



Giriş

Denize kazara dökülen petrolere müdahale edilmesi için birtakım seçenekler mevcuttur. Birçok hükümet yetkilisi tarafından benimsenen öncelikli teknik petrolün deniz yüzeyinden mekanik olarak kaldırılmasıdır. Bu genellikle kazara dökülmüş olan petrolün yoğunlaştırılması için deniz süpürücüleri kullanılarak, deniz süpürücüsünün isteğe bağlı olarak petrolü depolamak için toplamasına ve pompalamasına izin verilerek başarılmaktadır. Farklı ölçeklerde çalışmanın, petrol türlerinin ve çevresel koşulların üstesinden gelmek için en iyi hale getirilmiş tasarımlarla birçok deniz süpürücüsü türü mevcuttur.

Bu kitapçıkta kazara bir petrol dökülmesi boyunca karşılaşılabilecek en olası olan durumlarda deniz süpürücülerin başarılı bir şekilde kullanılması için temel gereksinimler tanımlanmaktadır ve bu dizideki özellikle engellerin kullanımı, sahil şeridi temizleme teknikleri ve petrolün bertarafı hakkındaki diğer ITOPF kitapçıklarıyla bağlantılı olarak okunması gerekmektedir.

Genel Bakış

Herhangi bir kaldırma çalışmasının nihai amacı makul olarak ve ekonomik olarak mümkün olduğunca fazla petrolün toplanmasıdır. Başarılı bir toplama sisteminin büyük miktarlarda petrole karşılaşılabilecek ve sonradan kontrol altına alınması, yoğunlaştırılması, toplanması ve depolanmasıyla ilgili birbiriyle bağlantılı sorunların üstesinden gelmesi gerekmektedir. Genel çalışmanın toplama ve pompalama elemanları sıklıkla bir deniz süpürücüsünde birleştirilmektedir. Süpürücülerin tamamı tercihen sudaki petrolün toplanması için tasarlanmaktadır fakat tasarımlar amaçlanan kullanıma göre örneğin denizde, korunaklı sularda veya sahilde kullanıma göre büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Su üzerinde kullanmak için deniz süpürücüleri birtakım şamandıra veya destek düzenlemesi biçimleri içerirken daha karmaşık tasarımlar kendinden tahrikli olabilmektedir ve birçok toplama elemanı, tümeşik depolama tankları petrol/su ayırma tesisatlarına sahip olabilmektedir (Şekil 1).

Süpürücüler seçilirken birtakım etkenlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir, bu etkenlerden en önemlisi deniz durumu ve döküntü seviyeleriyle birlikte kazara dökülen petrolün akışmazlık ve yapışkanlık özellikleridir (zaman içerisinde hava etkisiyle aşınma nedeniyle bu özelliklerde meydana gelen herhangi bir değişiklik dahil). Sabit tesislerde, örneğin deniz terminalleri ve rafinerilerde olduğu gibi nispeten tahmin edilebilir durumlarda, ele alınan petrol türü bilinebilmektedir ve özel bir deniz süpürücüsü seçilebilmektedir. Buna karşın, çeşitli durumların ve petrolerin ele alınması için gerekli olabilecek çok yönlü bir deniz süpürücüsü örneğin ulusal malzeme deposunun bir parçası olarak tercih edilebilmektedir. Bununla birlikte, tek başına hiçbir deniz süpürücüsü bir petrolün kazara dökülmesinin bir sonucu olarak karşılaşılabilecek olan her türünün üstesinden gelememektedir ve özellikle petrol hava etkisiyle aşındığında deniz süpürücülerden oluşan bir ürün yelpazesi gerekli olabilmektedir (Tablo 1).

Daha sonra, tasarlanan kullanım ve beklenen çalışma koşullarının, örneğin deniz süpürücülerin gemiye takılan, kıydan uzak bir toplama sisteminin ayrılmaz bir parçasını oluşturup oluşturmayacağına veya bir limanda veya bir sahil şeridinde elle yerleştirilip yerleştirilmeyeceğinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bunlar tespit edildiğinde, çalışma, işleme ve bakım işlemlerinin boyutu, sağlamlığı ve kolaylığı gibi diğer ölçütler değerlendirilebilmektedir.

Kapak görüntüsü Ro-CleanDesmi/Danimarka Deniz Kuvvetlerinin izniyle yayınlanmıştır.



▲ Şekil 1: Limanlarda ve sahile yakın sularda kullanmak için kendinden tahrikli bir bent süpürücüsü. Pruva kapıları şeridin genişletilmesi ve su yüzeyinde yüzen petrol tabakasının girişine olanak sağlanması için açılmaktadır. Toplanan petrol bir iç depolama tankına pompalanmaktadır.

Petrol toplama mekanizmaları ve deniz süpürücüsü tasarımı

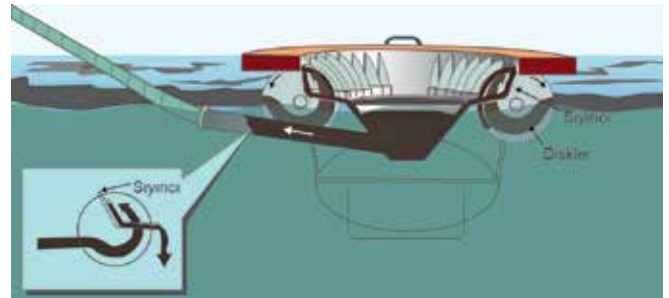
Bir deniz süpürücüsünün toplama elemanı petrolü depoya aktarmak için bir pompalama sisteminin giriş tarafına aktığı deniz yüzeyinden petrolü saptırmakta veya süpürmektedir. Petrolün deniz yüzeyinden kaldırılmasını sağlayan mekanizmalar petrolün hareketli bir yüzeye petrolün yapışmasına bel bağlayan yağ çeken sistemler, emme sistemleri, yerçekimine bel bağlayan bent sistemleri ve petrolü mekanik kepçeler, kemerler veya çeneli kovalarla fiziki olarak kaldıran sistemler içermektedir.

Yağ çeken deniz süpürücüleri

Yağ çeken deniz süpürücüleri tercihen suda petrol için bir birleşme eğilimine sahip olan malzemeler kullanılmaktadır. Petrol, genellikle bir disk (Şekil 2 ve Şekil 3), varil (Şekil 5) veya halatlı paspas (Şekil 6 ve Şekil 7) biçimini alan, döndükçe petrolü su yüzeyinden kaldıran malzemenin yüzeyine yapışmaktadır. Sudan temizlendiğinde petrolden yağ çeken malzeme kazanmakta veya sıkılmaktadır ve depoya pompalandığı bir boşaltma kuyusunun içerisine düşmesine olanak sağlanmaktadır. Yağ çeken deniz süpürücüler genellikle serbest veya sürüklenen suya göre en yüksek seviyede petrol toplama oranına ulaşmaktadır.

	Deniz süpürücü	Toplama oranı	Petroller	Deniz durumu	Döküntü	Yardımcı donanımlar
YAĞ ÇEKEN	Disk	Disklerin sayısına ve ebadına bağlıdır. Testler oluklu disklerin yüksek derecede etkili olabildiğini göstermektedir.	En çok orta derecede akışmaz olan petrolerde etkilidir.	Düşük dalgalarda ve akıntılarda az miktarda sürüklenen suda yüksek derecede seçici olabilmektedir. Bununla birlikte, çirpintılı sularda suyla dolabilmektedir.	Döküntüyle tıkanabilmektedir.	Ayrı sırt çantası, hidrolik ve boşaltma hortumları, pompa ve uygun depolama alanı gerekmektedir.
	Halat paspas	Halatların sayısına ve hızına bağlıdır. Genel olarak verimliliği düşüktür.	En çok orta dereceli petrolerde etkili olmakla birlikte ağır petrolde de etkili olabilmektedir.	Çok az su ilave edilmekte veya hiç su ilave edilmemektedir. Çirpintılı sularda çalışabilmektedir.	Kayda değer miktarda döküntüye, buza ve başka engellere dayanabilmektedir.	Güç beslemesi ve depolamada küçük birimler inşa edilmiştir. Daha büyük birimler ayrı yardımcı donanımlar gerektirmektedir.
	Varil	Varillerin sayısına ve ebadına bağlıdır. Testler varillerin daha etkili olduğunu göstermektedir.	En çok orta derecede akışmaz olan petrolerde etkilidir.	Düşük dalgalarda ve akıntılarda az miktarda sürüklenen suda yüksek derecede seçici olabilmektedir. Bununla birlikte, çirpintılı sularda suyla dolabilmektedir.	Döküntüyle tıkanabilmektedir.	Ayrı sırt çantası, hidrolik ve boşaltma hortumları, pompa ve uygun depolama alanı gerekmektedir.
	Fırça	Verimliliği halatların sayısına ve hızına bağlıdır. Genel olarak orta sınıftır.	Hafif, orta ve ağır petroler için farklı fırça ebatları.	Nispeten az miktarda serbest veya sürüklenen su toplanmaktadır. Bazı tasarımlar çirpintılı sularda çalışabilirken diğerleri dalgalarda suyla dolabilmektedir.	küçük döküntülerde etkilidir fakat büyük döküntülerde tıkanabilmektedir.	Ayrı sırt çantası, hidrolik ve boşaltma hortumları, pompa ve uygun depolama alanı gerekmektedir.
	Kayış	Düşük ila orta sınıf	En çok orta derece ile ağır petrolerde etkilidir.	Az miktarda sürüklenen suyla yüksek derecede seçici olabilmektedir. Çirpintılı sularda çalışabilmektedir.	küçük döküntülerde etkilidir fakat büyük döküntülerde tıkanabilmektedir.	Petrolü doğrudan kayışın en üstündeki depolama alanına taşıyabilmektedir. Bir gemiden sahile boşaltmak için yardımcı donanımlar gerekmektedir.
YAĞ ÇEKMEYEN	Vakumlu/emme	Vakum pompasına bağlı olmaktadır. Genel olarak düşük ila orta sınıf	En çok hafif ila ağır petrolerde etkilidir.	Sakin sularda kullanılmaktadır. Küçük dalgalar aşırı su toplanmasıyla sonuçlanacaktır. Bir bent ilavesi daha seçici olmasını sağlamaktadır.	Döküntüyle tıkanabilmektedir.	Vakum kamyonları ve römorkları genel olarak gerekli güç beslemesi, pompa ve depolama ile bağımsız olmaktadır.
	Bent	Pompa kapasitesi, petrol türü vb. bağlı olmaktadır. Kayda değer olabilmektedir.	Hafif ila ağır petrolerde etkilidir. Çok ağır petroler bende akmayabilir.	Az miktarda sürüklenen petrole sakın sularda yüksek derecede seçici olabilmektedir. Sürüklenen suda artışla kolaylıkla suyla dolabilmektedir.	Bazı pompalar küçük döküntülerle başa çıkabilmesine rağmen döküntülerle tıkanabilmektedir.	Ayrı sırt çantası, hidrolik ve boşaltma hortumları, pompa ve depolama alanı. Bazı deniz süpürücüler tümleşik pompalara sahiptir.
	Kayış	Düşük ila orta.	En çok ağır petrolerde etkilidir.	Az miktarda sürüklenen suyla yüksek derecede seçici olabilmektedir. Çirpintılı sularda çalışabilmektedir.	Küçük döküntüde etkilidir. Büyük döküntülerle tıkanmaktadır.	Yağ çeken kayışlı deniz süpürücüsü için olduğu gibi.
	Varil	Orta sınıf.	Ağır petrolerle etkili.	Az miktarda sürüklenen petrole sakın sularda yüksek derecede seçici olabilmektedir. Bununla birlikte, dalgalarda suyla dolabilmektedir.	Bentli deniz süpürücü için olduğu gibi	Bentli deniz süpürücü için olduğu gibi

