktası olan petroler dağıtılabilir olmayacaktır.

Akma noktası yüksek olanlar dahil olmak üzere yüksek bir akışmazlığa sahip petroler ister doğal olarak isterse dağıtıcı maddelerin uygulanmasından sonra kolay bir şekilde dağılmayacaktır çünkü petrolün mekanik direnci su yüzeyindeki petrol tabakasından küçük damlacıkların kopmasını engellemektedir. Ayrıca, dağıtıcı maddeler genel olarak bu petroler üzerinde etkisiz olmaktadır çünkü sürüklenmeden veya aşağıda suda kaybolmadan önce petrolün içerisine nüfuz edememektedirler, başarılı bir dağıtımla (Şekil 6) belirgin ölçüde çelışen beyaz bir kümeyle nitelendirilmektedir (Şekil 5). Dağıtıcı madde formülleri, akışmazlık aralığının genişletilmesi ve akışmazlığı yüksek olan petroler üzerindeki verimliliklerinin geliştirilmesi için sürekli olarak gelişmektedir. Örneğin, eritici madde nüfuzunun teşvik edilmesi için petrolle temasın uzatılması amacıyla jel biçiminde dağıtıcı maddeler geliştirilmektedir.

Bazı petroler, yağ içinde su asıltı sıvıları (özellikle nispeten



▲ Şekil 5: Dağıtıcı madde ile ağır bir petrolün tabii tutulduğu işlemin etkisizliği suda beyaz bir küme ile kendisini göstermektedir. Petrol etkilenmemiş bir şekilde kalmaktadır.

yüksek bir asfaltten içeriğine (> %0,5) sahip olanlar ve milyonda 15 parçadan (ppm) daha büyük olan birleştirilmiş bir nikel/vanadyum yoğunluğu) oluşturmaya özellikle yatkın olmaktadır. Bununla birlikte, asıltı sıvı kararlı değilse, derişik dağıtıcı maddeler suyu serbest bırakarak ve ikinci bir dağıtıcı madde tarafından dağıtılabilecek olan nispeten sıvı bir petrolün meydana gelmesine olanak sağlayarak asıltı sıvıyı parçalayabilmektedir. Asıltı sıvı başarılı bir şekilde parçalanmışsa, yansıtıcı saf petrol beneklerinin gözlemlenmesi gerekmektedir.

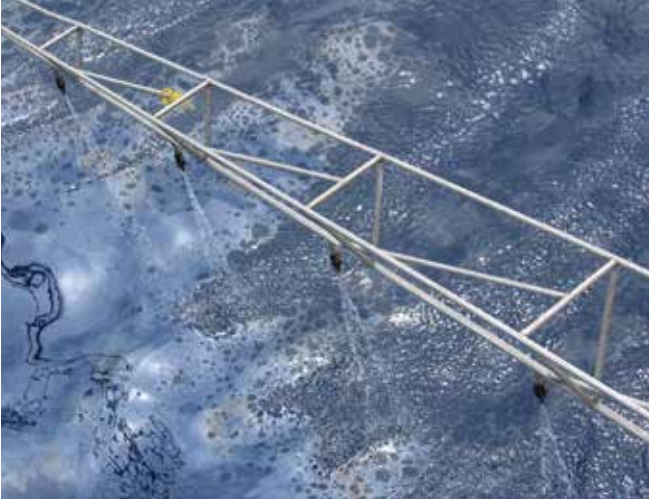
Mazot, benzin ve kerosen gibi hafif ürünler kolaylıkla asıltı sıvılar üretmemektedir fakat dağıtıcı maddelerin kullanılmasına ihtiyaç olmaksızın su yüzeyi üzerinde hızlı bir şekilde buharlaşan veya dağılan çok ince petrol şeritleri veya parlaklıkları oluşturmak için yayılmaktadır. Buna bakılmaksızın, bir ham petrolden veya yağ yakıttan türetilen hafif ürünler üzerinde veya parlaklıklar üzerinde dağıtıcı maddelerin kullanılması tavsiye edilmemektedir çünkü dağıtıcı madde damlacıkları ince film şeridinden altında yatan suyun içerisine doğru "delip" geçmektedir ve petrolün "sürü halinde toplanmasına" neden olmaktadır. Su içerisinde dağıtıcı madde petrol şeridinin derhal geri çekilmesine neden olmaktadır, dağıtım için yanılıya düşülmemesi gereken açık bir su alanı meydana getirmektedir (Şekil 7). Formülü madeni yağlar üzerinde kullanılmak üzere hazırlanan dağıtıcı maddelerin hurma ağacı yağı veya kolza tohumu yağı gibi mineral olmayan yağlar üzerinde az etkisinin olduğu veya hiçbir etkisinin olmadığı gösterilmiştir.

Dağıtıcı madde seçimi

Dağıtıcı maddeler farklı formüllerle imal edilmektedirler ve verimlilikleri petrol türüne göre değişiklik göstermektedir. Belirli bir petrol için bir dağıtıcı maddenin bir diğerine göre etkisinin derecelendirilmesi için laboratuvar testleri gerçekleştirilebilmektedir ve bazı ülkeler üretilen ve işlenen petrolerin türlerinin bilindiği petrol üretim tesislerinin ve petrol terminallerinin işletmecilerinin işe dahil olan petroler için etkili dağıtıcı maddeyi tespit etmek için araştırmalar yapmasını talep etmektedir. Bununla birlikte, denizdeki koşulların doğru bir şekilde yeniden oluşturulması bir laboratuvar ortamında güç olduğundan, denizde dağıtılabilecek olan petrol miktarının tahmin edilmesi için bu araştırmalardan sonuçların tahmini yapılırken dikkatli olunması tavsiye edilmektedir. Planlama amacıyla, üçüncü tür derişik dağıtıcı maddenin petrole oranı olarak 1:20'ik bir doz miktarı yaygın olarak kullanılmaktadır ve bunun başarılması için genellikle püskürtme donanımları önceden yapılandırılmaktadır. Bu doz miktarı bazen taze



▲ Şekil 6: SEA EMPRESS gemisinden kazara dökülme boyunca Forties ham petrolüne uygulama sonrasında başlayan dağılma. (Görüntü AEA Teknoloji'nin izniyle yayınlanmıştır).



