

PETROL KİRLİLİĞİNE MÜDAHALEDE VİNÇ KOLLARININ KULLANIMI

TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

3



Giriş

Engeller, denizde kazara dökülmüş olan petrolün çevrenin ve kontrol altında tutulması ve hassas kaynaklardan geçiş yönünün değiştirilmesi ve bir toplama noktasına doğru yönlendirilmesi için düzenli olarak kullanılmaktadır. Engel yerleştirme çalışmalarının başarısı su yüzeyinde yüzen petrol tabakasının hızlı bir şekilde yayılması ve akıntıların, gelgitlerin, rüzgar ve dalgaların etkisiyle sınırlandırılabilir. Etkili engel tasarımı ve iyi planlanmış ve eşgüdümlü olarak ayarlanmış bir müdahale bu sorunları azaltabilmekle birlikte bazı durumlarda herhangi bir engelin kullanımı uygun olmayabilmektedir.

Bu kitapçıkta engel tasarım ilkeleri ve denizde gemilerle çekme ve siğ veya kıyıya yakın sularda palamarla bağlama olmak üzere iki ana çalışma biçimi tanımlanmaktadır.

Tasarım prensipleri

Engeller, aşağıdaki işlevlerden bir veya daha fazlasının gerçekleştirilmesi için tasarlanan yüzer engellerdir:

- **Petrolün kontrol altında tutulması ve yoğunlaştırılması:** su yüzeyi üzerinde yayılmasını önlemek ve toplamayı kolaylaştırmak için kalınlığını artırmak amacıyla su yüzeyinde yüzen petrol tabakasının çevrenin;
- **Saptırma:** petrolün örneğin vakumlu kamyonlar, pompalar veya başka toplama yöntemleriyle sonradan kaldırılmak üzere petrolün sahil şeridinde uygun bir toplama noktasına yönlendirilmesi.
- **Koruma:** petrolün liman girişleri, elektrik santrali soğutma suyu girişleri, su ürünleri yetiştirme tesisleri veya tabiatı koruma alanları gibi ekonomik olarak önemli veya biyolojik olarak hassas alanlardan uzağa yönlendirilmesi.

Engeller farklılık gösteren bu durumların ve çevrelerin taleplerinin karşılanması amacıyla çeşitli ebatlarda, malzemelerde ve tasarımlarda gelmektedir. Küçük, ucuz, limanlarda elle kullanılmak için hafif modellerden (Şekil 1), makaraların, vinçlerin ve oldukça büyük gemilerin yükleyip boşaltmasını gerektirebilen kıyıda uzakta kullanım için büyük, pahalı ve sağlam birimlere kadar değişiklik gösterebilmektedir. Engeller, kesitlerin istenilen genel uzunlukta birleştirilmesine olanak sağlamak için bağlantılarla birlikte çeşitli uzunluklarda mevcuttur. Bağlantılar ayrıca çekme ve demirleme noktaları sağlamaktadır. Makaralara ilaveten, çekme halatları, hava üfleyiciler ve çapalar gibi çeşitli yardımcı donanımlar gerekli olabilmektedir.

Birengelin önemli özelliği su hareketiyle ilgili olarak davranışıyla belirlenen, petrolü kontrol altında tutma veya yönünü değiştirme kapasitesidir. Engellerin tamamı normal olarak bu davranışı geliştirmek için aşağıdaki özellikleri içermektedir.

- taşmanın önlenmesi veya azaltılması için derinlik seviyesi;
- engelin altından petrolün kaçmasının önlenmesi veya azaltılması için yüzey altı etek;
- hava, köpük veya su yüzeyinde batmadan kalabilen başka bir malzeme biçiminde yüzdürme;
- rüzgarlar, dalgalar ve akımlardan gelen kesite dayanmak için boyuna yönde gerdirme elemanı (zincir veya tel);
- engelin düşey yönünün muhafaza edilmesi için ağırlık;

Engel tasarımlarının büyük bir çoğunluğu iki geniş kategoriye ayrılmaktadır:

Perde Engeller - genel olarak dairesel kesit sahip, hava veya köpük doldurulmuş bir yüzdürme odası ile desteklenen



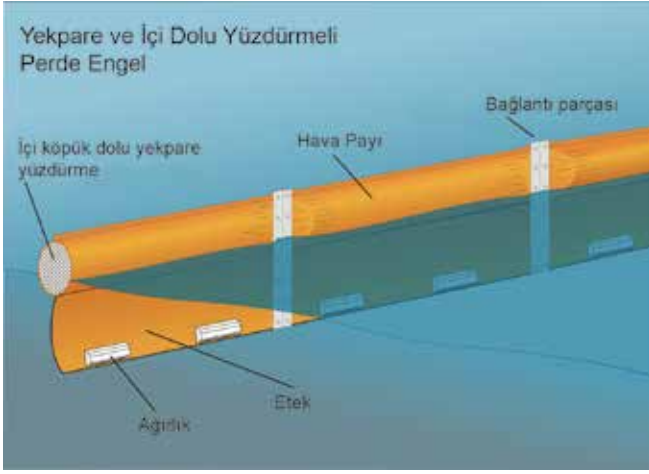
▲ Şekil 1: Petrolün yönünü gemilerin bağlanacağı yerden başka yöne çeviren tahta perde.

kesintisiz bir yüzey altı etek veya esnek perde sağlamaktadır (Şekil 2a ve 2c).

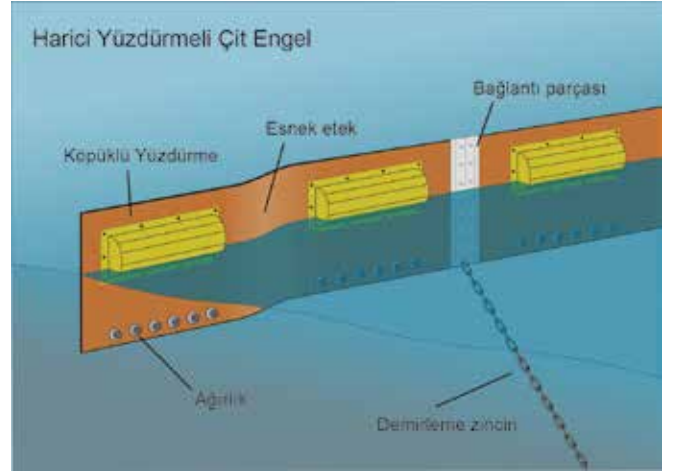
Tahta Perde Engeller - genel olarak tümleşik veya harici yüzdürme, sahra ve bağlantı payandaları ile su içerisinde düşey olarak tutulan düz bir kesite sahiptirler (Şekil 2b).