▲ Tablo 1: Yaygın olarak karşılaşılan deniz süpürücü türlerinin genel özellikleri. Çalışmaların etkili olması için deniz süpürücü seçimi kazara dökülen petrole bağlı olacaktır. /Petrol hava etkisiyle aşındıkça, belirli bir türün verimliliği değişebilmektedir, devamlı toplama için alternatif bir tasarım gerektirmektedir. Toplama oranında deniz süpürücüsü su yüzeyinde geniş çapta yayılmamış veya dağılmamış olan homojen bir petrol tabakası halinde olabilmektedir.



▲ Şekil 2 ve Şekil 3: Yağ çeken küçük diskli deniz süpürücüsü, orta derecede akışmazlığa sahip petroler için uygundur. Petrol depolama için pompalanmak üzere bir boşaltma haznesinin içerisine sıyırılacak olan dönel disklerle yapılmaktadır. Uygun bir pompa ve hidrolik güç beslemesi gerektirmektedir.



▲ Şekil 4: Yağ çeken varillli deniz süpürücüsü, orta derecede akışmazlığa sahip petroler için uygundur. Petrolün depoya pompalanmak üzere bir boşaltma haznesinin içerisine kazınacak olan dönel varillere yapışması itibarıyla diskli bir deniz süpürücüsüne benzer bir şekilde çalışmaktadır.



▲ Şekil 5: Serbest yüzen fırçalı deniz süpürücüsü. Petrol, dönel fırça takımlarına yapışmaktadır ve su yüzeyinden kaldırılmaktadır. Bir tarak, petrolü depolamak için fırçalardan toplamaktadır. Fırçanın arkasındaki bir pervane, karşılama oranını ve verimliliği artırmak için su yüzeyinde yüzen petrolü deniz süpürücüsüne doğru çekmektedir (Görüntü Lamor'un izniyle yayınlanmıştır).



▲ ▶ Şekil 6 ve Şekil 7: Yatay ve düşey yağ çeken halatlı deniz süpürücüler. İç içe geçmiş emici ilmikler petrolün yapıştığı yüzey üzerinde dalgalanan kesintisiz bir paspas meydana getirmektedir. Paspas, bir silindire doğru geri itilmektedir ve petrol bir depolama tankına sıkılmaktadır. Halat paspaslı deniz süpürücüler petrolün döküntü, buz ve diğer engellerden toplanması için faydalı olmaktadır.



Emici deniz süpürücüler

İşletme teorisi bağlamında, en basit tasarım bir emme cihazıdır, bu emme cihazında petrol doğrudan su yüzeyinden pompalar veya hava emme sistemleri tarafından toplanmaktadır. Özellikle, toplama, depolama, nakliye ve petrol/su ayırma elemanlarının birleştirildiği vakumlu kamyonlar veya römorklar genellikle kazara dökülmenin olduğu bir bölgede ya ticari olarak ya da belediye veya zirai kurumlardan yerel olarak kolaylıkla elde edilebilmektedir ve bu itibarla sahil şeridinde veya sahil şeridinin yakınında petrolün toplanmasına mükemmel bir şekilde uygun

En çok 100 ve 2.000 santistok arasındaki orta dereceli akışmazlıkla etkili olmaktadır. Mazot veya kerosen gibi düşük akışmazlığa sahip petrol ürünleri genel olarak yüksek toplama oranlarına ulaşılması için yeterince kalın tabakalarda yağ çeken yüzeyler üzerinde toplanmamaktadır. Gemi yakıtı olarak kullanılan ağır petrol gibi daha yüksek akışmazlığa sahip petroler aşırı derecede yapışkandır ve kaldırılması güç olabilmektedir. Buna karşın, yağ içinde su asıltı sıvıları neredeyse hiç yapışmaz olabilmektedir ve yağ çeken deniz süpürücülerinin bazı tasarımlarıyla toplamak güç olabilmektedir, örneğin deniz süpürücüler asıltı sıvısının toplanmasına olanak sağlamak yerine içinden yarıp geçecektir. Ayrıca metal yüzeylerin etkili olduğu gösterilmiş olmasına rağmen yağ çeken malzemeler genel olarak bazı polimer biçimlerinden yapılmaktadır. Oluklu yüzeyleri olan diskler veya varillerin düz yüzeylerden daha yüksek toplama oranlarıyla sonuçlandığı gösterilmiştir*.

* Source: Optimisation of Oleophilic Skimmer Recovery Surfaces: Field Testing at the Ohmsett Facility, V. Broje, A. Keller, Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara, CA, 36 pp., June 2006.



▲ Şekil 8: Vakum sistemlerinin yaygın olarak bulunabilirliği bu cihazları sahil şeridinde veya sahil şeridinin yakınında petrol toplamaya mükemmel bir şekilde uygun hale getirmektedir.



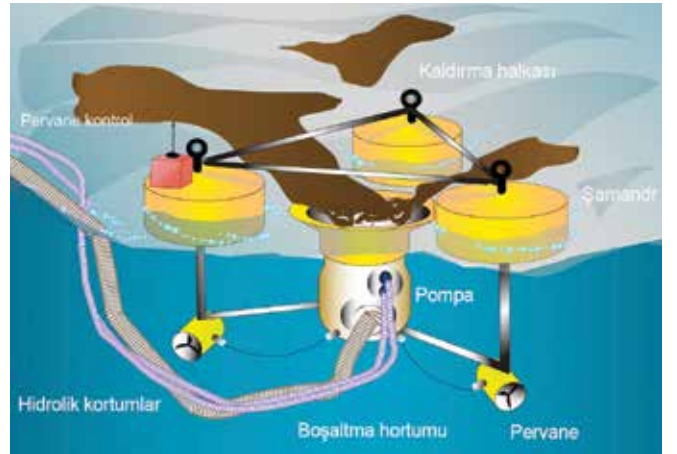
▲ Şekil 9: Seyyar vakum sistemleri kum sahillerde ve kayalık sahil şeritlerinde petrolün toplanmasını kolaylaştırabilmektedir. Boyutu küçültülmüş sistem başka bir şekilde ulaşılması güç olan alanlarda çalışmaya olanak sağlamakla birlikte depolama alanı sınırlıdır.



▲ Şekil 10: İşçiler doğrudan petrolün içerisindeki bir vakum pompasına takılan bir hortumu yerleştirirken. Bu örnekte, küçük bent eklentisi sürüklenen suda sonuç olarak olası artış ile birlikte akışmaz yağ yakıtın hortumun içerisine akmasına olanak sağlamak için kaldırılmıştır.



▲ Şekil 11: Bir vakum pompasına tutturulmuş sabit bentli deniz süpürücüsü Başlığın kenarındaki birtakım küçük giriş delikleri petrolün seçmeli olarak toplanmasına olanak sağlamaktadır. Sakin sularda en az seviyede döküntüyle kullanılmak için (Görüntü Lamor'un izniyle yayınlanmıştır).



▲ Şekil 12 ve Şekil 13: Bentli bir deniz süpürücüsü petrolü depolanmak üzere pompalandığı merkezi bir haznenin içerisine yerçekimi kuvvetiyle su yüzeyindeki petrol tabakasının üst yüzeyinin hemen altında bulunan merkezi bir bendin en üstü üzerinden seçmeli olarak toplamaktadır.