▲ Şekil 7: Gemiye takılmış olan püskürtme kollarından dağıtıcı maddenin parlaklıklar üzerine uygulanması, petrolün dağılmasından ziyade sürü halinde toplanmasına yol açmaktadır.



▲ Şekil 8: Bir römorkör üzerinde yangın ekranlarının kullanıldığı dağıtıcı madde uygulaması, dağıtıcı madde düz olmayan yayılımını ve rüzgarın etkisini göstermektedir.

petroller için azaltılabilmekte ve bunun aksine birden fazla uygulamanın gerekli olabileceği akışmaz veya sütsüleşmiş petroller için artırılabilir.

Diğer müdahale yöntemleriyle uyumsuzluk

Büyük bir vakada, dağıtıcı madde kullanımının üst üste binmemesi ve diğer müdahale teknikleriyle çelişmemesinin sağlanması için tüm müdahale eylemlerinin eş güdümlü olarak düzenlenmesi önem arz etmektedir. Örneğin, su sütununun içerisinde dağıtılan petrol engeller tarafından kontrol altına alınamamakta veya süpürücüler tarafından geri toplanamamaktadır. Buna ilaveten, petrolün nispi yüzey geriliminin bir sonucu olarak petrol polipropilen gibi birçok emici maddeye yapışmaktadır. Petrolün yüzey gerilimi dağıtıcı maddelerle değişikliğe uğratıldığından, emici malzemelerin verimliliği dağıtıcı maddelerin kullanımıyla kayda değer bir şekilde azalabilmektedir. Yağ çeken süpürücüler, dağıtıcı maddelerle birlikte kullanıldığında benzer bir şekilde etkilenecektir.

Uygulama yöntemleri

Dağıtıcı maddeler açık suda kazara dökülmüş olan petrole gemilerden veya uçaktan uygulanabilmektedir. Büyük çok

motorlu uçak kıydan uzak yerde büyük miktarda kazara dökülmelere uygulama için taşıma kapasitesi anlamında avantajlar sunmaktadır fakat gemiler, helikopterler ve hafif uçaklarla birlikte kıyıya daha yakın daha küçük miktarda kazara dökülmelerin ele alınması için uygun olabilmektedir.

Püskürtme sistemlerinin doğru ebatta dağıtıcı madde tanecikleri dağıtması önem arz etmektedir. Taneciklerin rüzgarın sürüklenme etkilerinin ve buharlaşma kaybının üstesinden gelmeye yetecek kadar büyük olması gerekmektedir fakat petrol/su ara yüzüne doğru hareket etmekten ziyade petrolü delip geçecek kadar büyük olmamaları gerekmektedir. En uygun dağıtıcı madde tanecik boyutu çap olarak 600 ve 800 m arasında yer almaktadır.

Su veya parlaklık üzerine püskürtülen dağıtıcı madde etkisiz olacaktır ve maliyetli kaynakların israfı olacaktır. Sonuç olarak, petrol hava etkisiyle aşınmadan önce veya deniz koşullarındaki değişiklikler dağıtıcı maddeleri etkisiz hale getirmeden önce su yüzeyindeki petrol tabakasının en kalın kısmının hızlı bir şekilde hedef alınması gerekmektedir.

Gemiden püskürtme

Gemilerden püskürtülen dağıtıcı maddeler genel olarak püskürtme kolları üzerine takılan bir grup püskürtücü başlık sayesinde uygulanmaktadır. Dizel veya elektrikli pompalar dağıtıcı maddeyi bir depodan kolun uzunluğu boyunca daima



▲ Şekil 9: Kıydan uzak bir platformdan kazara dökülen ham petrol üzerine kanat altı püskürtme kolundan dağıtıcı madde püskürten bir çekici hava aracı. (Görüntü Mark Hamilton Fotoğrafçılık'ın izniyle yayınlanmıştır).



▲ Şekil 10: Çok motorlu bir uçaktan dağıtıcı madde uygulaması. Burada, sığ sularda uygulamanın faydalı olduğu düşünülmüştür.



▲ Şekil 11: Altına asılmış bir püskürtme sistemiyle kazara yeni dökülmüş bir yağ yakıtına yaklaşan bir helikopter. Etkili olması için daha alçak bir irtifadan uygulama gerekli olabilmektedir. (Görüntü Hindistan Sahil Güvenliği'nin izniyle yayınlanmıştır).

aynı tarzda püskürtme biçiminde damlacıkların üretilmesi için ayarlanan bir grup püskürtme başlığıyla donatılan püskürtme koluna aktarmaktadır. Püskürtme birimleri seyyar veya bir gemi üzerine kalıcı olarak kurulu olabilmektedir ve ister seyreltilmemiş isterse deniz suyuyla seyreltilmiş dağıtıcı madde dağıtmak için sistemler mevcuttur.

Püskürtme kolları petrolü püskürtme modelinin veya püskürtme alanının genişliğinin ötesine iten pruva dalgasının önlenmesi için geminin mümkün olduğunca önüne takılırsa daha etkili bir şekilde çalışmaktadır. Püskürtme kollarının pruva üzerine takılması geminin daha hızlı gitmesine olanak sağlamaktadır çünkü derinlik seviyesi pruvada daha büyüktür ve aynı zamanda püskürtme kollarının daha uzun yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu da karşılama oranını, örneğin sınırlı bir dağıtıcı madde taşıma kapasitesiyle, işleme tabi tutulabilecek olan petrol miktarını en iyi hale getirmektedir. Bununla birlikte, kollar çok uzunsa gemi kabarmada yalpaladığında hasar alma tehlikesi altında olmaktadır.