Sahile sızdırmazlık sağlayan veya kumsala sızdırmazlık sağlayan engeller de mevcuttur, bu engellerde etek engelin düşük gelgitte maruz kalan bir sahil şeridi üzerine oturmasına olanak sağlayan suyla doldurulmuş odalarla değiştirilmektedir (Şekil 2d). Yangın engelleri, yanan petrolün meydana getirdiği yüksek sıcaklıklara dayanmak üzere özel olarak imal edilmektedir ve petrolün kontrol altında tutulmasında bu iki tasarımın sınırlandırmaları ve ilgili kabiliyetlerle ya çit ya da perde olabilmektedir.

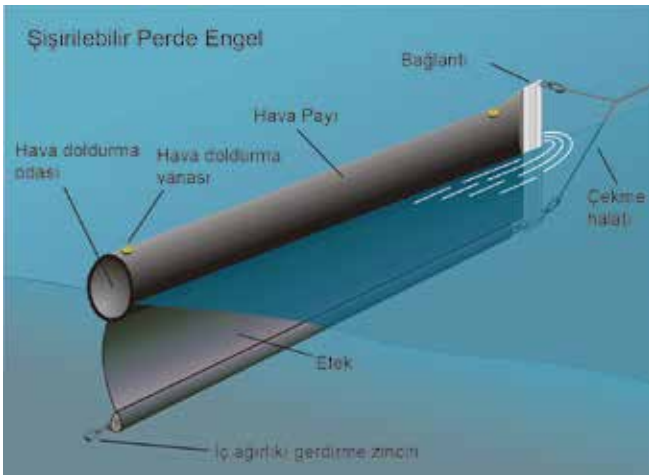
Engellerin dalga hareketini takip etmek için yeterince esnek olması ama yine de mümkün olduğunca fazla petrolü tutmak



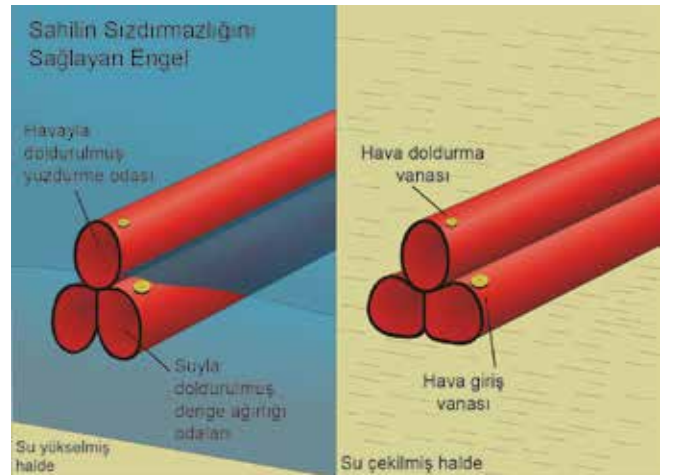
▲ Şekil 2a: Harici ağırlığı olan içi dolu yüzdürmeli perde engel



▲ Şekil 2b: Harici yüzdürme ve ağırlıklı harici bir yüzdürme çit engel. Demirleme noktaları alt uzunluğu boyunca aralıklarla yerleştirilmektedir.



▲ Şekil 2c: Birleştirilmiş ağırlık ve eteğin en alt kısmına tutturulan tümleşik bir cebin içerisine takılan gerdirmeye zinciriyle birlikte şişirilebilir bir perde engel .



▲ Şekil 2d: Gelgitte kıyının sızdırmazlığını sağlayan engel Yüzdürmeye olanak sağlamak için havayla şişirmeye yarayan üst cep, yüzerken denge ağırlığı sağlamak ve düşük gelgitte alt katmanla iyi bir sızdırmazlık sağlamak için suyla doldurulan alt cepler.

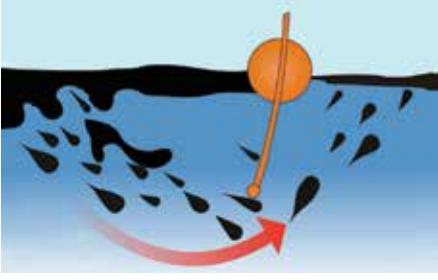
için yeterince sert ve bükülmez olması gerekmektedir. Çit ve yekpare ve içi dolu yüzdürme perde engellerin bazı tasarımları yetersiz dalga takip etme özellikleri sergilemektedir, dalga geçerken hava payının yüzeyin altına batmasına veya eteğin tepeler arasında gezinmesine yol açmakta, petrolün kaçmasına imkan vermektedir. Sonuç olarak, bu engel türlerinin sakin sularda kullanımla sınırlandırılması gerekmektedir.

Engel sistemleri hızlı akan sularda kullanılmak üzere ve diğerleri nispeten yüksek hızlarda çekilmek üzere geliştirilmiş olmasına rağmen, en geleneksel engellerin tasarımları kendisine dik açıyla hareket eden 0.5 ms⁻¹ 'den (1 deniz mili) çok fazla su hızlarına karşı petrolü kontrol altında tutamamaktadır. Uygulamada, engellerin çoğu için kaçış hızı etek derinliğine bakılmaksızın 0.35 ms⁻¹ (0.7 deniz mili) civarındadır. Petrolün kaçış yolu ve su hızıyla ilişkisi engel tasarımı kadar petrol türünün bir işlevidir. Düşük akışkanlığa sahip petroler düşük hızlarda daha akışmaz petrolerden daha fazla kaçmaktadır. Daha akışmaz petrolerle, yüksek akıntıların neden olduğu pruva dalgasında türbülans damlacıkları "bindirme" olarak isimlendirilen bir süreç olan, daha sonra engelin altına taşınan petrol tabakasının alt tarafından makaslanmaktadır (Şekil 3a). Düşük akışkanlığa sahip petroler aynı zamanda "boşaltma arızasına" da eğilimli olmaktadır (Şekil 3b), bu sayede yüksek akıntılar

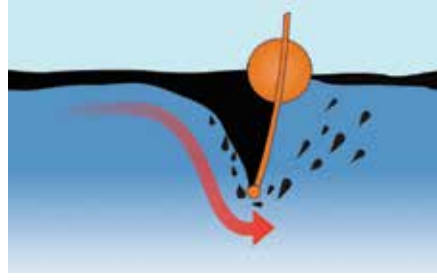
damlacıkların engelin yüzeyinde toplanan petrolden kopup ayrılmasına, düşey olarak ve eteğin altına düşmesine neden olmaktadır. Daha yapışkan petrolerin su içerisinde sürüklenme ihtimali daha azdır ve engel yüzeyinde daha kalın tabakalar meydana getirebilmektedirler. Belirli bir tehlikeli birikme kalınlığında, petrol engelin altına sürüklenebilmektedir (Şekil 3c).

Nehir ve gelgit akıntılarının yanı sıra, rüzgar ve dalgalar kaçış hızından fazla su hareketi meydana getirebilmekle birlikte kontrol altında tutulan petrolün taşmasına da neden olabilmektedir (Şekil 3d). Çok yüksek akıntılar engelin özellikle sağlanan şamandıra koyma yetersiz kalmışsa suya batmasına (Şekil 3e) veya petrolün akıp gitmesine izin vererek su yüzeyinde uçmasına neden olabilmektedir (Şekil 3f ve Şekil 4). Petrol kaçışına bir engel boyunca türbülans da neden olabilmektedir ve bu nedenle çıkıntıları olmayan tek biçimli bir profil cazip olmaktadır.