▲ Şekil 14: Plastik şişelerden ve metal parçalarından yapılan eğreti bentli deniz süpürücüsü. Bu cihaz gelişmemiş toplamaya olanak sağlamaktadır ve şişelerin kaldırılması veya ilave edilmesiyle ayarlanabilmektedir.



▲ Şekil 15: Geniş bir toplama gemisinin üzerindeki bir kayışlı deniz süpürücüsü. Bir ağdan yapılmış olan kayış suyun baştan sona kadar boşalmasına olanak sağlamaktadır ve petrolün yapışmasını teşvik etmektedir. Petrol güverteye kaldırılmaktadır ve depolanmak üzere kazanılmaktadır.



▲ Şekil 16: Yüksek derecede sütsüleşmiş yağ yakıt durumunda altta bendi olan deniz süpürücüsünün kapasitesinin artırılması için ilave edilen kayışlı bağdaştırıcı. Petrolün yüksek akışmazlığı bendin kenarına doğru ve üstünden akmasını engellemiştir. Bunun yerine, dişli kayışlı bağdaştırıcı petrolü "tutmuş", verimliliği artırmıştır, petrolün birleşme enerjisi geriye kalan petrolün deniz süpürücüsüne doğru "akmasına" neden olmuştur (Görüntü Ro-Clean Desmi/ Danimarka Deniz Kuvvetleri'nin izniyle yayınlanmıştır).

olmaktadırlar (Şekil 8). Daha küçük, daha seyyar cihazlar da mevcuttur (Şekil 9). Emme hortumunun, döküntü girmesini engellemek için bir ağ elek ile birlikte su yüzeyinde yüzen veya karaya oturmuş petrolün içerisine doğrudan yerleştirilmesi en basit toplama yöntemini sağlamaktadır (Şekil 10). Bununla birlikte, bu işlemin genellikle gelişigüzel niteliği çok yüksek oranlarda suyun da toplanmasıyla sonuçlanabilmektedir. Yönetmeliklerin izin verdiği ve gerekli donanımların kullanıma hazır olduğu hallerde, bu fazlalık suyun mevcut depolama alanının azami seviyeye çıkartılması için kovayla boşaltılması gerekmektedir.

Bentli deniz süpürücüleri

Emme borusuna bir cihaz bendi takılarak bazen daha fazla petrol ayrımı elde edilebilmektedir (Şekil 11). Bentli deniz süpürücüleri petrolün suyun yüzeyinden seçmeli olarak boşaltılması için yerçekimini kullanmaktadır. Bendin kenarı su yüzeyindeki petrol tabakası ve su arasındaki ara yüze

veya hemen birazcık altına yerleştirildiğinde petrol asgari miktarda suyla birlikte seçmeli olarak toplanacak olan bendin üzerinden akmaktadır. Bentli deniz süpürücüleri gelişmiş türleri ayarlanabilir bentlere sahiptir ve bendin düşey olarak doğru konumlandırılması genel olarak yükseklik ayarını kendiliğinden yapan bir düzenleme ile elde edilmektedir (Şekil 12 ve 13). Alternatif olarak, bentli deniz süpürücüleri çok basit, gelişmemiş cihazlar olabilmektedir (Şekil 14), buna rağmen sürüklenen su miktarı daha yüksek olabilmektedir. Bentsiz deniz süpürücü yüksek dalgalarda etkili olmakla birlikte tek başına dalgalanma genel olarak deniz süpürücüsünün çalışmasına engel olmamaktadır. Aktarma boruları boyunca sürtünme kayıplarının üstesinden gelmek için, bazı bentli deniz süpürücüleri toplanan petrolün emişe bel bağlamak yerine hortum boyunca itilmesi amacıyla güvertede bir pompaya sahip olmaktadır.

Diğer deniz süpürücüsü türleri

Diğer deniz süpürücüleri tasarımları dalgalarla ve daha yüksek dalgalı denizlerle daha iyi başa çıkmaya ayarlanmıştır. Örneğin, yukarıya doğru dönel kayışlar yüzey dalgalarının etkilerini azaltmak için petrol/su ara yüzünün altına kısmen indirilebilmektedir. Petrol daha sonra yüzeyin üstüne yükseldikçe kayıştan kazanılmaktadır ve bir depolama tankı veya başka kaplar içerisine düşmektedir. Kayışlar daha önce tanımlandığı gibi yağ çeken, petrolün bir dönel fırçanın bireysel elemanlarına (Şekil 5), zincir baklası veya ağa (Şekil 15) yapışmasına bel bağlayan bir malzemeden imal edilebilmektedir. Diğerleri petrolün su yüzeyinden kaldırılmasına yardım etmek için kayış üzerinde kovalar veya kürekler kullanmaktadır. Bazı kayış tasarımları bu gibi özelliklerin birkaçını birleştirebilmektedir. Buna karşın, aşağıya doğru dönel kayışlar petrolü suyun içerisinde aşağıya doğru itmektir ve daha sonra tekrar yüzeye çıktığında kayışın arkasında hareketsiz bir toplama alanının içerisinde yakalamaktadır.

Dönen disklerin, kayışların ve varillerin neden olduğu yerel su akıntıları petrollerin toplama işlemi başladığında bir deniz süpürücüsüne doğru doğal olarak akması için hafif ila orta derecede akışmaz olmasına olanak sağlamaya yeterli olabilmektedir. Petrolü "tutmak" için dişli diskler veya kayışların kullanıldığı tasarımlar daha akışmaz petrollerin akışını artırabilmektedir ve petrolü deniz süpürücüsünün içerisine çekebilmektedir. Bazı bentli deniz süpürücüsü tasarımlarında petrol hava etkisiyle aşındığından ve akışmazlığı arttığından kullanımlarını uzatmak için birbiriyle



▲ Şekil 17: Bir liman alanına plana göre yerleştirilen bir mekanik varilli deniz süpürücüsü. Dönel varil üzerindeki dış petrolü varilin içerisine toplandığı ve depolanmak üzere pompalandığı cihaza doğru çekmektedir. Varil, su toplanmasını en aza indirmek için bir ağdan yapılmaktadır.

değiştirilebilir bağdaştırıcılar içermektedir (Şekil 16). Çok ağır petrolerin toplanması için tasarlanan bir tasarım su bir taraftan diğer tarafa doğru boşalırken petrolün ağ içerisinde tutulmasına olanak sağlayan bir dönel varil veya silindirik ağ içermektedir (Şekil 17). Bununla birlikte, bazı petrolerin veya asıltı sıvıların yok yüksek akışmazlığı nihayetinde cihaza doğru akışı engelleyebilmektedir ve sadece deniz süpürücüsünün petrolü hareket ettirmesi için bazı tahrik biçimleri sağlandığında veya petrol deniz süpürücüye doğru itildiğinde sürekli olarak toplama mümkün olacaktır.

Hızlı akan sularda veya yüksek yedekte çekme hızlarında çalışma için birkaç deniz süpürücü sistem tasarlanmıştır. Genel olarak takip edilen yaklaşım toplama açıklığının arkasındaki alanın artırılması, suyun ve petrolün deniz süpürücüsüne girince yavaşlamasına ve petrolün toplanmak üzere yüzeye çıkmasına neden olunmasıdır. Etkili olması için bu gibi sistemlerin hızlı akan suların yüksek hacimlerle başa çıkması ve oluşan burgacın üstesinden gelmesi gerekmektedir.

Petrol toplama kısıtlamaları

Birçok petrol müdahale teknikleriyle olduğu gibi, başarılı mekanik toplama olumsuz hava koşulları, petrol akışmazlığı ve akıntılar ve dalgaların etkileri gibi etkenlerle sınırlandırılmaktadır. Su yüzeyindeki bir petrol tabakasının yayılması ve parçalanması, karşılama oranı olarak isimlendirilen belirli bir zaman çerçevesi içerisinde toplanacak olan mevcut petrol miktarını sınırlandırmaktadır. Benzer bir şekilde, depolama kapasitesi sınırlı olduğunda bir sistemin petrolü seçmeli olarak toplama kabiliyeti büyük bir endişe kaynağı olabilmektedir. Başka bir sınırlandırıcı etken, petrolün depolanmak üzere taşınabildiği mesafeyi etkileyen pompa kapasitesi olabilmektedir. Bir toplama sisteminin olası performansının bir göstergesi üretilen işin verimliliği, toplama işleminin verimliliği ve petrol toplama oranı gibi performans ölçütleri tarafından verilmektedir fakat bunların her birisi temel olarak karşılama oranıyla zorlanmaktadır.

Karşılama oranı

Karşılama oranı iki bileşene sahiptir: süpürme sistemi tarafından "süpürülen" su yüzeyinin alanı, bu alan bir geçişte kesilen alanın yani petrolün toplandığı ve toplama sisteminin ilerleme hızının bir bileşimidir, ve su yüzeyindeki petrol tabakalarının yayılma ve parçalanma derecesi. Denizde, kazara yeni dökülmüş olan petrolün su yüzeyindeki büyük

tabakaları petrolün yeterince kalın, tutarlı ve homojen olarak kalması kaydıyla, engelle kontrol altına alınmaksızın uygun koşullarda toplanabilmektedir (Şekil 18). Bu gibi durumlarda, bir deniz süpürücünün kapasitesi sadece toplama kapasitesiyle ve uygun ve yeterli depolamayla sınırlı olabilmektedir. Sonuç olarak, kaynakların derhal seferber edilmesi deniz süpürücülerin kazara yeni dökülmüş olan petrolün en etkin bir şekilde toplanabilmesinin sağlanması için önemli bir etken olmaktadır.