Yangın hortumları veya yangın ekranları (Şekil 8) bazen su akıntısında seyreltilen derişik dağıtıcı maddelerin uygulanması için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, çok yüksek debiler nedeniyle dağıtıcı maddenin en iyi hale getirilmiş seyreltilmesinin elde edilmesi güç olmaktadır ve dağıtıcı maddenin daima aynı tarzda püskürtülen tanecikler olarak uygulanması güçtür. Püskürtülen suyun basıncının yüksek olması dağıtıcı maddenin petrolün bir yanından öbür yanına zorlanması tehlikesi taşımaktadır. Bu yüzden, yangın ekranlarının dağıtıcı madde israfına ve amaca uygun bir şekilde özel olarak değişikliğe uğratılmadıkça uygulamanın etkisiz olmasına yol açması muhtemeldir.

Gemiler dağıtıcı madde püskürtülmesi için avantajlar sunmaktadır çünkü kolaylıkla bulunabilmektedirler, yüklenmektedirler ve dağıtıcı maddeyi su yüzeyindeki bir petrol tabakasının belirli alanlarına oldukça doğru bir şekilde uygulayabilmektedirler. Uçağa göre maliyet avantajları vardır ve daha büyük yükler taşıyabilmektedirler. Buna rağmen, düşük işlem hızı ve bir geminin köprüsünden en ağır petrol yükünüklerinin yerleştirilmesinin güç olması nedeniyle, bir gözcü uçaktan çalışma yönlendirilerek bu son sorunun üstesinden kısmen gelinebilmesine rağmen, özellikle daha büyük kazara dökülmeler için ciddi kısıtlamalara da sahiptirler.

Havadan püskürtme

Dağıtıcı maddelerin uçaktan uygulanması hızlı müdahale, yüksek işlem oranları ve dağıtıcı maddenin en iyi hale getirilmiş kullanımı faydaları sağlamaktadır. Geniş anlamda, sabit kanatlı uçak sınıfı kullanılmaktadır: zirai veya bitkilere zarar veren böceklerin kontrol altına alınması amacıyla yapılan çalışmalar için tasarlanan, dağıtıcı madde uygulaması için küçük değişiklikler gerektirenler (Şekil 9), dağıtıcı madde uygulamasına özel olarak uyarlanmış olanlar ve takılıp sökülebilir tankları olan kargo uçakları (Şekil 10). Bazı helikopterler sabit püskürtme kanatlarıyla uygun hale getirilmişken diğerleri genellikle büyük değişikliklere ihtiyaç duyulmaksızın, alta takılan kova şeklinde püskürtme sistemleri taşıyabilmektedir (Şekil 11). Helikopterler dağıtıcı maddeleri kıydan uzaktaki çalışmalar için bir gemiden veya kıydan uzaktaki bir petrol platformundan imkan dahilinde geri yükleyebilmektedir.

Belirli bir vaka için mükemmel uçak öncelikle kazara dökülmenin boyutu ve yerile belirlenecek olmakla birlikte yerel olarak bulunabilirliği hayati önem arz eden bir etken olacaktır. Uçağın düşük irtifalarda (büyük bir uçak için genellikle 15-30 metre) ve nispeten düşük hızlarda (25-75 m/s) güvenli bir şekilde çalışabiliyor olması ve hareket kabiliyetinin yüksek olması gerekmektedir. Yakıt tüketimi, kazara dökülme yeri ve hareket üssü arasındaki yük taşıma kapasitesi, geri dönüş süresi ve kısa ve baştan savma yapılmış iniş pistleri, bunların tamamı uygun uçak seçilirken önemli etkenler olmaktadır.

Üçüncü tür dağıtıcı maddeler, düşük doz miktarı (genel olarak 1:20 dağıtıcı madde petrol oranı) sınırlı yükün en iyi şekilde kullanılmasını sağladığından en çok havadan püskürtmeye uygun olmaktadır. Uçaktan püskürtme sistemleri dağıtıcı maddeyi bir depodan kontrollü bir oranda çeken ve uçağa takılı püskürtme kollarının içine pompalayan bir pompadan meydana gelmektedir. Dağıtıcı madde ya basınçlı başlıklar sayesinde ya da dağıtıcı madde taneciklerinin en iyi hale getirilmiş boyutta üretilmesi için tasarlanmış olan püskürtme kolu boyunca aralarında düzenli aralıklarla bırakılarak yerleştirilen rüzgar tahrikli dönel birimlerden boşaltılmaktadır. Her iki boşaltma birimi türü hafif uçakların ve helikopterlerin çoğunda kullanılabilir ancak daha büyük uçaklar basınçlı başlıklar kullanmaktadır.

Kıyı şeridinde uygulama

Hacimli petrol etkilenen kıyı şeridinden kaldırıldığında, kayalar, dağıtıcı madde bazen deniz duvarları ve diğer insan yapımı yapılar gibi sert yüzeylerden geriye kalan petrolün kaldırılması için temizleyici etken maddeler olarak kullanılmaktadır. Genel olarak elle çalıştırılan sırt çantasında taşınan sistemlerden uygulanmaktadır ve deniz suyuyla yıkamadan önce petrolün içerisinde güçlü bir biçimde fırçalanmaktadır. Dağıtılan petrol toplanmamaktadır ve bu nedenle dağıtıcı madde kullanımının kıyı şeritlerinde kullanımına izin verildiği hallerde, genel olarak çevresel kaygının düşük olduğu fakat hassasiyet değeri yüksek olan alanlarla sınırlandırılmaktadır. Görev için formülü özel olarak hazırlanmış sahil şeridi temizlik maddeleri de kullanılabilir. Bununla birlikte, bu ürünler petrol sızıntısının toplanması amacı taşıdığından dağıtıcı maddelerden farklı bir şekilde çalışmaktadır. Gres yağından arındırıcı maddeler genellikle motor dairesi temizliğinin üstesinden gelmek için gemilerde taşınmaktadır ve dağıtıcı maddeden daha zehirlidir ve denizde bir dağıtıcı madde olarak veya sahil şeride temizlik maddeleri olarak kullanılmamaları gerekmektedir.