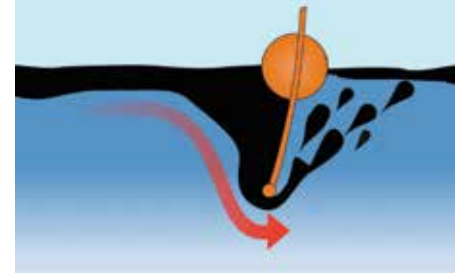
Engel kesitlerinin ebat ve uzunluğu önemli etkenlerdir. Bir engelin azami ebadı kullanılmayacağı deniz durumuyla büyük ölçüde alakalı olmaktadır. Genel bir kural olarak, hava payının asgari yüksekliğinin taşmanın önleneyeceği şekilde seçilmesi gerekmektedir. Eteğin derinliğinin benzer boyutlarda olması gerekmektedir. Çok yüksek bir hava payı, hava payının bir



▲ Şekil 3a: Sürüklenme.



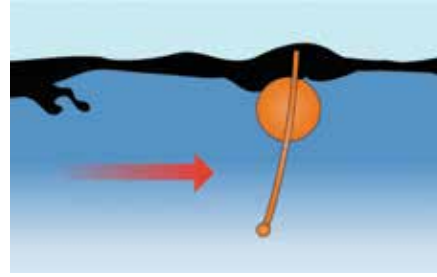
▲ Şekil 3b: Boşaltma arızası



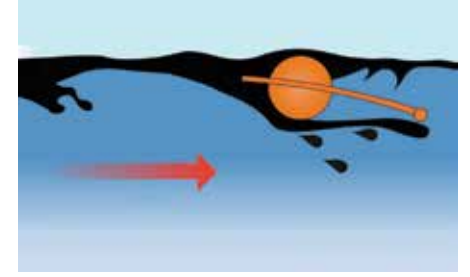
▲ Şekil 3c: Tehlikeli birikme.



▲ Şekil 3d: Taşma



▲ Şekil 3e: Dibe batmış



▲ Şekil 3f: Kayma

▲ Şekil 3: Engel arıza biçimleri Ekler akıntı yönünü belirtmektedir. (Kazara Petrol Dökülmesi Bilim ve Teknolojisinde bir şema, Merv Fingas'ın izniyle).

yelken gibi hareket ettiği rüzgar alma sorunlarına neden olabilmektedir. Eteğin derinliğinin artırılması engelin, engelin altından geçen su hızındaki artış nedeniyle tahliye arızasına daha meyilli hale getirebilmektedir. Kısa engel kesitlerinin yüklenip boşaltılması daha kolay olabilmektedir ve bir kesitin arızalanması halinde engelin bütünlüğünü bir bütün olarak koruyabilmektedir ancak bu avantajların kesitlerin birbirine etkili bir şekilde bağlanmasının güçlüğü ve zahmetiyle tartılarak üzerinde düşünülmesi gerekmektedir. Bağlantılar engel profilini kesintiye uğratmaktadır ve mümkün olan her yerde en ağır petrol yoğunluklarının bulunduğu noktaya denk gelmemesi gerekmektedir. Bağlantı parçalarının tasarımının yerleştirme boyunca ve engel sudayken kolay takmaya ve çıkartmaya izin vermesi gerekmektedir.

Birçok farklı engel türü imalatçılar tarafından kullanıma sunulmuştur. Unicon veya Amerikan Test ve Malzeme Derneğinin (ASTM) standart bağlantı parçalarının yaygın olması çeşitliliği azaltmış olmakla birlikte, mevcut birçok tasarım farklı kaynaklardan engeller birleştirilirken güçlükler neden olabilmektedir ve farklı tedarikçilerden engeller sipariş ederken dikkat edilmesi gerekmektedir.

Diğer önemli özellikler çekme mukavemeti, yerleştirme kolaylığı ve hızı, güvenilirlik, ağırlık ve maliyettir (Tablo 1). Sıklıkla uzman olmayan kişiler tarafından kullanılmaya, burulmaya, su yüzeyinde geniş ve ağır döküntüye ve kayaların, rıhtım duvarlarının veya mercan aşındırmasına dayanması gerekeceğinden bir engelin kullanım amacına uygun olarak yeterince sağlam ve dayanıklı olması esastır (Şekil 5). Çekilirken veya palamarla bağlanırken bir engel üzerindeki su ve rüzgar etkilerine dayanmak için yapısal dayanım gerekmektedir. Güvenilirlikle birlikte yerleştirme kolaylığı ve hızı, hızlı bir şekilde değişen durumda açık bir şekilde çok önemli olmaktadır ve yapılan seçimi etkileyebilmektedir.

Bazı düşük maliyetli engeller tek kullanım için tasarlanmaktadır, tek kullanım sonrasında yakıp kül edilebilmekte veya geri

dönüşüm için imalatçılara geri verilebilmektedir. Daha pahalı, dayanıklı engellerin birçoğu, düzgün bir şekilde yerleştirilmişse ve muhafaza edilmişse, zaman zaman tekrar kullanılabilir. Engeller genel olarak kullanım sonrasında temizlik gerekmektedir ve bu bazı tasarımlar için güç olmaktadır (Şekil 6). Genellikle buharla temizleme veya eritici maddeler kullanılmaktadır ancak eritici madde kullanılırken engel yapısının bu gibi kimyasallara uygun olmasının sağlanması önem arz etmektedir. Düzgün bir şekilde geri alma, bakım ve depolama bir engelin ömrünün uzatılması ve daima çok kısa sürede kullanıma hazır olmasının sağlanması için önem arz etmektedir. Bazı engeller, özellikle kendiliğinden havayla



▲ Şekil 4: Güçlü akıntı engelin kaymasına neden olmuş, herhangi bir petrolün eteğinden kaybolmasına izin vermiştir.