Deniz süpürücülerin imalatçıları tarafından yayınlanan toplama oranları genellikle elde edilememesinin birinci nedeni kazara döküldüğünde petrolün kendine özgü yayılma, parçalanma ve aşınma eğilimidir (Şekil 19 ve 20). Birçok kazara dökülmeden elde edilen deneyimler, petrolün test koşulları altında elde edilen toplama oranlarının devam ettirilmesine yetecek kadar yoğunlaşmış bir şekilde kalmasının beklenemeyeceğini mütemadiyen göstermiştir. Bu nedenle, test sonuçları yanlış yönlendirici olabilmektedir ve sadece karşılaştırma amacıyla kullanılmalrı gerekmektedir.

Petrol yayıldığında, bir toplama sisteminin verimliliği petrolün karşılama oranına daha fazla bağlı hale gelmektedir. Toplama gemisinin hızı, etkin toplama alanına ilaveten petrolün kalınlığı ve kapsamı, bunların tamamı bu oranı belirlemektedir. Bu son etkenler yayılma hızı, geçen süre, hava koşulları, petrol türü ve kontrol altına alınma olasılığı az olan sütsüleşme derecesi ile belirlenmektedir. Bununla birlikte, toplama alanı ve çalışma hızı bazı kısıtlamalara bağlı olarak değiştirilebilmektedir. Örneğin, karşılama oranı genellikle daha geniş bir çalışma alanına olanak sağlayan ve su yüzeyindeki petrol tabakasını sonradan yapılacak toplama işlemi için tutan bir engel yardımıyla artırılmaktadır. Bu nedenle, engelleri plana göre yerleştirme stratejileri birçok deniz süpürücüsü için çalışma uygulamalarını büyük ölçüde belirlemektedir. Özellikle, bir toplama sisteminin su hareketiyle ilgili olarak durağan olduğunda, deniz süpürücülerin çoğunun performansı su yüzeyindeki petrol tabakasının 0.35-0.5 ms-1 (0.7-1 deniz mili) hızı aşan akıntılarda engeller sayesinde yapılan perdelemekten kaçma eğilimi nedeniyle bozulmaktadır. Bir kayış veya emici maddeli paspasın su yüzeyinde yüzen petrol tabakasındaki nispi hızının etkili bir şekilde azaltılması veya gemi seyir halindeyken sıfır olması için genellikle katamaran tekne gövdeleri arasında döndürüldüğü kendinden tahrikli deniz süpürücülerinin bazı türlerinde bu kısıtlamanın kısmen üstesinden gelinmiştir. Bu, petroldeki burgacın en aza indirilmesi ve böylelikle sütsüleşme olasılığının azaltılması olmak üzere ek faydaya sahip olabilmektedir.

Bir yere kadar, geniş bir toplama alanı petrolün denizde rüzgar yönüyle hizalanan dar şeritler halinde yoğunlaştığı "rüzgarın neden olduğu kümeler" oluşturma eğilimiyle dengelenmektedir. Bu gibi herhangi bir petrol, nispeten dar bir toplama alanı olan bir toplama cihazı kullanılarak ve en iyi şekilde, bir gözcü uçaktan talimatlarla toplanabilmektedir. Rüzgarın neden olduğu kümeler içerisinde artan petrol yoğunluğu ve kalınlığı ve rüzgarın neden olduğu kümeler arasındaki suyun nispeten petrolsüz olması daha büyük bir toplama alanına sahip bir cihaz ile karşılaştırılabilir bir karşılama oranının elde edilebileceği anlamına gelmektedir.

Limanlar, yat limanları, denizden uzak su yolları gibi korunaklı alanlarda veya sahile yakın alanlarda karşılama oranı gemi gövdeleri, kazıklar ve diğer liman yapıları, kayalar veya döküntüler gibi engellerin mevcudiyetinden veya sığ sulara giren veya sahilde karaya oturan petrolden daha fazla etkilenebilmektedir. Deniz duvarları gibi doğal engellerin ve sahil şeridinin diğer özelliklerinin karşısında yeterli kalınlıkta hapsolan petrol kolaylıkla toplanabilmektedir fakat petrol etrafta hareket ediyorsa, deniz süpürücülerin petrolü takip etme kabiliyeti sınırlı olabilmektedir.



▲ Şekil 18: Su yüzeyinde büyük, kalın ve homojen bir petrol tabakasında kaynakların çok etkili bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayan bir toplama gemisi.



▲ Şekil 19: Petrol yayıldıkça ve parçalanmaya başladıkça, karşılama oranı azalmaktadır, geri toplamak için dha büyük çaba gerektirmektedir.



▲ Şekil 20: Denizde birkaç hafta sonra, petrol parçalara bölünmüş ve çap olarak bir metre veya daha az bir çapa sahip (çember içine alınmış) küçük levhalar ve katran topları halinde aşınmıştır, genel verimliliğin kayda değer bir şekilde düşmesine yol açmıştır, Müdahalede bu noktada, sürekli çalışmaların etkili olacağı düşünülmeyebileceğinden, toplama gemilerinin geri taşınması gerekmektedir.

İster buharlaşma, dağılma veya başka hava etkisiyle aşınma süreçlerinin bir sonucu olarak isterse büyük bir kısmının toplanmış olması nedeniyle deniz yüzeyi üzerinde geriye kalan petrol hacmi azaldığından, karşılama oranı benzer bir şekilde azalacaktır ve kaynakların geri taşınması için bir karar alınması gerektiğinde bir mesele ortaya çıkacaktır.

Performans Ölçütleri

ADeney tanklarının sınırları içerisinde deniz süpürücü sistemler test edilerek birtakım performans ölçütleri tespit edilebilmektedir. Bir sistemin genel performansının önemli bir belirleyici etkeni performans verimi, yani suya tercihen petrolün toplandığı seçiciliğin ölçülmesidir. Bu, toplanan petrol miktarının toplanan toplam petrol ve su miktarına oranı olarak ifade edilmektedir.

Üretilen işin verimliliğinde toplanan petrol miktarıyla karşılaşılan miktar karşılaştırılmaktadır ve bu nedenle perdeleme engeli ve toplama cihazının kendisinden ortaya çıkan kayıplara dikkat çekilmektedir. Üretilen işin verimliliği artan çalışma hızları ve kötüleşen deniz durumlarıyla, özellikle de artan dalga yüksekliğiyle ve daha da önemlisi azalan dalga boyu ve çarpıntılı denizlerle birlikte azalma eğiliminde olmaktadır. Başka bir deyişle, daha yüksek hızlarda, üretilen işin azalan verimliliği ve daha büyük bir karşılama oranı arasında bir ödün mevcuttur.

Dalgalar, tepeler arasında desteklemenin ortaya çıkması için ister taşmanın bir sonucu olarak isterse yetersiz dalga takip etme özellikleri nedeniyle bir engelden petrol kaybına neden olmaktadır. Benzer bir şekilde, bir süpürme cihazının, özellikle de bentli deniz süpürücülerin en iyi petrol/su ara yüzünde kalmakta başarısız olması genellikle büyük miktarlarda suyun içeriye girmesiyle sonuçlanmaktadır. Buna ilaveten, deniz süpürücünün hareketinin herhangi bir dalgaya göre neden olduğu burgaç deniz süpürücünün altından petrol kaybına neden olabilmektedir. En uygun şekilde, bir toplama cihazının dalga hareketlerini tam olarak takip etmesi için düşük bir kütleyle küçük olması gerekmektedir. Bir geminin içerisinde sağlam bir şekilde takılan veya inşa edilen ve dolayısıyla bağımsız bir şekilde hareket edemeyen cihazlar daha şiddetli deniz koşullarında daha az etkili olmaktadır çünkü su yüzeyinde iki dalganın aynı zamanda aynı noktadan geçmediği durumlarda hareket edebilmektedirler. Öte yandan, dalga boyunun yeterince uzun olması kaydıyla şiddetli bir dalgalanmanın dahi zararlı olması ihtimali yoktur.

Konuyla ilgili başka bir parametre ise petrol toplama oranı, deniz süpürücüsünün birim zamanda topladığı petrol miktarıdır, örneğin m³/saat. Petrol toplama oranı, sistemin tüm parçalarının (özellikle pompaların ve depolama alanının) bu debinin üstesinden gelme kapasitesine sahip olması kaydıyla karşılama oranı ve üretilen işin veriminin çarpımıdır. Tipik petrol akışmazlığı ve düşü kaybı için ayarlanan azami pompa kapasitesi genellikle bir deniz süpürücüsünün kapasitesinin tek göstergesi olarak alınmaktadır ve aynı zamanda "tabela oranı" olarak da bilinmektedir. Bu açık bir şekilde önemli olmakla birlikte, sistemin toplamakta başarısız olduğu petrol miktarının ne kadar olduğu ve petrolle birlikte toplanan su miktarının ne kadar olduğu gibi diğer elemanların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bir sistemin genel performansının birlikte petrolün toplanabileceği oran ve ilgili serbest su miktarını tanımlayan pompa kapasitesi, petrol toplama oranı ve toplama verimliliğinin bir bileşiminden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Petrol akışmazlığı

Petrolün akışmazlığı toplama cihazlarının çoğunun verimliliği üzerinde en önemli bir kısıtlamadır. Akma noktası yüksek olan petroler, bazı ağır ham petroler ve yağ yakıtlar dahil olmak üzere, genel olarak kolaylıkla akmamaktadır. Ortam sıcaklığı akma noktasının altındaysa, petrol yarı katı hale

gelecektir ve bu nedenle deniz süpürücüsüne doğru kolaylıkla akmayacağından toplanması güç olacaktır.

