

# PETROLÜN KIYI ŞERİTLERİNDEN TEMİZLENMESİ

TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

7



## Giriş

ITOPF istatistikleri, gemi kaynaklı kazara petrol dökülmelerinin büyük bir çoğunluğunun kıyıya yakın meydana geldiğini göstermektedir. Denizde su yüzeyinde yüzen petrol ile mücadele için yürütülen faaliyetler genel olarak zaman, hava veya başka kısıtlamalarla sınırlandırıldığından, petrolün sahil şeritlerine ulaşmasının önlenmesi için atılan adımlar sadece kısmen başarılı olabilmektedir. Petrol sahil şeridine ulaştığında, etkilenen alanların temizlenmesi için kayda değer çaba gerekebilmektedir. Bu nedenle, sahil şeridi temizliği için kapsamlı ve tatbikatı yapılmış düzenlemelerin acil durum eylem planlarına dahil edilmesi esastır.

Sahil şeridi temizliği için mevcut olan teknikler nispeten basittir ve normal olarak belirli bir amaca uygun olarak üretilmiş donanımlar gerektirmemektedir. Bununla birlikte, uygun olmayan teknikler ve yetersiz düzenleme petrolün kendisinin neden olduğu hasarı ağırlaştırabilmektedir.

Bu kitapçıkta yaygın olarak kullanılan temizlik teknikleri tanımlanmaktadır ve bir dizi farklı sahil şeridi türü için çalışmaların her bir aşamasına hangilerinin en uygun olduğu hakkında tavsiyeler verilmektedir.

## Genel strateji

En uygun temizlik tekniklerinin seçilmesi etkilenen sahil şeridinin uzunluğu, niteliği ve erişilebilirliği ile birlikte kirlenme derecesi ve türünün hızlı bir değerlendirmesini gerektirmektedir. Öncelikli eylemlere karar verilirken, deniz çevresinin yoğun taleplerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Örneğin, sosyal tesis kullanımı petrolün kaldırılması için hızlı ve etkili yöntemler gerektirebilmektedir fakat bunlar daha az saldırgan, daha yavaş teknikler gerektirebilen çevresel koruma konularıyla uyumlu olmayabilmektedir. Bu gibi durumlarda, bir müdahalenin tamamı için veya sahadan sahaya göre değişiklik gösteren bir temelde çatışma olasılığı olan bu menfaatler arasında bir dengenin tutturulması gerekmektedir.

Temizlik çalışmaları genellikle üç aşamada göz önünde bulundurulmaktadır:

- **Aşama 1 - Acil durum aşaması:** Sahil şeridine yakın su yüzeyinde yüzen petrolün ve kıyıda toplanmış hacimli petrolün toplanması;
- **Aşama 2 - Proje aşaması:** Karaya oturmuş olan petrolün ve petrol bulaşmış olan sahil şeridi malzemesinin kaldırılması;
- **Aşama 3 - Parlatma aşaması:** Hafif kirlenmenin nihai temizliği ve gerektiğinde petrol lekelerinin kaldırılması.

İlk aşama boyunca, kaynaklar mümkün olduğunca hızlı bir şekilde müdahale etmek, örneğin petrolün sahil şeridi boyunca hareket etme ve ek hasara yol açma ve yaban hayatı etkileme kabiliyetini en aza indirmek amacıyla ufak bir ikazla seferber edilecektir. İkinci aşamaya geçilmesi kaynakların daha büyük müzakereyle akdedilmesine ve muhtemelen işin ihaleye çıkartılmasına müsaade edebilmektedir. Proje aşaması olarak isimlendirilen ve genellikle sahil şeridi temizliğinin en uzun süreli kısmı olan Aşama 2'nin kazara petrol dökülmesinin meydana getirdiği acil duruma gelen müdahalenin bileşenlerinden birisi olarak görülmesi gerekmektedir ve uzun vadeli proje yönetimi olarak algılanması gerekmektedir.

Karşılaşılan duruma bağlı olarak, bu aşamalar boyunca ilerleme gerekli olmayabilmektedir. Bazı durumlarda, çalışmanın tamamı tek bir aşamada tamamlanabilirken,



▲ Şekil 1: Hacimli petrolün elle kaldırılması. Petrolün bir sahil şeridinden seçmeli olarak toplanması için insan gücünün kullanılması kaldırılan temiz malzeme miktarını en aza indirmektedir.

diğerlerinde Aşama 1 ve Aşama 2 birleştirilebilmektedir. Birçok durumda, Aşama 2 tamamlandığında, geriye kalan herhangi bir petrolün hava etkisiyle aşınmaya ve doğal olarak bozunmaya bırakılması en iyi seçenek olabilmektedir.