Engel Türü	Yüzdürme Yöntem	Depolama	Dalga Takip Etme Özelliği	Palamarla mı bağlanıyor yoksa	Temizlik kolaylığı	Nispi Maliyet	Tercih edilen kullanım
Perde Engel	Şişirilebilir	Havası boşaltıldığında boyutu küçük	İyi	Her ikisi de	Doğrudan	Yüksek	Kıyıya yakın veya kıyından uzak
	Katı köpük	Hacimli	Makul	Palamarla mı bağlanıyor	Kolay/Doğrudan	Orta ila düşük seviyede	Korunaklı kıyıya yakın sular, örneğin limanlar
Çit Engel	Harici köpük şamandıralar	Hacimli	Zayıf	Palamarla mı bağlanıyor	Zor/Orta, petrol harici şamandıra koymanın arkasında veya odaların birleşme yerlerinin içerisinde hapsolabilmektedir	Düşük	Korunaklı
Sahil Sızdırmazlığı Sağlayan Engel	Havayla şişirilebilir üst oda, alt odalar suyla doldurulmaktadır	Havası boşaltıldığında boyutu küçük	İyi	Palamarla bağlanıyor	Orta; petrol odaların birleşme yerini içerisinde hapsolabilmektedir	Yüksek	Gelgitterin yaşandığı korunaklı sahiller boyunca (dalga kırılması yok)

▲ Tablo 1: Yaygın engel türlerinin özellikleri

şişen modeller dikkatli bir şekilde geri alınmadıklarında aşınmadan dolayı hasar görmeye meyillidir. Acil durum tamirat takımlarının küçük hasarın üstesinden gelmek için el altında bulundurulması gerekmektedir, aksi takdirde bu küçük hasar engelin bir kesitini veya hatta tamamını kullanılmaz hale getirebilir. Engel yapısında büyük hasarın genellikle onarılması güç olmaktadır ve kesitin tamamının yenisiyle değiştirilmesini gerektirebilmektedir. Engellerin doğru bir şekilde depolanması, engelin malzemesinin yüksek sıcaklıklar, mor ötesi ışınlar veya küf nedeniyle uzun vadede bozulmasının en aza indirilmesi için önem arz etmesine rağmen bu genel olarak poliüretan veya neofren gibi daha ileri teknoloji ürün

malzemelerle daha az sorun olmaktadır. Hava şamandıralı engeller havası söndürüldüğünde sadece küçük bir depolama alanı kaplarken içi katı maddeyle dolu şamandıralı engeller hacimli olmaktadır. Engeller sahaya taşınırken ve bir gemi güvertesi gibi depolamanın öncelikli olması halinde bunun göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Engeller üzerine uygulanan güçler

Hızı V (ms⁻¹) olan bir akım tarafından A (m²)'lik bir alt yüzey alanına sahip bir engel üzerine uygulanan ortalama



▲ Şekil 5: Bir engel yerleştirildiğinde kolaylıkla hasar görebilmektedir. Gelgit döngüsünün başından sonuna kadar verimliliğinin sağlanması için düzenli bakım gerekmektedir.



▲ Şekil 6: Çitin harici şamandıralarının arkasında hapsolan petrolün temizlenmesi özellikle güç olabilmektedir.

kuvvetin F (kg) tahmin edilmesi için aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$F = 100 \times A \times V^2$$

Bu nedenle 0.25 ms⁻¹ (0.5 deniz mili) bir akıntıda 0.6 metrelik bir eteği olan 100 metre uzunluğunda bir engel üzerinde hareket eden yaklaşık kuvvet aşağıdaki gibi olabilir:

$$F = 100 \times (0.6 \times 100) \times (0.25)^2 = 375 \text{ kg (kuvvet)}$$

Şekil 7'deki grafikten, akıntı hızının iki katına çıkartılmasının yükte dört katı bir artış gerektirebileceği görülebilmektedir. Rüzgar tarafından engelin hava payı üzerine doğrudan uygulanan yaklaşık güç de büyük olabilmektedir. Bu rüzgar almanın tahmin edilmesi amacıyla yukarıdaki formül, bir su akıntısının ve 40 katı daha şiddetli olan bir rüzgar hızı tarafından kabaca eşit basınçların meydana getirileceği temel alınarak kullanılabilir. Örneğin 7.5 ms⁻¹ (15 deniz mili) bir rüzgarda 0.5 metrelik bir hava payına sahip 100 metre uzunluğunda bir engel üzerindeki yaklaşık etki aşağıdaki gibi olabilmektedir:

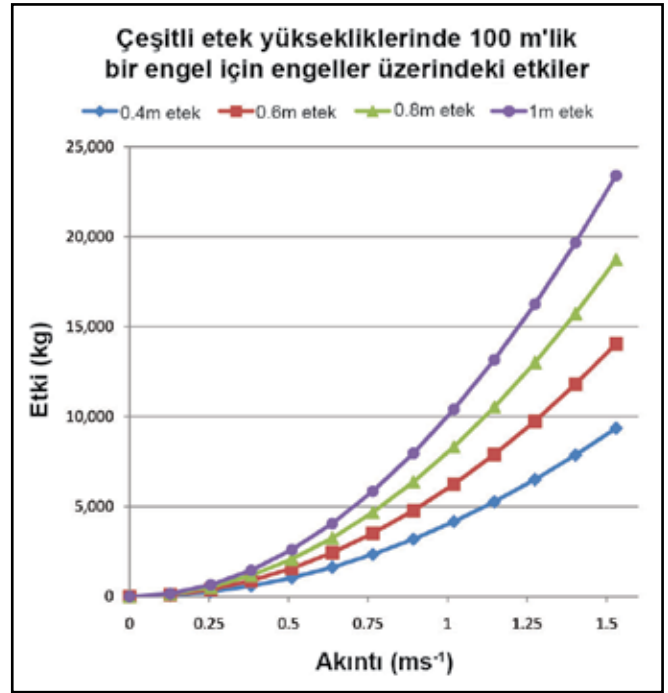
$$F = 100 \times (0.5 \times 100) \times (7.5/40)^2 = 175 \text{ kg (kuvvet)}$$

Yukarıdaki örneklerde, akıntı ve rüzgarın birleşik etkileri sert ve bükülmez bir engel üzerinde aynı yönde hareket etmeleri halinde yaklaşık olarak 550 kg olabilmektedir. Uygulamada, engel bir eğri oluşturularak, böylelikle etkilerin büyüklük ve yönü değişikliğe uğratarak akışa bir açıyla yerleştirilebilmektedir (ayrıca bakınız, sayfa 9 Tablo 2). Bununla birlikte, bu hesaplamalar etkiler için bir rehberlik sağlamaktadır ve palamarların veya çekici gemilerin seçimine yardımcı olmaktadır. Bir engel yedekte çekildiğinde, sudaki hızının bu bölümün başlangıcında gösterilen formüle "V" olarak girilmesi gerekmektedir.

Kırılmayan dalgalar veya şişme tarafından engeller üzerine etki eden kuvvetler genellikle önemsizdir. Engelin gerekli esneklik derecesine sahip olması kaydıyla, suyun hareketini çok az etkiyle takip edebilmektedir. Bununla birlikte, bir dalga engelin karşısında kırıldığında, ortaya çıkan anlık yük, gerilme mukavemeti veya malzeme dayanımı yetersizse engelin yırtılmasına neden olabilmektedir.