Akışmazlık, birçok petrolün yağ içinde su asıltı sıvısı oluşturma eğiliminden etkilenmektedir, kirletici maddenin genel hacminde üç ila dört katı veya daha fazla bir artışa yol açmaktadır. Asıltı sıvılar oluştuğunda, akışmazlık da çarpıcı bir biçimde artış göstermektedir ve 100.000 santistok (cSt) ve daha büyük akışmazlıklar yaygındır. Bazı durumlarda, sütsüleşmeyi önleyici etken maddeler veya kimyasal asıltı sıvı kırıcılar bu sorunun azaltılması, bu suretle de aynı zamanda gerekli depolama hacmi en aza indirilirken pompalamanın kolaylaştırılmasının bir aracı olarak kullanılabilir.

Petrolün hava etkisiyle aşınması nedeniyle zamanla akışmazlığının artmasından kaynaklı sorunlar en uygun deniz süpürücüsünün ve pompa düzenlemesinin kullanılması dahil olmak üzere müdahale tekniklerinin sürekli olarak yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir. Örneğin, yağ çeken deniz süpürücüleri kazara yeni dökülmüş olan ve hava etkisiyle kayda değer bir aşınmaya maruz kalmamış olan petrolde etkili bir şekilde çalışabilmektedir. Bununla birlikte, akışmazlıktaki artışla ve işin içine döküntülerin olası karışmasıyla toplama işlemi daha az etkili hale gelmektedir, muhtemelen döküntü kesicilerle vidalı pompaların kullanıldığı bentli deniz süpürücülerle (ön kapağa bakınız) değiştirilmelerini gerektirmektedir. Bununla birlikte, herhangi bir deniz süpürücü nihayetinde etkisiz hale gelebilmektedir, keçelerin (mekanik taraklı kabuklu kovalar) kullanılmasını gerektirmektedir (Şekil 21). Ağların ve parçaların kullanılmasını için vinçlerle donatılan balıkçılık gemileri veya başka gemiler keçelerin kullanılmasına genellikle kolay bir şekilde uyarlanabilmektedir. Bununla birlikte, keçeler ve kazıcılar genellikle kolaylıkla elde edilebilir olduğunda, kullanımları yavaş olmaktadır ve dikkatli bir şekilde çalıştırılmadıkça, ilgili sudan büyük miktarlarda içerebilmektedir. Yüksek derecede akışmaz ve yarı katı olan bu petrolerin toplanması için en basit ve en etkili yaklaşımlardan birisi küçük balıkçı teknelerinden yerleştirilen elle kullanılan çeneli kovaların kullanılmasıdır (Şekil 22). Çeneli kovalarda açılan delikler suyun tahliye edilmesine izin vermektedir ve petrolün güvertedeki variller ve bir tonluk torbalar içerisine aktarılmaktadır.

Pompalar, hortumlar ve güç kaynakları

Pompalama aşaması genellikle bir deniz süpürücüsünün genel performansını etkilemektedir çünkü petrol akışmazlığı arttığından pompaların tamamı farklı oranlarda da olsa verim kaybetmektedir. Genel olarak, pozitif yer değiştirmeli pompalar toplanan petrolün işlenmesi için daha uygun olmaktadır. Merkezkaçlı pompalar hem ele alabilecekleri petrolün akışmazlığıyla sınırlandırılmaktadır hem de yağ içinde su asıltı sıvılarının oluşmasına katkıda bulunma eğiliminde olmaktadır. Belirli bir amaç için üretilmiş bazı pompalar, beton veya sulu harcın pompalanması için tasarlanmış olanlar ve bir Arşimet pervane prensibini temel alanlar dahil olmak üzere, çok yüksek bir akışmazlık toleransına sahip olmaktadır fakat boşaltma hortumlarının iç dirençleri o halde sınırlandırıcı bir etken haline gelebilmektedir.

Genel olarak, petrolle birlikte toplanan su miktarının, depolama alanının en iyi hale getirilmesi ve sonradan işleme maliyetlerinin azaltılması amacıyla asgari seviyede tutulması gerekmektedir. Bununla birlikte, daha yüksek akışmazlığa sahip olan petrolerle birlikte serbest veya sürüklenmiş suyun toplanması pompalarken petrolün direndinden karşılaşılan geri basınç ve belirli bir mesafe boyunca pompalamak için gerekli olan gücün azaltılabilecek olmasıyla bir ilk fayda sağlamaktadır. Bu, aksamlarda yıpranma ve aşınmayı azaltacaktır (Şekil 23).



▲ Şekil 21: Son derece akışmaz yağ yakıtın toplanması için bir kazıcının kullanılması. Toplanan petrolün yoğunluğu operatöre sürüklenen suyun akmasına olanak sağlamak için keçeyi su yüzeyi üzerinde kısa bir süre boyunca tutması talimatı verilerek azami seviyeye çıkartılmıştır. Bu, toplama verimliliği pahasına sonradan bertaraf maliyetlerini azaltmıştır.



▲ Şekil 22: Yüksek derecede akışmaz olan küçük yağ yakıt kümelerini toplamak için bir ağ keçe kullanan bir balıkçı.



▲ Şekil 23: Yüksek derecede akışmaz olan petrolün pompalanmasından kaynaklı aşırı iç basıncın bir sonucu olarak patlayan hortum (Görüntü NOFO'nun izniyle yayınlanmıştır).

Tasarımları nedeniyle büyük su miktarları toplayan deniz süpürücüleri yeterli depolama alanının mevcut olması veya suyun sonradan kovayla boşaltılabilmesi kaydıyla bu gibi durumlarda faydalı olabilmektedir. Pompalar ve hortumlardaki tıkanmaların en aza indirilmesi için buharla ısıtma da akışa yardımcı olabilmektedir. Püskürtülen suyun petrol ve boru bölme duvarı arasında bir yağlayıcı ortam olarak hareket ettiği dairesel bir su püskürtme yüzüğü kullanılması sayesinde pompa giriş basıncında büyük düşüşler gösterilmiştir (Tablo 2). Mevcut olduğunda, daha kısa ve/veya daha büyük çapta boşaltma hortumlarının kullanılması da pompalama veriminin geliştirilmesine yarayabilmektedir.

Aktarma hortumlarının ve su hortumlarının deniz süpürücüsünün yanlış bir yükseklikte yüzmesine neden olabilecek olan, deniz süpürücüsünün üzerindeki sürüklenmenin önlenmesi için şamandıralama cihazlarıyla donatılması gerekmektedir. Şamandıralar aynı zamanda hortumların kirlenmenin ve geminin pervanesiyle engellenme tehlikesinin en aza indirilmesi için daha kolay bir şekilde görülebilir olmasını da sağlamaktadır. Su hortumları dahil olmak üzere hortumların tamamının yağlıyken elle tutulması zahmetli olabilmektedir ve basit ama etkili bağlantılarla donatılması gerekmektedir. Farklı çaplardaki hortumların eşleştirilmesi ve farklı bağlantı parçalarının birleştirilmesi için bağdaştırıcılardan oluşan bir seçim yelpazesi faydalı olabilmektedir.

Birçok deniz süpürücüsü pompalama için ve sistemin toplama aksamaları için tahsis edilen bir güç paketi ile birlikte tasarlanmaktadır. Örneğin, dizel güç paketleri elektrik, su veya havayla çalışan sistemlerin doğrudan tahrik edilmesi için kullanılabilir. Benzinli motorların dışında tamamı rafinerilerde, petrol depolama alanlarında veya bir yangın ve patlama tehlikesinin olabileceği diğer yasak bölgelerde şart koşulan emniyet yönetmeliklerine riayet etmek üzere imal edilebilmektedir. Yüksek akışmazlıktaki petroler pompalanırken, petrol paketlerinin tam kapasitede çalışması gerekebilir ve bu nedenle güç kaynaklarının her türlü pompa kapasitesinin eşleştirilmesi için seçilmesi önem arz etmektedir.

Depolama

Toplanan petrolün ve yağlı suyun depolanması genellikle genel çalışmayı büyük ölçüde sınırlandıran bir etken olmaktadır. Birçok gemi için, güvertede depolama özellikle de elverişli olan birçok gemi için sınırlı olabilmektedir (Şekil 24) ve büyük hacimlerde petrolün karşılaşıldığı herhangi bir sistemde hızlı bir şekilde mahvolabilmektedir. Bir petrol/su ayırıcısı toplanan petrolün yoğunlaştırılması ve

sınırlı alanın kullanımının azami seviyeye çıkartılması için kullanılabilir. Çökertme tanklarında yerçekimiyle basit ayırma işlemi genellikle yeterli olmaktadır. Bununla birlikte, ayrılmış suyun boşaltılması kabiliyeti yerel yönetmeliklerle sınırlandırılabilir. Büyük içi depolama yeteneklerine (Şekil 25) veya uygun petrol/su ayırma olanaklarına sahip olan gemiler denizde petrolü toplarken daha fazla zaman harcayabilmektedir ancak ihtiyaç nedeniyle daha büyük olmaktadır ve sonuç olarak özellikle sahile yakın yerlerde karşılaşılan birçok durumda yeterince hareket ettirilebilir olmayabilmektedir.