Uygulama oranı

Uygun uygulama oranının hesaplanması için, etkili dağıtma için gerekli olan dağıtıcı maddenin petrole oranının belirlenmesi gerekmektedir. Bu, uygulama yöntemine, dağıtıcı madde türüne, petrol türüne ve hakim koşullara

bağlı olarak birinci tür dağıtıcı maddeler için 1:1'den üçüncü tür dağıtıcı maddeler için 1:50'ye kadar değişiklik gösterebilmektedir. Uygulama oranı aşağıdaki gibi iki aşamada hesaplanabilmektedir:

1. Ortalama kalınlık ve su yüzeyinde petrol tabakasının olduğu alanla ilgili gözlemler ve varsayımlar temel alınarak işleme tabi tutulacak olan petrolün tahmini.
2. Gerekli doz miktarına (dağıtıcı madde: petrol oranı) ulaşılması için ihtiyaç duyulan dağıtıcı madde miktarının hesaplanması.

Su yüzeyindeki bir petrol tabakasının içerisindeki petrolün kalınlığında büyük değişiklikler olmasına rağmen taze ham petrolerin çoğunun birkaç saat içerisinde yayıldığı, bu nedenle ortalama genel kalınlığın 0.1mm (10^{-4} m) olduğu bulunmuştur. Bu kalınlık genellikle çalışmaların planlanması için taban olarak kullanılmaktadır ve bir hektardaki ($10,000$ metre kare, 10^4m^2) hacmi aşağıdaki gibi vermektedir:

$$10^{-4}\text{m} \times 10^4\text{m}^2 = 1\text{m}^3 \text{ veya } 1,000 \text{ litre}$$

Petrol miktarlarının tahmin edilmesi hakkında daha fazla tavsiye, Petrolün Havadan Gözlemlenmesi hakkındaki ayrı bir ITOFP kitapçığında verilmektedir.

1:20'lik bir doz miktarı için, gereken dağıtıcı madde miktarı aşağıdaki gibi olabilir:

$$\text{Dağıtıcı madde miktarı} = 1000 \text{ litre petrol} / 20 = 50 \text{ litre.}$$

Bu nedenle, uygulama oranı 50 litre/hektar (4,5 İngiliz galonu/İngiliz dönümü) olabilir. Boşaltma oranı uygulama oranı (litre/ m^2) uçak veya geminin hızı (m/sn) ve püskürtme alanı (m) ile çarpılarak hesaplanabilmektedir.

Örneğin, 15 metrelik bir boşaltma alanıyla 45 m/sn'lik (90 deniz mili) seyahat eden bir uçaktan 50 litre/hektarlık (0.005 litre/ m^2) bir uygulama oranının elde edilmesi için gerekli olan boşaltma oranı aşağıdaki gibi olabilir:

$$\text{Boşaltma oranı} = 0.005 \text{ litre}/\text{m}^2 \times 15 \text{ m} \times 45 \text{ m/sn} = 3.37 \text{ litre/sn (veya yaklaşık olarak } 200 \text{ litre/dakika).}$$

Bu yüzden, 1:20'lik bir doz oranının elde edilmesi ve su yüzeyinde 0.1 mm kalınlıkta bir petrol tabakasının dağıtılması için, püskürtme sisteminin boşaltma oranının dakikada 200 litre olması gerekebilir. Aynı hesaplama gemi uygulaması için boşaltma oranının tespit edilmesi için yapılabilir.

Su yüzeyindeki petrol tabakasında petrol kalınlığındaki büyük değişim uygulamada en iyi hale getirilmiş doz uygulama miktarının değerlendirilmesinin imkansız olduğu anlamına gelmektedir. Uygulamalı ve en etkili çözüm su yüzeyindeki petrol tabakasının en kalın kısımlarının hedeflenmesidir. Yukarıda hesaplandığı gibi, hektar başına 50 litrelik uygulama oranlarının birçok durumda uygun olacağı bulunmuştur fakat farklı petrol türlerinin ve ayrıca su yüzeyindeki petrol tabakasının kalınlığını etkileyebilecek olan çevresel koşulların telafi edilmesi için ayarlama gerekli olabilmektedir. Uygulama oranı pompaların boşaltma hızı ve gemi veya uçağın hızı değiştirilerek ayarlanabilmektedir. Buna ilaveten, su yüzeyindeki bir petrol tabakasının işleme tabi tutulması için gerekli olan dağıtıcı madde hacminin tahminlerinde fazladan püskürtme için biraz ihtiyat payı bırakılarak bir petrolün en ağır birikintilerinin hedeflenebileceği doğruluğun hesaba katılması gerekmektedir.

Lojistik ve kontrol

Dağıtıcı madde uygulaması eğitimli operatörler ve ikmallerin tamamının yerinde olmasının sağlanması için bütün yönleriyle hazırlık gerektiren bir uzman çalışmasıdır. Çalışmaların etkili olması için kılavuzluk yapması ve püskürtten gemiler ve uçağın eşgüdümlü hale getirilmesi için gözcü uçak kullanılması arzu edilmektedir. Gözcü uçağın mürettebatının

su yüzeyinde en büyük tehlike arz eden petrol veya petrol tabakalarının en ağır yoğunluklarını tespit edebilmesi gerekmektedir. Hedefe doğru yönlendirilmeleri amacıyla, püskürtten uçağın veya gemilerin mürettebatlarıyla ve püskürtme işleminin dağıtıcı maddenin aşırı püskürtülmesinin ve israfının en aza indirilmesi amacıyla başlaması ve durmasının gerektiği noktaların tespit edilmesi için püskürtten uçakla iyi iletişime sahip olmaları gerekecektir. Püskürtme çalışmasının kendisi boyunca, gözcü uçak aynı zamanda uygulamanın doğruluğunun ve işlemin verimliliğinin tahmin edilmesi için de kullanılabilir. Bu işlevler, büyük dağıtıcı madde hacimlerini hızlı bir şekilde uygulayabilen çok motorlu büyük püskürtme uçağı yönlendirilirken özellikle önemli olmaktadır. Ekili uygulama için gerekli olan düşük irtifada, mürettebat özellikle su yüzeyindeki petrol tabakası parçalara ayrılmışsa petrol, parlaklık ve su arasında ayırt etme güçlükleri yaşayacaktır.