Engellerin yerleştirilmesi

Engellerin yerleştirilmesi tehlikeli ve potansiyel olarak tehlikeli bir işlem olabilmektedir. Kötü hava koşulları ve dalgalı denizler işlemlere kısıtlamalar getirebilmektedir ve baş ve kık vuran ve sallanan gemiler üzerinde ıslak ve yağlı donanımların ele alınması dikkat gerektirmektedir ve personeli tehlikeye atabilmektedir. Mükemmel, sakın koşullarda bile bu risklerin ve engele hasar verme olasılığının en aza indirilmesi için çalışmaların çok iyi planlanmış ve kontrol edilmiş olması önem arz etmektedir. Acil durum eylem planı hazırlama süreci çerçevesinde uygun bir stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir. Yerel koşullar, yerleştirme alanları, mevcut engel türleri ve boyları, uygun engel yapısal düzenlemeleri ve iş teknelerinin mevcudiyeti ve diğer kaynakların bir vaka meydana gelmeden önce tamamen göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Buna ilaveten, sabit engel demirleme noktalarının kurulumunun uygun olduğu hallerde göz önünde bulundurulması ve bir acil eylem planında konularının kaydedilmesi gerekmektedir. Hem kaynağın hem de kazara dökülmenin en olası boyutunun tahmin edilebildiği petrol terminalleri ve benzer tesisler için planlama özellikle uygun olmaktadır. Acil durum müdahale personelinin işletme usullerine tamamen aşina hale gelmesi amacıyla düzenli engel yerleştirme tatbikatlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.



▲ Şekil 7: Artan akıntı ile üstsel bir artış gösteren, çeşitli etek derinliklerinde 100 metre uzunluğunda bir engel üzerine uygulanan etkiler.

Yedekte çekilen engeller

Petrolün geniş bir alana hızlı bir şekilde yayılması denizde kontrol altına alma ve kaldırma çalışmalarının başarısına ciddi bir engel teşkil edebilmektedir. Süpürücülerin karşılaşma oranının azami seviyeye çıkartılması için petrolün yayılmasının önlenmesi ve kontrol altına alınması için gösterilen bir çabada, U, V veya J yapısal düzenlemelerindeki uzun engeller iki gemi kullanılarak yedekte çekilebilmektedir (Şekil 8). Örneğin, yedekte çekilen 300 metrelik bir engel, genişlik olarak 100 metreye kadar bir alan süpürülmesine olanak sağlayabilmektedir. Uygun geri toplama cihazları ve güvertede yeterli depolama alanı, çalışmanın genel başarısı için hayati önem arz etmektedir. Süpürücüler çekici gemilerin birisinden veya engelin arkasından üçüncü bir gemiden yerleştirilebilmektedir (Şekil 9). Engelin yüzeyiyle birleştirilen birleşik önleme ve toplama sistemleri, sadece sınırlı sayıda petrolü toplayabilme kabiliyetleri ve karmaşıklıkları nedeniyle günümüzde ender olarak kullanılmaktadır. Süpürücülerin kullanımı hakkında ayrı bir kitapçıkta daha ayrıntılı bilgi verilmektedir.

Petrol, engel kesitleri arasında esnek olmayan bağlantıların altından daha kolay bir şekilde kaçabilmektedir. Sonuç olarak, U, V veya J yapısal düzenlemesi halinde kesitli bir engel yedekte çekilirken petrol kaçışının en aza indirilmesi için, engelin tepe noktasında herhangi bir bağlantı parçasının olmamasının sağlanması önem arz etmektedir. Bir "U yapısal düzenlemesiyle, tek sayıdan oluşan engel kesitleri bu sorunu kısmen giderecektir. Gerilerek aniden zorlanma veya kopmanın engellenmesi için, engellerin yedekte çeken gemilere doğrudan tutturulmaması gerekmektedir. Bunun yerine, engelin uçları ve 50 metrelik halatlarla ve tipik olarak 300 metre uzunluğunda bir engelin yedekte çekilmesi için uygun olan çekici gemi arasında yeterli uzunlukta çekme halatlarının kullanılması gerekmektedir.

Engel performansına en iyi gözlemlene sayesinde karar verilmektedir. Engelin altında kaybolan petrol engelin



▲ Şekil 8: Ağır bir ham petrolün kontrol altına alınması için iki gemi arasında bir "U" yapısal düzenlemesinde yerleştirilen havayla şişirilebilir engel. Petrolün geri alınması işlemi başarılı bir şekilde sonuçlandırılmaktadır.

ardından yükselen kürecikler veya damlacıklar olarak görünecektir. En iyi engel performansıya dahi parlaklıklar mevcut olabilmektedir. Engelin ardında burgaç oluşumları çok hızlı çekildiği anlamına gelmektedir.

Performansın azamiye çıkartılması amacıyla, gemilerin hem yedekte çekilen engellerin doğru yapısal düzenlemesini hem de suda istenilen düşük hızlarda, örneğin kaçma hızından düşük hızlarda tutabilmesi gerekmektedir. Bu da her iki çekici geminin engelin petrolün tutulmasına uygun azami hızda yedekte çekilmesi için gerekli olan toplam gücün en azından yarısını gerektireceği ve düşük hızlarda yeterli bir şekilde hareket edebilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Yol gösterici olarak bir bilgi olarak, geminin içindeki bir motorun her bir nominal beygir gücü 20 kg'lık bir çekme kuvveti sağlama kabiliyetine tekabül etmektedir. Çift tahrik birimi, pruva ve kıç tarafı pervaneleri ve değişken hatveli pervaneler değerlidir. Buna ilaveten, hacimli veya ağır engeller yüklenip boşaltılırken vinç, kaldırma çarkı veya bir engel makarasıyla açık ve alçak pupalı güvertede bir



▲ Şekil 9: Tepe açısında ayrı bir süpürme gemisiyle iki çekme gemisi tarafından bir "V" yapısal düzenlemesinde uygulanan perde engel.

çalışma alanı gerekli olmaktadır. Bununla birlikte, deneyimler bu gibi gemiler üzerinde güvertenin korunaksız niteliğinin koşulları ağır deniz koşullarında mürettebat için tehlikeli hale getirebildiğini göstermiştir.

Geminin içinde en uygun çekme noktasının deneme yanılma yöntemiyle bulunması gerekecektir ve seyir ve rüzgar yönüne göre değiştirilmesi gerekebilir. Örneğin, kıç tarafından yedekte çeken tek pervaneli bir gemi hareket ederken güçlük çekecektir ve geminin bir ön noktasından çekme tercih edilebilir. Her ikisinin aynı hızda ve kontrollü ve eşgüdümlü bir şekilde hareket etmesi için her iki çekici gemi arasında iyi iletişimin muhafaza edilmesi gerekmektedir. Gemilerin hareket ve faaliyetlerinin eşgüdümlü hale getirilmesi ve petrolün en kalın olduğu alanlara yönlendirilmeleri için havadan denize iletilimlerle donatılan uçak da kullanılabilir.