Bir toplama işleminin ikmalleri, denizde toplanan petrolün alınması için tahsis edilen depolama mavnaları veya tankerleri sağlanarak geliştirilebilmektedir. Alternatif olarak, amaca uygun olarak üretilen yüzer geçici depolama alanı, örneğin havayla şişirilebilir mavnalar (Şekil 26) kullanılabilir. Bununla birlikte, böyle bir teknenin yüklendiğinde dalgalı deniz koşullarında batma olasılığının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Petrol ürünlerinin taşınması için kullanılan büyük çantalar, torbalar veya başka kapalı depolama araçlarının sonradan boşaltma ve temizleme güçlükleri yaşama olasılığı nedeniyle dikkatle kullanılması gerekmektedir. Nihayetinde, toplanan petrolün kıyıda veya uygun boşaltma donanımlarıyla birlikte mevcut dalgakıranlara yakın olan uygun depo veya başka depolama birimlerine boşaltılması gerekecektir. Gemilerin ısıtılan depolama tanklarıyla birlikte donatılmadığı hallerde, seyir ısıtma bobinlerinin kullanımı boru tesisatının ve hortumların içerisinden kıyıya doğru sonradan akışı kolaylaştırabilmekte, böylelikle gemilerin denize geri dönmesi ve toplama çalışmalarına yeniden başlaması için gidiş-geliş süresini en aza indirebilmektedir (Şekil 27).

Benzer bir şekilde, sahilde veya sahilin yakınında toplanan petrolün yerel olarak depolanması sınırlandırıcı bir etken olabilmektedir ve ilerleyen nakliye genellikle tercih edilir olduğunda doğrudan karayolu tankerlerine aktarılabilir. Bahsedildiği gibi, sanayi türü veya petrol depolama alanındaki vakumlu tankerler petrol toplama çalışmasının bireysel elemanlarının birçoğu birleştirilirken faydalı olmaktadır. Alternatif olarak, yüksek su seviyesinin üstüne yerleştirilen seyir depolama tankları, çöp konteynirleri veya astarlı kuyular ara çözümler sağlayabilmektedir (Şekil 28). Astarlı kuyular inşa edilmeden önce yerel izinlerin alınması gerekebilir. Ayrılmış suyun boşaltılması yeteneğinin saha planına dahil edilmesi gerekmektedir.



▲ Şekil 24: Güvertede sınırlı miktarda toplanan petrolün depolanmasına yarayan deposu olan bir iş teknesi.

Donanım	Boşaltma basıncı (psi)	Debi (m ³ m/saat)
Tek başına pompa	181	4.5 – 5.9
Su püskürtmeli pompa	7 – 9	46.7 – 58.2

▲ Tablo 2: Pompa girişinde ve çıkışında su püskürtmenin kullanılması sayesinde pompalama kabiliyetinde yapılan geliştirmeler boşaltma basıncında %95'lik bir azalma ve debide 10 katı bir artış göstermektedir. 210.000 cSt'lik bir akışmazlığa sahip olan petrol çeşitli pervaneli pompalar kullanılarak 92 metrelik bir hortum boyunca pompalanmıştır. (Kaynak: Su Yüzeyindeki Ağır Petrolün Toplanması - Güncel Devlet Analizi, A.B.D Sahil Güvenlik, Araştırma ve Geliştirme Merkezi/David Copper, SAIC, Kanada, 27 Temmuz 2006).



▲ Şekil 25: Bir toplama gemisinin üzerinde bir depolama tankında toplanan çok akışmaz petrol.



▲ Şekil 26: Petrolü havayla şişirilebilir bir depolama mavnasına toplayan varilli bir deniz süpürücüsü.



▲ Şekil 27: Akışmaz petrolün toplama gemilerinden kıyıya boşaltılmasına yardım etmek için kullanılan seygar ısıtma bobini.



▲ Şekil 28: Deniz süpürücüleri ve pompalar tarafından sahil şeridinden bir tepenin en üstüne yerleştirilen geçici depolama tanklarının içerisine toplanan sütsüleşmiş yağ yakıtı.

Deniz süpürücülerin yerleştirilmesi

Denizde toplama

Bir müdahale planlanırken, denizde bir toplama çalışmasının desteklenmesi için gerekli olan ikmal gereksinimlerinin tamamının üzerinde düşünülmesi gerekmektedir. Petrolün en kalın olduğu alanların yerinin belirlenmesi ve en iyi verimliliğin elde edilmesi amacıyla toplama gemilerinin yönlendirilmesi için keşif uçağı gerekmektedir. Engellerin ve deniz süpürücülerinin plana göre yerleştirilmesi için kullanılacak olan uygun gemilerin petrol yayılmadan ve su yüzeyindeki petrol tabakaları çok parçalanmadan toplamanın yapılabilir olması için mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kullanıma hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Havadan eşgüdümlü hale getirme, değişen koşullara hızlı bir şekilde tepki verilmesine olanak sağlayan, toplama gemileriyle doğrudan temas için havadan denize iletişimlerde donatılan uçak gerektirmektedir.

Öngörülen toplama oranının karşılanması için denizde yeterli depolama kapasitesi gerekmektedir ve yukarıda tartışıldığı gibi toplanan petrolün alınması için kıyıda düzenlemelerin yerinde olması gerekmektedir. Bu aksamların tamamının yeterince hızlı bir şekilde yerinde olmasının sağlanmasında yaşanan güçlükler, denizde kazara dökülen petrolün yüzde onundan fazlasının sadece çok ender bir şekilde toplandığını ve birçok vakada çok sayıda müdahale gemisinin işin içine dahil edilmesine rağmen çok daha düşük yüzdelerin standart olduğu anlamına gelmektedir.

Denizde su yüzeyindeki petrol tabakasının yoğunlaştırılması için genel olarak iki geminin kullanıldığı U, V veya J yapısal düzenlemelerinde yedekte çekilebilmektedir. Toplama cihazı ya bir gemiden plana göre yerleştirilmektedir (Şekil 29) ya da engel düzeninin bir parçası olarak yedekte çekilmektedir (Şekil 20). Deniz süpürücüsünün azami petrol kalınlığında tutulması gerekmektedir fakat deniz süpürücü ve engel arasındaki temasın engelin aşınmadan veya başka mekanik hasardan korunması için engelden kaçınması gerekmektedir. Büyük deniz süpürücülerinin karşısında dalga aksetmesi petrolün toplama elemanına



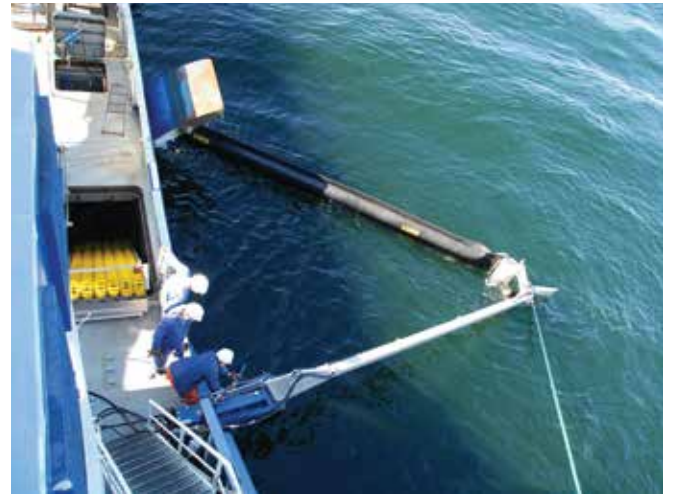
▲ Şekil 29: Ana toplama gemisinden plana göre yerleştirilen bir deniz süpürücüsüyle "U" biçiminde bir yapısal düzenlemede yedekte çekilen engel.



▲ Şekil 30: "V" biçiminde bir yapısal düzenlemede yedekte çekme gemileri ve engelle yayılan kayışlı bir süpürme gemisi.



◀ Şekil 31: Bir avara demirine tutturulan havayla şişirilebilir engel ve bir Sahil Güvenlik gemisinin üzerine yüksek kapasiteli bir serbest yüzen bentli deniz süpürücüsü içeren tek gemili bir toplama sistemi. Yüksek derinlik seviyesi, daha sakin sularda rüzgar tarafında plana göre yerleştirmeye olanak sağlamaktadır (Görüntü USCG'nin izniyle yayınlanmıştır).



▲ Şekil 32: Hepsini bir arada tek gemili bir toplama sistemi. Geminin yan tarafında bir bölme içerisinde saklanan engel güvertedeki bir vinç tarafından bir delikten plana göre yerleştirilmektedir. Delik aynı zamanda, sürüklenen petrolün burada bir yük sevk tertibatı düzenlemesinde altı takım fırça içeren gemi içi deniz süpürücüsü tarafından toplanmasına da olanak sağlamaktadır.

akışını engelleyebilmektedir. Koşullar değiştiğinde sürekli ayarlamalarla birlikte donanımın becerikli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Engellerin gerekli düşük hızlarda çekilmesi için gereken uzmanlık kazara dökülme deneyimi ve düzenli tatbikatlar sayesinde kazanılmaktadır. Uygulamada, birçok geminin dahil olduğu toplama sistemlerinin gerekli yapısal düzenlemesinin muhafaza edilmesi öncelikle işin içine dahil olan gemiler arasındaki eşgüdümlü düzenlemede yaşanan güçlükler nedeniyle sorunlu olabilmektedir. Alternatif bir çözüm esnek veya sert ve bükülmez bir süpürme düzenlemesinin kullanıldığı tek gemili bir sistemde petrol yoğunlaştırma, toplama ve depolama işlevlerinin birleştirilmesidir.