Her halükarda, birinci öncelik bir sahil şeridinin karşısında su yüzeyinde yüzen petrol tabakasının mümkün olduğunca hızlı bir şekilde toplanması, daha önce kirlenmemiş veya temizlenmiş alanlara doğru hareket etmesinin önlenmesi olmaktadır (Şekil 1). Aynı durum, sonraki gelgitlerde tekrar harekete geçebilecek olan karaya oturmuş ağır petrol birikintileri için de geçerli olmaktadır. Toplama işlemi devam ederken petrolün sahilin karşısında tutulması için engellerin kullanılması mümkün olabilmektedir. Bununla birlikte, bu strateji petrolün daha az hassas olan bir alana doğru veya erişimin daha kolay olduğu bir yere doğru hareket etmesine izin verilmesinin tercih edilebildiği çevresel olarak hassas sahil şeritlerine uygulanmayabilmektedir.

Hareket etme olasılığı olan petrol toplandığında, aynı alanın birden fazla defa temizlemekten kaçınmak için denizde geriye kalan petrolün tamamı kıyıya gelinceye kadar bekleme veya petrol özellikle kum sahillerde birbiri ardına gelgitlerle yere gömülebilecek olmasına rağmen ikinci aşama çalışmalarının derhal başlatılması arasında bir ödün verilebilmesi gerekli olabilmektedir. Genellikle, işin bu aşamasının derhal tamamlanması için girişimde bulunulmaksızın en kolay erişilebilir olan alanlarda en kalın petrol alanlarının kaldırılması üzerine odaklanılması bir çözüm olmaktadır.

Birçok vakadan elde edilen deneyim, kazara dökülen bir petrole genel müdahalenin en maliyetli ve zaman tüketici bileşeninin toplanan atığın işlenmesi veya bertarafı olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, her şeyden önemli olan başka etkenler mevcut olmadıkça, seçilen temizlik tekniğinin kaldırma için toplanan asgari atık miktarıyla sonuçlanan temizlik tekniği olması gerekmektedir. Bu, bir sonraki depolama, nakliye ve nihai işleme/bertaraf için malzeme miktarının en aza indirilmesine ilaveten sahil şeridinin aşınma ihtimalinin azaltılması katma değerine sahiptir.

Birçok sahil şeridi türü için, tüm petrol izlerinin kaldırılması güç veya tavsiye edilemez olacaktır. Sonuç olarak, bir sahil şeridi veya belirli bir çalışma alanının işin sonlandırılmasına müsaade etmeye yetecek kadar en zaman temiz olacağı her zaman açık olmamaktadır. Çevresel, sosyal ve ekonomik kaygıların nispi önemi bağlamında etkilenmiş alanın "kullanımı" nemli bir etken olmaktadır. Yerin önemi ve hassasiyetindeki mevsimsel değişikliklere ilaveten doğal temizliğe maruz kalabilme derecesi ayrıca maliyet sorununu kadar önemli etkenler olmaktadır. Sahilde geriye kalan petrol miktarı azaldığından, maliyet daha önemli hale gelmektedir çünkü ek temizliğin başarılması için gerekli çaba ve masraf kaldırılan petrol miktarı konusunda gereğinden fazla artış göstermektedir. Petrol ve petrol beneklerinin izlerinin kaldırıldığı geniş kapsamlı ve ayrıntılı nihai bir temizlik aşaması bu nedenle genellikle turizm mevsimi boyunca veya turizm mevsiminden hemen önce sadece düşük enerjili, yüksek sosyal fayda sağlayan alanlar için gerekli olmaktadır.

Temizliğin sonlandırılması için ölçüt genel olarak müştereken tartışılmakta ve müdahaleye dahil olan çeşitli kuruluşların temsilcilerini içeren bir takım tarafından yürütülen denetlemeleri müteakip üzerinde mutabık kalınmaktadır (Şekil 2). Gerekli fikir birliğinin elde edilmesi için, kullanılan sahil şeridi tekniklerinin anlaşılması ve temizliğin amaçlarının

kullanışlı ve erken bir safhada, hatta tercihen temizlik çalışmalarının başlangıcından önce üzerinde mutabık kalınması önem arz etmektedir. En uygun şekilde, denetleme takımının üyeleri temizlik işlemlerinin başarılarının ilk durum bağlamında takdir edilebilmesi için vakanın başından sonuna kadar işin içine dâhil olabilmektedir.

## Temizlik teknikleri

Etkilenen sahil şeritlerinin temizliği için birtakım teknikler mevcuttur. Teknikler bir müdahalenin birden fazla aşamasında uygulanabilmektedir. Özellikle, Aşama 2'deki bazı teknikler aynı zamanda birinci veya üçüncü aşamalarda da kullanılabilir. Sonuç olarak, teknikler ya Aşama 1 ve Aşama 2 veya Aşama 2 ve Aşama 3 olarak gruplandırılmaktadır.