Güvenliğin sağlanması için havadan püskürtme işlemleri boyunca uçuşa yasak bölgelerin olması gerekmektedir. Deniz üzerinde düşük irtifada uçuş aşırı derecede zorlayıcı olabileceğinden kurtarma mürettebatları gerekli olabilir. Dağıtıcı maddenin yağlayıcı maddeleri, özellikle de helikopterlerin kuyruk pervanesindeki yağlayıcıları kirletmemesinin veya uçağın uçuş kontrol sistemlerinin açıkta kalan herhangi bir kauçuk aksamına vurmamasının sağlanması için uçağın düzenli aralıklarla kontrollerinin yapılması da tavsiye edilmektedir. Uçağın hem dağıtıcı maddenin hem de püsküren tuzlu suyun kaldırılması için tatlı suyla sık sık yıkanması tavsiye edilmektedir.

Püskürtme çalışmalarının gündüz uçuşları boyunca mevcut olan azami zaman boyunca devam etmesine olanak sağlanması için karada iyi örgütlü hazırlığa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu, karanlık saatler boyunca tatbik edilecek olan püskürtme donanımlarının ve uçağın düzenli bakımını gerektirebilmektedir. Tek bir yükün su yüzeyindeki bir petrol katmanını, özellikle sızıntı süreliyse işleme tabi tutmak için yeterli olması olası değildir ve gemilerin ve uçağın asgari gecikmeyle yeniden ikmal edilmesi amacıyla ek dağıtıcı madde tedarik edilesi ve uygun bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Benzer bir şekilde, özellikle uçak için ve yüksek kapasiteli pompalar ve karayolu tankerleri gibi gemilerin veya uçağın yüklenmesi için gerekli olan donanımlara yakıt tedarikinin iyice düşünülmesi gerekmektedir. Dağıtıcı maddelerin uzun vadeli depolanması için, plastik variller, depolar veya 1m^3 Ara Hacim Kapları (Şekil 12) tercih edilebilir. Doğrudan gün ışığına maruz bırakılmadıkça, ağız açılmamış bir şekilde depolanan dağıtıcı maddelerin yıllar boyu dayanması gerekmektedir. Bununla birlikte, ağız açıldığında, dağıtıcı maddenin verimliliği için



▲ Şekil 12: 1m^3 Ara Hacim Kaplarının kullanılması dağıtıcı maddenin doğrudan depolanmasına ve yüklenip-boşaltılmasına olanak sağlamaktadır. (Görüntü USCG'nin izniyle yayınlanmıştır).

düzenli aralıklarla test edilmesi gerekmektedir. İmalatçılardan tavsiyeler ürünün yoğunluk, akışmazlık ve parlama noktası gibi ana fiziki özelliklerinin bir kontrolüyle birlikte yıllık olarak görsel bir incelemeyi içermektedir. Bu fiziki parametreler kayda değer ölçüde değişmişse veya son kullanma tarihi geçmişse, laboratuvarda bir dağıtıcı madde verimlilik testinin yapılması gerekmektedir.

Farklı türlerde, yaşlarda veya markalardaki dağıtıcı maddelerin aynı depoda veya depolama kabında karıştırılmaması gerekmektedir çünkü bu dağıtıcı maddenin akışmazlığını değiştirebilmektedir ve bazı bileşenlerin çökmesine veya pıhtılaşmasına neden olabilmektedir. Dağıtıcı maddelerin deniz suyuyla seyreltikten sonra depolanmaması gerekmektedir. -15°C ve 30°C arasındaki bir sıcaklık dağıtıcı maddelerin çoğu için en uygun sıcaklık olmaktadır ve imalatçılar sıcaklık dalgalanmalarının depolama boyunca en aza indirilmesini tavsiye etmektedir. Çok soğuk hava sıcaklıklarında, bazı dağıtıcı maddeler püskürtme başlıklarının içinden geçmek için çok akışmaz hale gelebilmektedir.

Dağıtıcı madde verimliliğinin izlenmesi

Kimyasal dağıtıcı maddenin verimliliğinin sürekli olarak izlenmesi ve dağıtıcı madde artık etkili olmadığına müdahalenin en kısa sürede sonlandırılması gerekmektedir. Verimliliğin görsel olarak gözlemlenmesi temel teşkil etmektedir ancak kötü hava koşullarında, yüksek tortu yükünün olduğu sularda, açık renkli petroler dağıtılırken ve yetersiz ışıkta zayıflayabilmektedir. Açık bir şekilde, gece püskürtme ve görsel izleme elverişsizdir.