Esnek sistemlerde bir avara demirine tutturulan bir engel kullanılmaktadır (Şekil 31). Bununla birlikte, süpürme alanı çok genişse, kurulum dalgalı havada hasar görmeye yatkın olabilmektedir veya büyük şişme veya hareket ettirebilmeyi kısıtlanabilmektedir, geminin kullanımını ciddi bir şekilde etkileyebilmektedir. Bu gibi sistemlerde, deniz süpürücü petrolün son derece yoğunlaştırıldığı engelin tepesine yerleştirilebilmektedir ve yüzer olabilmekte veya petrol girişine olanak sağlanması için uygun deliği olan bir geminin

yan tarafında tümleşik olabilmektedir (Şekil 32). Sert ve bükülmez sistemler vinç veya hidrolik kollarla bir gemiden plana göre yerleştirilen katı yüzer bir engel veya süpürme kolu içermektedir (Şekil 33). Toplanacak olan petrole bağlı olarak genellikle bir bent veya fırçaya sahip olan deniz süpürücüsü toplamanın kolaylaştırılması için gemiye yakın olarak kolun içerisine gömme olarak yerleştirilmektedir. Karşılaştırmalı yerleştirme kolaylığı ve düz tasarım sert ve bükülmez süpürme sistemlerinin başarısına katkıda bulunan güçlü etkenlerdir.

Esnek veya sert ve bükülmez sistemler özel olarak tasarlanan gemilerden veya uygun bağlantı parçalarıyla uygun gemilerden kullanılabilir. En uygun olarak, bir çalışma platformu olarak kullanılan geminin uygun yükleme-boşaltma çarkına ve rüzgarlara ve akıntılara karşı seçilen bir konumun hızlı bir şekilde alınması ve muhafaza edilmesi için yeterli hareket kabiliyetine sahip olması gerekmektedir. Çapa Kullanan Römorkör Tedarik (AHTS) gemilerinin veya Platform Tedarik Gemilerinin (PSV) geniş açık güvertesi donanımların depolanması, yüklenim-boşaltılması, yerleştirilmesi, bakımı ve temizliği için uygun olmaktadır. Bununla birlikte, deneyimler bu gibi gemilerin açıkta kalan



▲ Şekil 33: Sert temizleme kolu bir hidrolik vinç yardımıyla petrol toplama gemisine takılmıştır. Düşük fribord ve denizdeki kabarma gemideki müfredat açısından güvertedeki koşulları oldukça tehlikeli bir hale getirmiştir.



▲ Şekil 34: Korunaklı bir kayalık girişinde petrol toplayan kendinden tahrikli bentli deniz süpürücüsü. Geminin sığ su derinliği kıyıya yakın çalışmaya olanak sağlamaktadır. Operatörler petrolü bendin ağzına doğru hareket ettirerek yardımcı olmaktadır.



▲ Şekil 35: Genellikle limandaki molozu toplamak için kullanılan kendinden tahrikli deniz aracı. Burada, düşük sıcaklık ve petrolün nispeten yüksek akma noktası, petrolün yarı katı hale gelmesine ve bunun sonucunda da kepçe ile toplanarak yüzer çöp konteynırına konmasını gerekli kılmıştır.

güvertelerinin ağır deniz koşullarında mürettebat için tehlikeli olduğunu göstermiştir. Derinlik seviyesi düşük olan diğer gemi türleri ağır kabarma koşullarında büyük miktarlarda su ve petrolün güverteyi kaplamasıyla benzer sorunlar yaşayabilmektedir (Şekil 33).

Bazı gemi türlerinin su yüzeyindeki petrol tabakasının büyük hacimlerinin toplanması için özellikle etkili olduğunu göstermiştir. Özellikle, tarak makineler, kıyı tankerleri ve yakıt mavnalarının büyük depolama kapasiteleri boşaltma işlemi gerekmeden önce denizde daha uzun sürelerle olanak sağlamaktadır. Bu ve diğer gemi türlerinin nispeten yüksek derinlik seviyesi rüzgar tarafında toplamaya izin verilmesine yardımcı olmasına rağmen yüksek bir yerden donanımların plana göre yerleştirilmesi rüzgar alma sorunları ortaya koyabilmektedir. Toplanan petrolün yüklenip-boşaltılmasına bu gibi gemilerin genel olarak donatıldığı yüksek kapasiteli pompalarla ve depolama tanklarının genellikle ısıtma bobinleriyle donatılmasıyla yardımcı olunacaktır. Tarak gemileri için, tarama borularının veya kovalarının doğrudan petrolün içerisinde kullanılmasını sınırlı durumlarda uygulanabilir olmaktadır ve bu sistemlerin

seçmeli olmayan niteliği ve geniş boru çapları döküntü ve son derece sütsüleşmiş petrolün tıkanmalara neden olma olasılığını azaltmaktadır.

Kıyı yakınında ve kıyıda toplama

Kendinden tahrikli deniz süpürücüleri ayın zamanda örneğin döküntü toplayıcılar olarak birtakım ikinci işlevler yerine getirebildikleri iskeleler, limanlar ve korunaklı alanların daha sakin sularında iyi sonuç veren bir şekilde kullanılabilir. Bu gemiler genellikle kirlenme riskinin ve petrol türünün değerlendirilebildiği ve anlaşılabilirliği ve bir müdahalenin planlanmasının nispeten basit olabileceği petrol terminalleri ve rafineriler için müdahalenin ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Belirli bir amaca uygun olarak üretilen kendinden tahrikli deniz süpürücüleri nispeten pahalı olmaktadır fakat korunaklı alanlarda, özellikle kıyıda erişimin imkansız olduğu hallerde etkili olmaktadır.

Seyyar deniz süpürücüleri için, sığ su çekme mesafesine sahip gemilerin kullanılması kıyıya yakın yerlerde en iyi hale getirilmiş çalışma platformları sağlayabilmektedir. Bu gibi durumlarda, seyyar depolama tankları veya Ara Hacimli Konteynırlar (IBC) petrolün alınması için güverteye yerleştirilebilmektedir. Bununla birlikte, depolanan petrol hacimlerinin, güç paketleri ve diğer donanımların mevcudiyetiyle birlikte geminin dengesini etkilememesinin sağlanmasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

Su yüzeyinde yüzen diğer malzemelerle birlikte petrol kıyı boyunca bazı yerlerde rüzgar ve su hareketinin etkisiyle toplanmaktadır. Bu gibi doğal toplanma noktaları, deniz süpürücülerinin bu alanlarda genel olarak sıklıkla büyük miktarlarda mevcut olan döküntüyle başa çıkabilmesi kaydıyla toplama işlemlerine yardımcı olabilmektedir (Şekil 10). Döküntüyle diğer deniz süpürücüsü türlerinden daha az engellenen yağ çeken halat-paspaslı deniz süpürücüleri en etkili olmaktadır (Şekil 6). Toplama, petrolün daha fazla yoğunlaştırılması ve değişen rüzgar veya akıntılarının üzerine geri hareket etme olasılığını azaltmak için engellerin yardımıyla geliştirilebilmektedir. Halat-paspaslı deniz süpürücüleri aynı zamanda uzunluğu boyunca küçük petrol miktarlarının toplanması için bir engelin içerisine etkili bir şekilde yerleştirilebilmektedir.

Mümkün olduğu hallerde, özellikle petrolün toplanacağı noktaya yakın yol erişimi, sert zeminli veya düz bir çalışma alanı mevcutsa, deniz süpürücüleri kıyıda çalıştırılması genellikle

daha kolay olmaktadır. Deniz süpürücüleri rıhtım duvarlarında veya dalgakıranlardaki vinçlerden çalıştırılabilmektedir (*Şekil 7*) veya petrol yeterince kalınsa, bazı pompa türleri doğrudan petrolün içerisine yerleştirilebilmektedir.

Çalışma alanı tespit edildiğinde, basit bir saha planında toplanan petrolün yüklenip-boşaltılması düzene koyulabilmekte ve çalışırken karşılaşılan tehlikeler azaltılabilmektedir. Operatörlere yakıt, tedarikler, barınma ve vaka komuta merkeziyle iletişim dahil olmak üzere gerekli ikmal desteğinin sağlanması amacıyla dikkatli bir şekilde iyice düşünülmesi gerekmektedir.

Petrolün çamur veya kum sahillerde karaya oturması halinde, koşullar petrolün en yaygın olarak vakum cihazlarıyla toplanması için hendeklerde yoğunlaştırılmasına olanak sağlayabilmektedir (*Şekil 8*). Kayalar arasında veya yarıkların içerisinde biriken petrol benzer bir şekilde toplanabilmektedir. Sertleşmiş kum sahillerde toplama işlemi katran topraklarının toplanması için traktör üzerine takılan yağ çeken variller veya başka cihazlarla hızlandırılabilir (*Şekil 36*). Belirli bir amaç için tasarlanmış başka deniz süpürücüleri sahildeki özel durumlarda etkili olabilmektedir. Bununla birlikte, çoğu durumda, elle toplama dahil olmak üzere diğer teknikler daha uygun olabilmektedir.