Tek bir gemi petrolün kontrol altına alınması, toplanması, ayrılması ve depolanmasından oluşan birçok görevi yerine getirebilmektedir. Petrolün kontrol altına alınması ve



▲ Şekil 10: Aşırı derecede süsüleşmiş ham petrolde, bir petrol toplama katamaranından yerleştirilen uzunluğu kısa olan bir perde engelin kullanıldığı tek gemili toplama sistemi.



▲ Şekil 11: Dalgaların hareketini takip edebilmeye yetecek kadar esnek olmakla birlikte engel tekne gövdesine tutturulduğu yerde sudan kalkmıştır, potansiyel olarak petrolün tepe noktasından kaçmasına olanak sağlamıştır



▲ Şekil 12: Gemi yakıtının herhangi bir olası sızmasının kontrol altına alınması için kısmen batmış olan bir batığın etrafına demirlenen havayla şişirilebilir engel.



▲ Şekil 13: Bir elektrik santralinin soğutma suyu alma yapısının ön tarafına yerleştirilen perde engel.

toplanmasına olanak sağlanması için ya avara demirine tutturulan esnek bir engel (Şekil 10) ya da sert ve bükülmez bir süpürme kolu kullanılabilir. Tüm gemi tabanlı kontrol altına alma ve toplama sistemleriyle gemiye sıkı sıkıya tutturulan engelden dalgalanma halinde petrol kaybı olabilmektedir (Şekil 11). Tek gemili sistemler daha birçok gemiden oluşan daha karmaşık sistemlerden daha esnek olmasına rağmen petrol karşılama genişliği veya alanı sınırlı olmaktadır, geminin tam genişliğine benzer olmaktadır. Alan çok büyükse, kurulum elverişsiz olmaktadır ve dalgalı havalarda hasar görmeye meyilli olmaktadır. Bu alan sınırlandırılması, su yüzeyindeki petrol tabakası dar kümeler halinde sürüklenmişse daha az önemli olmaktadır.

Engel performansı üzerindeki kısıtlamalar, süpürücülerin kullanımı üzerindeki ek sınırlandırmalarla birleştiğinde denizde kontrol altına alma ve toplama çalışmalarının çoğu durumda sadece kısmen başarılı olacağı anlamına gelmektedir.

Palamarla bağlanan engeller

Ender durumlarda, sızıntı yapan bir gemi gibi bir kaynağa yakın olan kazara dökülmüş petrolün kontrol altına alınması için engellerin demirlenmesi uygun olabilmektedir (Şekil 12). Bununla birlikte, sular palamarla bağlanan engellerin etkili olması için sular çok açıkta olabilmekte ve akıntılar çok şiddetli olabilmektedir ve engellerin daha derin sulara demirlenmesi zor olabilmektedir. Buna ilaveten, engellerin kaynağa yakın bir şekilde yerleştirilmesi bir yangın tehlikesi meydana getirebilmektedir ve petrol akışının durdurulması ve geminin kurtarılması için yapılan girişimlere engel olabilmektedir. Sakin koşullarda dahi, büyük anlık petrol boşalmaları bir engeli kolaylıkla zor durumda bırakabilmekte, etkisiz hale getirebilmektedir. Bu özellikle, engel yerleştirilmeden doğal olarak ve daha etkin bir şekilde kaybolacak olan hafif petroler için gerçek olmaktadır.

Daha sık bir şekilde, engeller haliçlerin, bataklık alanların, Hindistan sakız ağacı alanlarının ve su alma yapıları gibi hassas alanların korunması için kıyıya yakın olarak yerleştirilmektedir (Şekil 13). Uygulamada, bu gibi alanların tamamının korunması mümkün olmayabilir. Bu nedenle, öncelikle etkili bir şekilde engellenebilecek alanların tespit edilmesi ve ikinci olarak öncelik sırasına göre yerleştirme yapılması için uygun planlamanın yapılması gerekmektedir.

Geçiş noktaları dahil olmak üzere engellerin kullanılması için potansiyel olarak uygun alanların tespit edilmesinde

havadan bir keşif değerli olabilmektedir. Bir yerleştirme yeri ve yönteminin seçilmesinde, birbiriyle tezat gereksinimler arasında ödün verilmesi gerekli olabilmektedir. Örneğin, bir nehrin tamamının korunması istenebilmekle birlikte, korumanın sağlanması için özellikle gelgit etkisi oldukça yüksekse haliç çok geniş veya akıntılar çok kuvvetli olabilmektedir. Nehirlerden veya haliçlerden güçlü taşmalar denizden yaklaşan petrole karşı engellerin yerleştirilmesi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.

Gerekli hallerde, engelin yerleştirilmesi ve toplanan petrolün kaldırılması ihtiyacı akılda tutularak, daha akıntıya karşı olan daha uygun bir yerin aranması gerekebilir. Petrol kıyıya yakın konumda geliş hızında kaldırılmadığında, toplanacak ve daha kuvvetli akıntıların petrolü engelin altına sürükleyebildiği nehrin merkezine doğru hareket edecektir.

Engellerin petrolün kontrol altına alınmak yerine toplanabileceği nispeten sakin sulara doğru yönlendirilmesi sıklıkla daha iyi olmaktadır (Şekil 14). Tablo 2'de gösterildiği gibi, akışa dik açılarla yerleştirilen bir engelin herhangi bir petrolü kontrol altına almakta başarısız olabileceği 1.5 ms⁻¹ 'lik (3 deniz mili) bir akıntıda dahi su yüzeyindeki bir petrol tabakasının başka yöne yönlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bu prensibe göre, akış yönüne eğik bir şekilde bir engel yerleştirilerek bir nehir korunabilmektedir. Bir gezinme kanalının muhafaza edilmesi veya toplama kolaylığı için petrolün yönünün bir nehrin bir tarafından başka bir tarafına çevrilmesi için engelin iki kesiti ters gelgit akıntısı hesaba katılarak karşıt kıyılardan çakışmayacak şekilde düzenlenebilmektedir.

Engelin doğru bir şekilde demirlenmesi hayati önem arz etmektedir çünkü performansı hakim akım şiddetine uygun kalan saptırma açısına bağlı olmaktadır. Birçok palamar yerinin döşenmesi bir acil durumda uygulanabilir olmayabilmekle birlikte, bu açının muhafaza edilmesi ve petrolü hapsedecek olan engelin içerisinde ceplerin oluşmasının önlenmesi için sık yerleştirilen palamarla bağlama yerleri gerekli olabilmektedir. Sayfa 6'daki etkilerin tespit edilmesi için formül bilinen şiddette bir akıntıda bir engelin tutulması için gerekli olan azami palamarla bağlama ebadı ve sayısı için bir rehber olarak Tablo 2 ve Tablo 3 ile birlikte ve azami olası rüzgar etkisi hesaba katılarak kullanılabilir. Bir Danforth türü veya tırnağı olan bir çapa kumda ve çamur alt katmanlarında etkili olurken (Şekil 15), balıkçı türü veya kancalı çapa kayalı diplerde daha iyi olmaktadır. Zaman varsa, uygun ve güvenilir



▲ Şekil 14: Petrolün yönünün geri toplanmak üzere kıyıya çevrilmesi için bir çıkıntı olarak kullanılan engel (© Norveç Sahil İdaresi).