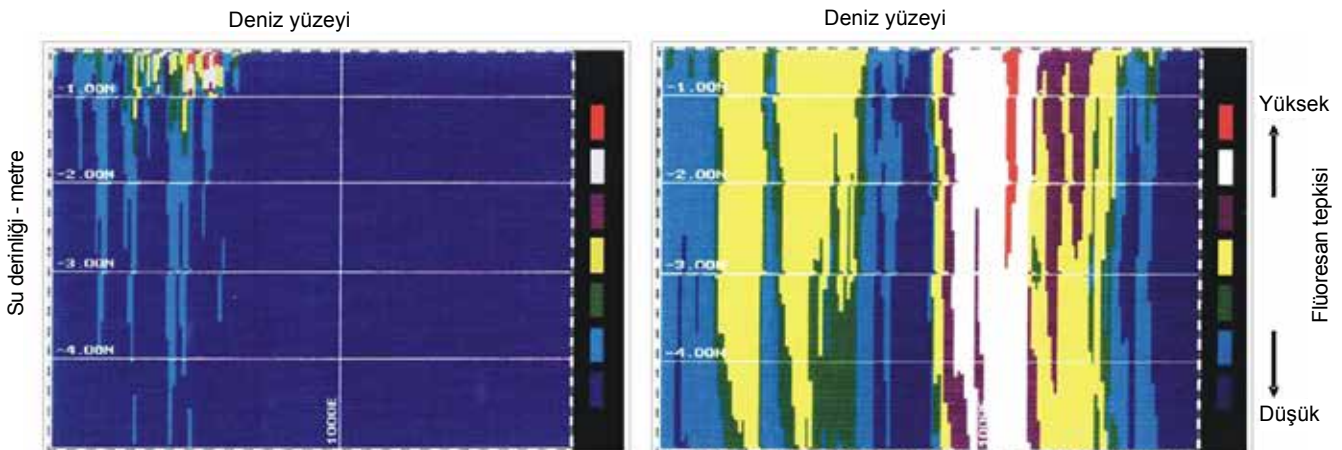
Dağıtıcı maddelerin uygulamasının zahmete değer olması için, petrolün sahil şeridinde ve hassas kaynaklara ulaşma tehlikesinin azaltılması için, kazara döküldükten sonra petrolün nispeten hızlı bir şekilde dağıtılması gerekmektedir. Görünümdeki bir değişikliğin püskürtme işleminden kısa süre sonra havadan görülebilir olması gerekmektedir. Petrolün görünümündeki hiçbir değişim, petrolün kapladığı alanda hiçbir azalma veya dağıtıcı maddenin suda süt beyaz bir küme oluşturmak için petrolü basması (Şekil 5), bunların tamamı dağıtıcı maddenin çalışmadığına işaret etmektedir. Aynı şekilde, petrol geniş bir alan boyunca yayılmışsa ve geniş ölçüde parçalara ayrılmışsa, dağıtıcı madde uygulaması kirliliğin neden olduğu hasarsa kayda değer bir azalmanın elde edilmesi için su yüzeyinden yeterli miktarda petrolü kaldıramayabilmektedir.

Verimlilik aynı zamanda mor ötesi flüoresan ölçüm (UVF) tekniğiyle su sütununda dağılmış olan petrol yoğunluğu hakkındaki "gerçek zamanlı" veriler kullanılarak izlenmesi de gerekmektedir. Bir veya daha fazla flüoresanlı ölçüm cihazı (Şekil 13) yoğunluklardaki değişimin ölçülmesi için



▲ Şekil 13: Denizde dağıtıcı madde verimliliğinin ölçülmesi için yedekte çekilen bir flüoresanlı ölçüm cihazının hazırlanması. (Görüntü USCG'nin izniyle yayınlanmıştır).

su yüzeyindeki petrol tabakasının altında bir metreden daha fazla derinlikte bir numune alma teknesinin arkasında yedekte çekilmektedir. Dağılım, dağıtıcı madde uygulamasından önce ölçülen yoğunlukla ilgili algılayıcı tarafından tespit edilen petrol yoğunluğunda kayda değer bir artışla kendisini göstermektedir. Bununla birlikte, flüoresanlı ölçüm tekniği su sütunu içerisinde dağıtılan petrol miktarının nicel bir ölçümüdür ve zahmete değer bir müdahalenin elde edilip edilemeyeceğine karar verilmesi için görsel gözlemlerle birlikte kullanılması gerekmektedir.



▲ Şekil 14: Dağıtıcı madde uygulamasından (sağda) önce (solda) ve birkaç dakika sonra su yüzeyindeki bir petrol tabakasının altında 0.5 metreden 5 metreye kadar flüoresanın petrole tepkisi. Petrol işlem sonrasında hızlı bir şekilde dağılmakta ve seyrelmektedir. (Görüntüler AEA Teknoloji'nin izniyle yayınlanmıştır).



▲ Şekil 15: Dağıtıcı madde kullanımı petrol deniz yüzeyinden hızlı bir şekilde kaldırılarak tehlikeye maruz kalan deniz kuşlarının korunmasına yardımcı olabilmektedir.



▲ Şekil 16: Mercan resifleri gibi hassas alanlarda dağıtıcı madde kullanımı, özel durumlar dışında ve kullanımının olası çevresel sonuçlarının dikkatli bir şekilde değerlendirilmediği takdirde desteklenmemektedir.

Çevre koruma

Dağıtıcı madde kullanımı tartışmalı olabilmektedir, bazen medyada ve kamusal toplantılarda yaygın tartışmalar meydana getirebilmektedir. Kullanımı sahil şeridinde kirlenme önlenerek veya azaltılarak hassas kaynaklar üzerindeki olası etkileri en aza indirmenin bir yolu olarak görülebilmektedir fakat aynı zamanda bazen çevreye başka bir kirlenici madde ilave edilmesi olarak da görülmektedir. Kirlenici madde formüllerindeki gelişmelere rağmen, dağıtıcı madde/petrol karışımının deniz fauna ve florasındaki zehirliliği genellikle büyük bir çevresel kaygı olmaktadır. Bazı ülkelerde, dağıtıcı maddelerin biyolojik olarak çözünme kolaylığı bir endişe kaynağıdır ve araştırmalar devam etmektedir. Birçok ülkede dağıtıcı madde kullanımı için onay süreçleri hem verimlilik hem de zehirliliğin hesaba katılması için tasarlanmaktadır. Bir ülkede onaylanan ürünler başka bir ülkede onaylanmayabilmektedir ve kullanımlarından önce mevcut olması halinde ilgili ulusal listeye başvurulması gerekmektedir.

Dağıtıcı maddenin açık sularda uygulanmasından sonra, yüksek petrol yoğunlukları normal olarak sadece su sütununun üst tabakalarında (< 10 metre) gözlemlenmektedir fakat su hareketi sayesinde seyrelmeyle hızlı bir şekilde azalmaktadır. Ham petroller üzerinde yapılan araştırmalar, dağıtıcı madde uygulamasından hemen sonra su yüzeyindeki petrol tabakasının hemen altındaki suda 30 ila 50 ppm aralığındaki petrol yoğunluklarının beklenebileceğini, birkaç saat sonra su sütununun en üst 10 metresi veya civarında 1 ila 10 ppm azaldığını göstermiştir. Deniz organizmaları için maruz kalma bu yüzden "süreçten" olmaktan ziyade "keskin" olmaktadır ve sınırlı maruz kalma süresi uzun vadeli yan etkilerin meydana gelme olasılığını azaltmaktadır. Bununla birlikte, yeterli su alışverişi dağıtılan petrol kümesinin yeterli derecede seyreltilmesini sağlamadıkça, dağıtıcı maddelerin sığ sulara püskürtülmesi tavsiye edilmemektedir.