## Hacimli petrolün kaldırılması ve petrol bulaşmış olan sahil malzemesinin işleme tabi tutulması (Aşama 1 ve Aşama 2)

### Pompalar, vakum kamyonları ve deniz süpürücüleri

Nispeten sakin sularda, karayolu taşıtlarıyla erişilebilen sahil şeritlerinin karşısında toplanmış olan su yüzeyindeki petrol tabakası genellikle pompalar, vakum kamyonları kullanılarak veya su yeterince derinse deniz süpürücüleri kullanılarak toplanabilmektedir. Vakum kamyonlarının verimliliği kazara dökülen petrolün türü ve miktarına bağlı olarak ve pompa ve depo kapasitelerine bağlı olarak değişiklik gösterecektir fakat alışıldık biçimde toplama oranları günde 20m<sup>3</sup>'tür. Verimlilik emme borusuna takılan bir bentli deniz süpürücüsü kullanılarak veya kıyıya yakın petrolün yoğunlaştırılması için bir engel kullanılması sayesinde toplanan su miktarı azaltılarak geliştirilebilmektedir (Şekil 3).

Gelgit kumu ve ince çakıl sahillerdeki ağır kirlilik için petrol suyla temizlenebilmekte ve suyun kenarına paralel olarak kazılan hendeklerin içerisine süpürülebilmektedir (bu işlem "hendekleme" olarak petrolün isimlendirilmektedir). Hendekte toplanan petrol pompalar, vakum kamyonları ve depolu römorklar kullanılarak kaldırılabilir (Şekil 4). Hendekler genel olarak bir gelgit döngüsünde



▲ Şekil 2: Bir müdahaleye dahil olan taraflar arasında müştereken üstlenilen tetkikler uygun temizlik teknikleri ve temizlik çalışmalarının sonlandırılabilirliği noktasında mutabakata varılmasına olanak sağlamaktadır.



▲ Şekil 3: Halat paspaslı bir deniz süpürücüsü ve vakum pompaları kullanılarak sahil şeridinden hacimli sıvı petrolün kaldırılması.



▲ Şekil 4: Hendeklerin içerisine itilmiş ve yıkanarak akıtılmış olan petrolü toplayan zirai vakum tankerleri.



▲ Şekil 5: Petrolün bir liman alanından toplanması için kullanılan inşaat mühendisliği makineleri. Bu durumda, su sıcaklığı petrolün akma noktasının altında olmuştur, petrolü yarı katı hale gelmesine neden olmuş, deniz süpürücülerin kullanımını imkansızlaştırmıştır.



▲ Şekil 6: Petrol bulaşmış olan sahil şeritlerinde makinelerin kullanılması ek kirliliğe neden olabilmektedir. Burada traktörler bir petrol alanın üzerinde sürülmüştür, petrolü kumsalın içine girmeye zorlamaktadır.

ayakta kalmaktadır ve önceden tamamen boşaltılmadıkça ve temizlenmedikçe, geriye kalan petrol alt katmana karışabilmektedir. Hendeklerin yerinin bir sonraki düşük gelgitler boyunca tekrar kullanıma olanak sağlamak ve müdahalenin sonraki aşamaları boyunca hendeklerin nihai temizliğine olanak sağlamak için dikkatli bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir.

Sakin koşulların bir süre boyunca hakim olma ihtimali olduğunda, hendekler petrolün toplanması için bir bent vazifesi görecektir. Yüksek su seviyesi çizgisinin hemen altına kadar kazılabilmektedir. Yüksek gelgitte veya su seviyesinde rüzgarın meydana getirdiği yükselmelerin bir sonucu olarak, su geri çekildikten sonra gride kalan, hendeğin içerisinde suyun kenar akışlarında petrol yoğunlaşmaktadır ve daha sonra depoya pompalanabilmektedir.

Pompalar veya deniz süpürücüler tarafından toplanan petrolün geçici depolama alanına, örneğin vakumlu kamyonlar tarafından boşaltılabilecek veya karayolu tankerlerinin içerisine pompalanabilecek olan variller veya seygar tanklara aktarılması gerekecektir. Nakliye ikmallerinin en iyi hale getirilmesi amacıyla ve yerel yönetmeliklere tabi olarak, petrolle birlikte toplanan herhangi bir serbest suyun sahadan nakliye edilmeden önce çökmesine ve kovayla boşaltılmasına izin verilmesi gerekmektedir.