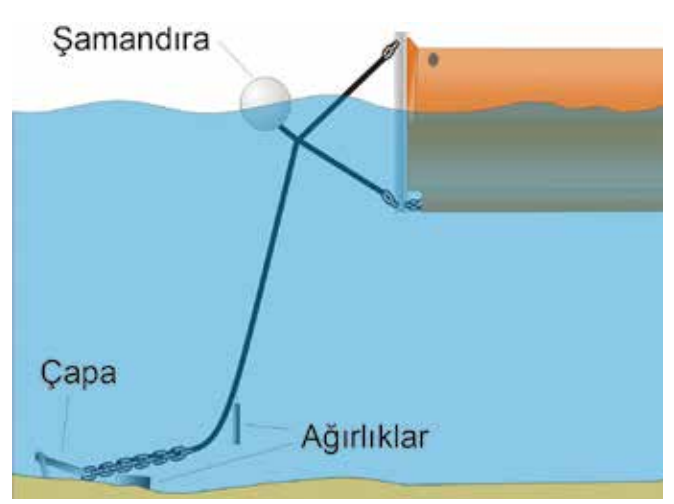
demirleme noktalarının sağlanması için beton bloklar kalıba dökülebilir fakat havadaki ağırlıkları deniz suyunda şamandıra koymaların telafi edilmesi için beklenen yükün en az üç katı olması gerekmektedir. Kaldırma çarkı olan bir iş teknesinin kullanılması ağır palamar yerlerinin yüklenim boşaltılması için gerekli olabilir.

Hangi demirleme türü kullanılırsa kullanılsın, demirleme halatlarının uzunluğunun beklenen su derinliğine, dalgalanma ve gelgit aralığına uygun hale getirilecek şekilde seçilmesi önem arz etmektedir (Şekil 16). Halatlar çok kısaysa, engel su içerisinde iyi bir şekilde yüzmeyecektir ve dalgaların halatlarda meydana getirdiği kopma palamar yerlerini yerinden çıkartabilmekte ve engellere hasar verebilmektedir. Buna karşın, halatlar çok uzunsa, yapısal düzenlemenin kontrol altında tutulması zor olacaktır. Çapa ve halat arasındaki ağır zincirin bir uzunluğu bir çapanın tutma gücünü büyük ölçüde geliştirmektedir ve engel ve çapa arasında bir ara şamandıranın kullanılması engelin ucunun suya batmasının önlenmesine yardımcı olacaktır. Eşit bir şekilde, tonoz halatlarından asılan bir ağırlık gevşediğinde yüzeyde yüzmelerini engellemektedir.

Manyetik demirleme noktaları engelin doğrudan bir geminin yan tarafına tutturulmasına olanak sağlamaktadır. Kayar palamar yerleri bir liman girişi gibi önceden belirlenmiş bir yere tutturulduğunda gelgit döngüsünün başından sonuna kadar bir engelin düşey hareketine olanak sağlamaktadır.

Akıntı Kuvveti (deniz mili)	(m/s)	Azami Açı (dereceleri)
0.7	0.35	90
1.0	0.5	45
1.5	0.75	28
2.0	1.0	20
2.5	1.25	16
3.0	1.5	13

▲ Tablo 2: Dipten gerdirmeli engeller için farklı akıntı kuvvetlerinde akış yönünde azami yerleştirme açıları. Petrol kaçığını engellemek için hesaplamalarda 90°'de 0.7 deniz mili (0.35 m/s) bir kaçış hızının temel alınmaktadır.



▲ Şekil 15: Tipik engel demirleme düzenlemesi. Aynı sistem engel boyunca düzenli aralıklarla uygulanabilmektedir.

Bir sahil şeridinden bir engel yerleştirilirken, ağaçlar veya kayalar gibi sahilde sabit nesnelere faydalanılması genellikle mümkün olmaktadır. Özellikle bir kıyı şeridinde, birçok kazık (Şekil 17) veya bir kütük gibi gömülü bir nesne mükemmel bir palamarla bağlama noktası sağlamaktadır. Ağırlık olarak içine su doldurulan kumsal veya sahil sızdırmazlığı sağlayan engeller tasarımları gelgit döngüsü boyunca kontrol altında tutmaya olanak sağladığında bu çevrede yerleştirilmeye en uygun olanıdır. Bununla birlikte, doldurulduklarında karada insan gücüyle yüklenip boşaltılmaları zor olduğundan ağırlık doldurulmadan önce bu engeller yerleştirilirken dikkatli olunması gerekmektedir (Şekil 18). Bu gibi engeller genellikle perde engelle birlikte kullanılmaktadır.

Yukarıdaki açıklamaların sonucu, palamarla bağlama noktalarını, petrol toplama noktalarını, erişim güzergahlarını ve belirli bir yer için engel uzunluk ve türünü belirten bir sahaya özgü engel yerleştirme planına dahil edilebilir. Bu gibi planlar yerel acil durum eylem planlarına dahil edildiklerinde, düzenlenmeden önce bu engeller yerleştirilirken dikkatli olunması gerekmektedir (Şekil 18). Bu gibi engeller genellikle perde engelle birlikte kullanılmaktadır.

Rüzgarlar, akıntılar ve gelgit değiştiğinden, bir engelin yapısal düzenlemesi de değişecektir. Palamar yerlerinin sıklıkla kontrol edilmesi ve yeniden ayarlanması gerekli olacaktır ve engelin verimi ve faydası aksi takdirde ciddi bir şekilde azalacağından kontrol altına alınan petrolün ve döküntünün derhal kaldırılması gerekmektedir. Hava sıcaklığının gündüz sıcak ve geceleri serin olduğu koşullarda, havayla şişirilen engellerdeki havanın genleşmesine ve büzülmesine olanak sağlanması önem arz etmektedir. Bu, gün boyunca havanın tahliye edilmesini ve gece tekrar

Çapa Ağırlık (kg)	Tutma Mukavemeti (kuvvet kg)		
	Çamur	Kum	Kil
15	200	250	300
25	350	400	500
35	600	700	700

▲ Tablo 3: Gevşek çamur, kum veya çakılda ve kilde Danforth türü çapaların tutma mukavemeti°



▲ Şekil 16: Uzunluğu yetersiz olan bir palamar halatının kullanılması engelin gelgitte suyun çekildiği durumda asılı kalmasına neden olmakta, petrolün altından geçmesine izin vermektedir. Gelgit döngüsünün başından sonuna kadar engelin etkili bir konumda tutulması için halatların düzenli olarak yeniden ayarlanması gerekebilir. Kayar palamar yerleri bu senaryoda daha az etkili olabilir.



▲ Şekil 17: Ağaçlar veya başka doğal çapaların olmadığı sahil şeridinde engelin yerinde tutulması için palamalarla bağlama kazıkları.