Seyrelme potansiyelinin bir tahmini, dağıtıcı maddelerin diğerlerine aşırı hasar verme tehlikesi olmaksızın bazı kaynakların korunması için kullanılması gerekip gerekmediğine karar verilmesi için faydalı bir temel olmaktadır. Zirve yoğunluklar ve süreleri tahmin edilirken hesaba katılacak olan ilgili etkenler su derinliği, birim alan başına petrol miktarı, uygulama alanı ve hassas alanlar arasındaki mesafeye ilaveten akıntıların yönü ve hızını içermektedir.

Petrol, su yüzeyinden kaldırılarak, dağıtıcı maddeler deniz kuşlarının petrole bulanması (Şekil 15) ve tuz bataklıkları,

Hindistan sakız ağaçları ve turistik kumsallar gibi hassas kıyı şeritlerinin kirlenmesi tehlikesini en aza indirmektedir. Bununla birlikte, yüzeyden kaldırılan petrol su sütununa aktarılmaktadır ve petrolün yüzeyden kaldırılmasının faydalarına karşı dengelenmesi gereken ise dağıtılan petrolün neden olduğu hasar tehlikesidir. Birçok serbest yüzen balık türünün olması durumunda, su sütunundaki petrolü tespit etme ve kaçınma kabiliyetleri maruz kalma olasılıklarının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Bununla birlikte, mercanlar (Şekil 16), deniz çayırları ve balık yumurtlama alanları dağıtılan petrole karşı yüksek derecede hassas olabilmektedir ve bu kaynaklar etkilenebilecekse dağıtıcı maddelerin kullanılması tavsiye edilmemektedir. Benzer bir şekilde, balık kafeslerinin, kabuklu deniz canlıları yataklarının veya diğer sığ su balık üretme çiftliklerinin yakınında dağıtıcı maddelerin kullanımı, artan stok bozma tehlikesi nedeniyle desteklenmemektedir. Sanayi su alma yapılarına yakın yerlerde dağıtıcı maddelerin kullanımı, su alma yapılarına petrolün girme riskinin artması nedeniyle tavsiye edilmemektedir.

Dağıtıcı maddelerin kullanılıp kullanılmayacağı kararı nadiren açık ve belirgin olmaktadır ve farklı kaynakların kirlenmenin neden olduğu hasara karşı korunması için farklı müdahale seçenekleri (doğal süreçlere bel bağlanması dahil), uygun maliyet faydaları ve kısıtlamaları ve çelişkili öncelikler arasında bir dengenin sağlanması gerekmektedir. Çoğu durumda, net çevresel ve ekonomik faydaların dengeli bir değerlendirilmesi, uygulama öncesinde ulusal makamlarla istişare halinde gerekli olacaktır. Dağıtıcı maddelerin kullanılması için mevcut olan sürenin hem petrolün hava etkisiyle aşınması hem de hassas kaynaklara doğru hareketiyle sınırlandırılması olasıdır. Bir kazara dökülme esnasında gecikmelerin önlenmesi için, dağıtıcı maddelerin kullanılabilirlik kullanılmayacağı kararı ve kullanılabilirlik kullanılabilecekleri tam koşulların kazara dökülmeye müdahale için acil durum eylem planı düzenlenmelerinin geliştirilmesi boyunca mutabık kalınması gerekmektedir.

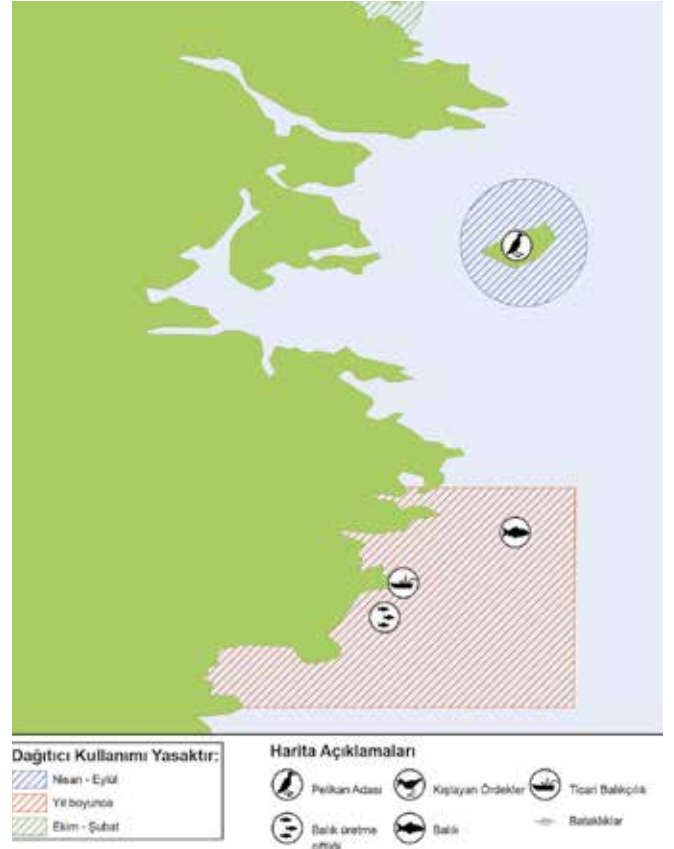
Acil durum eylem planının hazırlanması

Acil durum eylem planının hazırlanması süreci boyunca göz önünde bulundurulacak olan etkenler petrol kazara dökülmede işin içine dahil olma olasılığı olan petrol türlerini, bu petroller üzerinde dağıtıcı maddenin etkisini, alandaki hassas kaynaklarını ve ikmal desteğini içermektedir. İkmal temel olarak dağıtıcı maddelerin, püskürtme