Nehirlerde ve göllerde petrolün toplanması benzer kısıtlamalara, özellikle de erişim ve akıntı kısıtlamalarına tabi olacaktır. Bununla birlikte, buz içerisindeki petrolün toplanması birtakım özel sorunlar, özellikle de petrolün buzun kendisinin içinde hapsolabilmesi sorunları sergileyebilmektedir. Toplamaya olanak sağlayan buz kırma cihazları devam eden araştırma konusudur. Bununla birlikte, bu yaklaşımın temel bir sorunu toplanan yağlı buz içerisindeki petrol yoğunluğunun genel olarak çok düşük olmasıdır ve bu gibi durumlarda kar ve buzların erimeye başladığı bir dönemi müteakip daha iyi toplama oranları elde edilebilmektedir. Halat-paspaslı deniz süpürücülerinin kullanılması su yüzeyinde serbest yüzen petrol tabakasının sürüklenen buz arasından toplanabilmesine olanak sağlamasına rağmen makineler soğukta tutukluk yapma tehlikesi taşımaktadır.

Toplama çalışmalarının yönetimi

Geçmişte yaşanan kazara dökülmelerden elde edilen deneyimler en başarılı toplama çalışmalarının genellikle tüm ikmallerin yerli yerinde olduğu, iyi eğitilmiş personel ve hızlı bir şekilde seferber olma kabiliyetiyle birlikte iyi hazırlanmış bir teşkilatlanma içerdiğini göstermektedir. Her halükarda, genel müdahale düzenlemesinin verimliliği donanımların performansı kadar önemlidir. Bir sistemin başarılı bir şekilde plana göre yerleştirilmesi engel, toplama ve depolama aksamalarının tamamının sürekli olarak izlendiği ve sistemin petrolün dağılımındaki değişiklikleri takip etmek için yeterince hareket ettirilebilir bir şekilde kalmasını gerektirmektedir.

Toplama çalışmalarının tamamı petrolün deniz süpürücüsüne ulaşması ve döküntünün birikmemesi veya cihazın içerisine girerek verimi düşürmemesi veya hasara neden olmasının sağlanması için gözetim ve denetim gerektirmektedir. Birçok deniz süpürücüsü petrol veya döküntüyle sık sık tıkanabilen döküntü elekleriyle donatılmaktadır. Yüksek performansın muhafaza edilmesi için, süpürme hızının koşullara uygun hale getirmek ve petrolün toplama alanına varış hızıyla eşleştirmek için ayarlanması gerekmektedir. Sadece küçük miktarlarda petrolün mevcut olması halinde, süpürme işleminin aşırı miktarda su toplanmasını önlenmesi ve mümkün olduğu hallerde engeller kullanılarak petrolün yoğunlaştırılması için belirli aralıklarla gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Genel olarak, deniz süpürücüleri ve güç paketleri gibi ilgili donanımlar sağlam olmaktadır ancak kaçınılmaz bir şekilde hasar, döküntüyle tıkanma, yanlış kullanım veya aşınma ve yıpranma yoluyla arızalar ortaya çıkmaktadır. Onarım genel olarak uzman bilgisi, yedek parçalara ve uygun aletlere erişim gerektirmektedir. Donanımların kısıtlamalar hakkında bir bilgiye ve makineleri söküp parçalara ayırma ve gerektiği gibi tekrar bir araya getirme kabiliyetine sahip uygun bir şekilde eğitilmiş işletme personelinin kullanılması gecikmeleri azaltacaktır. Donanımlar düzenli aralıklarla uygulanan bir bakım programına tabi ise, bir malzeme stokundan çekildiklerinde derhal hizmete elverişli olmaları daha mümkün olmaktadır ve sahadaki arıza tehlikeleri azalmaktadır. Böyle bir program hizmette belirli bir süre sonrasında aşınan yüzeylerin yenisiyle değiştirilmesini, yağlayıcıların tamamlanmasını veya yenisiyle değiştirilmesini ve donanımların arıza olup olmadığının kontrol edilmesi için çalıştırılmasını içerecek sabit bir çizelgeden oluşabilmektedir.

Süpürme çalışmalarıyla beraber dağıtıcı maddelerin uygulanmasından her iki yöntemin altında yatan ilkenin karşılıklı olarak özel olması ve su sütununun içerisinde dağılan petrolün yüzey süpürücüleri kullanılarak toplanamaması nedeniyle kesinlikle vazgeçilecektir. Ayrıca, dağıtıcı maddeler petrolün yüzey özelliklerini değiştirmektedir ve özellikle yağ çeken süpürücülerin yakınında uygulandığında bu cihazları etkisiz hale getirebilmektedir. Benzer bir şekilde, özellikle gevşek biçimde veya keçeler şeklinde emici malzemelerin süpürme çalışmalarıyla bağlantılı olarak deniz yüzeyinin üzerine yayılması muhtemelen toplama sistemlerinde tıkanmalara yol açacaktır.

Geceleyin toplama işlemleri petrolün kimliğinin daha önceden tespit edildiği ve kontrol altına alındığı ve yeterli aydınlatmanın mevcut olduğu limanlar gibi özel yerlerde yapılabilmektedir. Bununla birlikte, petrolün yerinin tespit edilmesi ve petrolün denizde geceleyin toplanması için yapılan girişimlerin etkili olması olası değildir ve işin içine dahil olan personel için tehlikeli olabilmektedir.

Toplama kaynaklarının kullanımını, toplanan petrol miktarlarını ve herhangi bir hasarın veya yapılan herhangi bir onarımı ayrıntılandıran günlük bir faaliyet kaydı komuta merkezinde ilerlemenin izlenmesine izin verecektir ve tazminat için sonradan hak taleplerinin oluşturulmasında yardımcı olacaktır. Daha büyük toplama gemileri için bu bilgi genellikle denizcilik yetkilileri tarafından talep edilen gemi kayıtlarına düzenli olarak dahil edilebilmektedir.



▲ *Şekil 36: Traktöre takılan yağ çeken varilli deniz süpürücüsü, sertleşmiş bir kum sahilde taze katran topraklarının toplanması için kullanılmaktadır (Görüntü Le Floch Depollution'un izniyle yayınlanmıştır).*

Deniz süpürücülerin ve ilgili kaynakların geri taşınmasının çalışmaların verimliliği azaldıkça, yani karşılama veya petrol toplama oranları azaldıkça veya ihmal edilebilir hale geldikçe başlatılması gerekmektedir. Kullanım sonrasında deniz süpürücülerin ve yardımcı donanımların temizlenmesi ve herhangi bir aşınma ve hasarın tespit edilmesi ve düzeltilmesi için elden geçirilmesi gerekmektedir (Şekil 37). Petrolün kaldırılması için buhar boruları veya eritici maddeler kullanılabilir fakat yağ çeken diskler veya bu süpürme cihazlarının yağ çeken özellikleri olumsuz olarak etkilenebileceğinden emici keçeler üzerinde temizlik kimyasallarının kullanılmaması gerekmektedir. Donanımlar depoya geri döndüklerinde, hasar ve nemden, aşınmaya neden olan tuzlu ortamlardan korunmaları gerekmektedir. Deniz süpürücülerle birleştirilen emici keçeler, kauçuk kayışlar ve plastik malzemeler uzun süreler boyunca doğrudan güneş ışığına maruz kaldıklarında çürüyecektir. Donanımların depolandığı alanın düzenli denetlemelerin, bakım ve test işlemlerinin özellikle kullanımının sık olmayacağı hallerde teşvik edilmesi için kolay erişime olanak sağlaması gerekmektedir.



▲ Şekil 37: Ağır petrolün toplanmasından sonra kıyıya getirilen bentli bir deniz süpürücüsü. Geri taşınmayı müteakip donanımların temizlenmesi ve gelecekte kullanıma hazır olmak üzere elden geçirilmesi gerekmektedir.

Anahtar noktalar

- Denizde ve sahile yakın yerlerde toplama seçeneklerinin değerinin deniz durumu, rüzgar, akıntılar ve hassas alanların yeri gibi hakim koşullara karşı değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Toplanacak olan petrolün türü, ortam sıcaklıklarındaki akışmazlığı ve zamanla meydana gelen herhangi bir değişiklik en etkili olacak deniz süpürücüsü türünü belirleyecektir.
- Kapasite, güvenilirlik, sağlamlık, sahadaki verim, ağırlık, işleme, çok yönlülük, güç kaynağı, bakım ve maliyet ölçütlerinin en uygun deniz süpürücüsü seçilirken göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
- Vakum kamyonları ve diğer emme sistemleri genellikle sahilde veya sahile yakın yerlerde kalın petrol tabakalarının toplanması için genellikle kolaylıkla elde edilmektedir.
- Denizde petrol toplama çalışmalarının etkin bir şekilde düzenlenmesi petrolün ve temizlik işleminin ilerleyişinin izlenmesi ve toplama gemilerinin en iyi verimlilik için en kalın petrol kümelerine doğru yönlendirilmesi için uçak kullanımıyla geliştirilmektedir.
- Deniz süpürücüsü veriminin en iyi etkinin sağlanması için sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir.
- Toplanan petrolün pompalanması, depolanması ve bertarafı için ikmallerin toplamada yaşanan gecikmelerin asgari seviyede tutulacağı şekilde ele alınması gerekmektedir.
- Personel eğitim standartlarının muhafaza edilmesi ve donanımlardaki herhangi bir arızanın düzeltilmesi için donanımların düzenli denetleme ve testlerinin düzenlenmesi 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
Web: www.itopf.org