şişirilmesini gerektirebilmektedir. engeller, özellikle geceleyin geçen gemiler tarafından hasar verilmeye maruz kalmaktadır ve denizcilerin haberdar edilmesi ve engellerin ışıklarla işaretlenmesi gibi tedbirler böyle bir hasarın önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Parlak renkte boyanan engeller gündüz daha görülebilir olmaktadır ve geceleyin ışıklar sayesinde daha iyi teşhis edilebilmektedir.

Engeller petrolün yolunun kesilip durdurulması veya yönünün değiştirilmesi için kullanılmalarına ilaveten, koşulların değişmesi halinde hareket etmesini önlemek için, petrolün doğal olarak toplandığı korunaklı alanlarda kullanılabilirler (Şekil 19).

Bu sadece kirliliğin boyutunu en aza indirmemektedir ama aynı zamanda hapsedilen petrolün kontrollü bir şekilde kaldırılmasına da olanak sağlamaktadır. Engeller aynı zamanda su püskürtme veya basınçlı suyla yıkama işlemleriyle kumsallardan ve kayalardan yıkanıp çıkartılan petrolün

kontrol altına alınarak bir sahil şeridinin temizlenmesine de yardımcı olabilmektedir. Engelin içerisine sürüklenerek petrol yoğunlaştırılabilir ve toplama cihazlarına doğru hareket ettirebilir. Bazı durumlarda, geniş emici maddeli basit engeller ince petrol şeritlerinin toplanması için kullanılabilmesine rağmen, kullanımlarının sıkı denetim altında tutulması gerekmektedir. Emici maddelerin kullanımı ayrı bir kitapçıkta ele alınmaktadır.

Alternatif sistemler

Akıntıların nispeten düşük olduğu ve su yüzeyinde yüzen engellerin gemi hareketini engelleyebileceği limanların korunması için balon engeller kalıcı olarak yerleştirilmiştir. Deniz yatağına yerleştirilen delikli bir borunun içerisine hava pompalandığında, balonlardan oluşan bir perdenin yükselmesi sağlanmaktadır.



▲ Şekil 18: Bir halice yerleştirilen sahil şeridi sızdırmazlığı sağlayan engel. Alt safra suyu doldurma odaları engelin sular çekildiğinde kıyıya oturmasına olanak sağlayacaktır. Bu örnekte, sahil şeridi sızdırmazlığı sağlayan engel kesitleri havayla şişirilebilir perde engelin kesitlerine bağlanmaktadır.



▲ Şekil 19: Geri toplamanın kolaylaştırılması için havayla şişirilebilir bir engel kesitiyle sahil şeridinin karşısında tutulan yarı katı petrol.



▲ Şekil 20: Ağ ve samandan yapılan eğreti engel. Buna rağmen, birden fazla gelgit döngüsüne dayanması beklenmediğinde, bu su yüzeyinde gelen petrol tabakasının sahil şeridinde yol açacağı kirliliğin azaltılmasına hizmet edebilmektedir.



▲ Şekil 21: İstiridye kabuklarından yapılan, kazıklar ve ağlarla yerinde tutulan engel.

Hava kabarcıkları yüzeyde petrolü 0.35 ms⁻¹ (0.7 deniz mili)'ne kadar bir su akışına karşı tutan bir karşıt akıntı meydana getirmektedir. Bununla birlikte, etkileri hafif bir rüzgar dahi petrolün kaçmasına neden olduğundan sakin koşullarda ince petrol tabakaları ile sınırlı olmaktadır. Basit sistemler dahil yeterli havayı sağlamak için büyük kompresörler gerektirmektedir. Bu gibi sistemlerin düzenli kontrolleri delikli borulardaki hava deliklerinin çökelme sonucu oluşan çamur ve kum tabakası veya deniz organizmaları tarafından tıkanmamasının sağlanması esastır.

Bu amaca uygun olarak imal edilen donanımlar mevcut olmadığında, petrol yerel olarak mevcut olan malzemelerle yapılan eğreti sistemlerle kontrol altına alınabilmekte veya toplanabilmektedir. Odun, petrol varilleri, havayla şişirilen yangın hortumları, kauçuk lastikler veya samanla doldurulan balık ağlarından palamarla bağlanan alternatif

engeller yapılabilmektedir (Şekil 20). Sığ sularda, çuval bezi, kamışlar, bambu veya bu gibi başka malzemelerden yapılan perdelerin veya hasırların desteklenmesi için tabana kazıklar çakılabilmektedir (Şekil 21). Bu örneklerde, engel veya set aynı zamanda petrolün geri toplanmasına yardımcı olmak için bir emici madde olarak da hareket edebilmektedir.

Uzun kumlu kumsallarda, sahil şeridi boyunca hareket eden petrolün önünün kesilmesi veya dar haliçlere veya lagünlere petrolün girmesinin önlenmesi için buldozerlerle sığ su içerisinde kum setleri inşa edilebilmektedir. Bununla birlikte, bu gibi tedbirlerin büyük çaba gerektirdiklerinden, akıntılarla veya ardışık gelgitlerle hızlı bir şekilde sürüklenip götürülebildiklerinden ve muhtemelen kumsalın yapısına veya ekolojisine zarar verebileceklerinden dikkatle kullanılmaları gerekmektedir.

Anahtar noktalar

- Mevcut engellerin etkili bir şekilde kullanımının azami seviyeye çıkartılması amacıyla koruma önceliklerinin tespit edilmesi.
- Seçilen alanların yedekte çekilen engellerle mi yoksa palamarla bağlanan engellerle mi korunabileceğine karar verilmesi.
- Akıntılar, gelgitler ve rüzgarlar hakkında mümkün olduğunda fazla bilginin elde edilmesi.
- Engeller üzerinde uygulanması muhtemel olan etkilerin hesaplanması.
- Mevcut engel tasarımlarının tekrar gözden geçirilmesi ve beklenen kullanım koşulları için en iyisinin seçilmesi.
- Uygun depolama, bakım ve onarım için yerleştirme güvenilirliği, kolaylığı ve hızının ve düzenlemelerin göz önünde bulundurulması.
- Yedekte çekmek için uygun gemilerin seçilmesi ve denizdeki çalışmaların desteklenmesi için gerekli lojistiğin göz önünde bulundurulması.
- Engelin başarılı bir şekilde yerleştirilmesi için yerlerin tespit edilmesi ve ulusal ve yerel acil eylem planlarına dahil edilmek üzere engel yerleştirme planlarının geliştirilmesi ve onaylanması.
- Personelin derinlemesine eğitime tabi tutulması ve uygulamalı tatbikatlarla becerilerinin muhafaza edilmesi.
- Engellerin petrolün kontrol altına alınmasındaki kısıtlamalarının anlaşılması ve gerektiğinde eğreti engellerin yapılması ihtiyacının farkında olunması.

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