donanımlarının, gemilerin, uçak, uçuş pistlerinin ve yeniden yakıt doldurma kabiliyetine ilaveten büyük bir vakada gerekli olabilecek herhangi bir uluslararası destek için gümrükleme işlemlerini ilgilendirmektedir. Hassasiyet haritaları hassasiyet üzerinde mevsimsel etkileri gösterebildiklerinden, dağıtıcı maddelerin ne zaman ve nerede kullanılabilmesinin veya kullanılamayacağını belirtilmesi için özellikle faydalı olmaktadır. Örneğin, göç eden kuşlar yılın belirli sürelerinde mevcut olacaktır ve kuşların su yüzeyinde yüzen petrol tabakasıyla karşılaşma tehlikesini azaltmak için uygulamaya olanak sağlanması için sığ sularda dağıtıcı madde kullanımı üzerindeki kısıtlamalar yetki kullanılarak geçersiz kılınabilmektedir (Şekil 17). Dağıtıcı maddeyle etkili bir müdahale kabiliyetinin sürdürülmesi için para sağlama kaynaklarının da iyice düşünülmesi gerekmektedir. Bu tartışmaların sonucunun, bir acil durum eylem planında açık bir şekilde belgelendirilmesi gerekmektedir.

Birçok ülkede, ulusal yönetmelikler dağıtıcı madde kullanımının yetkili ulusal makamlarca onaylanmasını gerektirmektedir. Müdahalede bulunan görevliler için, ihtilaflar ortaya çıkabileceğinden ve dağıtıcı maddelerin ulusal yönetmelikler dikkate alınmaksızın veya ön onay alınmaksızın kullanılması halinde para cezaları uygulanabileceğinden dağıtıcı madde kullanımı hakkında bir farkındalık politikası önem arz etmektedir. Bazı ülkeler, etki ve zehirlilik testi temel alınarak kullanım için onaylanmış olan bir dağıtıcı maddeler listesini devam ettirmektedir. Yetkili makamlar aynı zamanda bazı ölçütlerin karşılanmış olması kaydıyla, daha fazla istişareye gerek olmaksızın dağıtıcı maddeleri kullanmalarına izin veren petrol işleme tesisleri veya limanlar için ön onaylar da verebilmektedir.

Gerçeği söylemek gerekirse kazara dökülmeye müdahalenin tüm yönlerine yönelik olduklarından eğitim ve tatbikatlar dağıtıcı madde kullanımı için planlamanın temel bir parçası olmaktadır. İşletme personelinin dağıtıcı madde uygulaması ve güvenlik hakkında kapsamlı eğitim alması gerekmektedir. Kaynakların seferber edilmesi ve püskürtme donanımlarının plana göre yerleştirilmesi için uygulamalı tatbikatların düzenli olarak yapılması gerekmektedir.



▲ Şekil 17: Hassasiyet haritaları, dağıtıcı maddelerin nerede ve ne zaman kullanılabilmesinin şeklini çizilerek anlatılması için acil durum eylem planlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Örnekte, yıl boyunca ticari balıkçılık nedeniyle kırmızı alanda dağıtıcı madde kullanımı yasaklanmaktadır fakat Pelikan Adasındaki (mavi) bir kuş kolonisinin etrafındaki petrolün işleme tabi tutulması için mevsimsel olarak önceden onaylanmaktadır. Ana karaya yakın sığ sularda kullanıma özel durumlarda, örneğin karaya oturmuş petrole karşı yüksek derecede hassas olan Hindistan sakız ağaçları veya bataklıkların korunması için izin verilebilmektedir.

Anahtar noktalar

- Dağıtıcı maddeler petrolün doğal olarak parçalanmasını artırmakta, hızlı bir şekilde seyreltilecek ve nihayetinde biyolojik olarak bozunacak olan birçok küçük damlacıklar olarak su sütununda su yüzeyinden kaldırmaktadır.
- Dağıtıcı maddelerin çoğu çok akışmaz petroleri ve kararlı asıltı sıvıları dağıtamamaktadır.
- Petrol parlaklığı üzerine dağıtıcı madde püskürtülmesi kaynakların etkisiz ve sakıncalı bir kullanımı olmaktadır.
- Denize kazara dökülen ham petrolerin çoğu ve yağ yakıtların bazıları için hangi dağıtıcı madde kullanımının etkili olacağına kısa bir fırsat mevcut olmaktadır ve hızlı, iyi planlanmış bir müdahale esas teşkil etmektedir.
- Gemiler limana yakın kazara dökülen küçük miktarda petrolün üstesinden gelmesi için uygun olurken büyük, çok motorlu uçak kıydan uzak kazara dökülmeler için imkan dahilinde daha etkili bir müdahale sunmaktadır.
- Açık denizde, gözlemler su sütununda dağıtılan petrol yoğunluklarının saatler içerisinde deniz organizmalarında uzun vadeli yan etkilere neden olma ihtimali olan seviyelerin altına düştüğünü göstermektedir.
- Dağıtıcı maddeler deniz kuşları gibi yüzeyde mevcut olan hayvanlara ve hindistan sakız ağaçları gibi hassas sahil kaynaklarına kirliliğin vereceği hasarı hızlı ve etkili bir şekilde en aza indirebilmektedir.
- Dağıtılan petrol kümesinin mercan, kabuklu deniz canlıları yatakları veya sanayi su alma yapıları gibi hassas kaynaklarda hasara neden olabileceği hallerde dağıtıcı madde uygulamasından kaçınılması gerekmektedir.
- İyi planlanmış ve uygulaması yapılmış bir acil durum eylem planı ve mutabık kalınan dağıtıcı madde kullanımı için açık bir politika, etkili bir dağıtıcı madde çalışmasının olasılığını kayda değer ölçüde artırmaktadır.

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 kitapçıktaki 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
Web: www.itopf.org