### Mekanik toplama

Yüksek derecede akışmaz olan petroler, ağır asıltı sıvılar veya yarı katı petroler kendi akma noktalarının altında deniz yüzeyinden doğrudan kazıcı kepeçleri veya çeneli kepeçlerine, kamyonlara veya çöp konteynirlerinin içerisine kaldırılabilir (Şekil 5). Toplanan su miktarının en aza indirilmesi için ustaca çalışma gerekmektedir. Makineler su içerisinde çalışacaksa, gelgitlere ve tamamen bilinmiyorsa deniz yatağının coğrafi yapısına dikkat edilmesi gerekmektedir. Bataklık sahil şeritlerinde, petrolün diğer alanlara doğru tekrar hareket etmesinin önlenmesi için hacimli petrolün toplanması ihtiyacı ve doğal olarak eski haline geri getirilmesi için uzun bir zaman gerekebilir, ağır makinelerin alt katmanda neden olduğu ek hasar arasında bir denge gerekmektedir.

Kolaylıkla erişilebilir ve açık sahil şeritlerinde, özellikle kum sahillerde, greyderler, önden yükleyiciler ve kazıcılar gibi belirli bir amaç için üretilmemiş olan çeşitli inşaat mühendisliği makineleri su yüzeyindeki petrol tabakasının ve kirlenmiş malzemenin toplanması ve kaldırılması için kullanılabilir. Örneğin, yol greyderlerinin sertleşmiş kum sahillerde kullanılması petrol yüzeyin biraz altına nüfuz ettiğinde kaldırma işlemine olanak sağlayabilmektedir. Greyderin bıçağı kumsal yüzeyinin hemen altını sıyırmak için ayarlanmaktadır ve petrol ve kum önden yükleyiciler tarafından toplanacak olan sahil hattına paralel hatların içerisine çekilmektedir. Önden yükleyiciler veya buldozerler bir kumsalın sıyırılması için benzer bir şekilde kullanılabilir. Birlikte altında yatan temiz kumdan kaçınılmaz olarak daha büyük oranda alınacaktır. Ek dikkat gösterilmesi gerekmektedir çünkü bu ağır donatılar aynı zamanda temiz tortu içerisine başka bir şekilde de karışabilmektedir (Şekil 6).

Bir rehber bilgi olarak, ağır makineler günde 400-800m<sup>3</sup> malzeme toplayabilmektedir. Bununla birlikte, bu hacmin %25 kadar az bir kısmı petrol ve petrol bulaşmış malzeme, geriye kalan %75'i temiz, petrol bulaşmamış malzeme olacaktır. Toplandığında, temiz ve petrol bulaşmış malzeme karışacak, yüksek hacimlerde petrol bulaşmış atık meydana getirecektir (Şekil 7). Karşılaştırma yoluyla bir işçi alışılacak biçimde asgari temiz malzemeyle



▲ Şekil 7: Ağır makinelerle doğrudan toplama işlemi yüksek bir temiz malzeme oranı ve atıkta çok düşük petrol yoğunlukları ile sonuçlanmıştır.



▲ Şekil 8: İç içe geçmeli kovanın içerisinde petrolün ve petrol bulaşmış deniz yosununun elle kaldırılması. Bu yöntem, petrol bulaşmış olan malzemenin temiz malzemeye tercihen seçilmesine olanak sağlamaktadır, atık miktarını en aza indirmektedir.



▲ Şekil 9: Kürekler kullanılarak elle toplanılan ve torbaların içerisinde yerleştirilen karaya oturan yağ yakıtın bir alanı.



▲ Şekil 10: Küçük atık torbaları bertaraf amacıyla nakliye için daha geniş bir tonluk "büyük çuvallar" içerisinde birleştirilmektedir.

birlikte günde 1 ve 2 m<sup>3</sup> arasında petrol bulaşmış kum toplamaktadır. Toplanan malzemenin petrol içeriği çok değişken olmaktadır fakat genel olarak mekanik olarak toplanmış sahil malzemesinin ortalama yağ içeriği genel olarak %1 ila %2 petrol olurken elle toplananını genel olarak %5 ila %10 petrol olmaktadır.

Genellikle, ağır donanımların ve elle toplama işleminin bir birleşimi kirlenmiş sahil malzemesinin toplanması için tercih edilebilir olmaktadır. Elle toplanan petrol bulaşmış kum, deniz yosunu veya başka malzemeler sahil boyunca aralıklarla yerleştirilen yığınlar, torbalar veya başka kaplar içerisine yerleştirilebilmektedir. Önden yükleyiciler o halde toplanan malzemenin geçici depolama alanına, örneğin sahilin en üst kısmına taşımak için kullanılmaktadır. Alternatif olarak, petrol bulaşmış malzeme doğrudan yükleyicinin keçesi içerisine kürekle atılabilmektedir (Şekil 8). Petrolün sahilde yayılmasının önlenmesi için sahanın temiz taraftan çalışan ağır iş makineleriyle temiz ve kirli alanlara ayrılması gerekmektedir.

## Elle toplama

Petrol ve ağır bir şekilde kirlenmiş sahil şeridi malzemesinin toplanması için insan gücünün kullanılması tüm sahil şeridi türlerinde uygun olmaktadır fakat özellikle hassas

sahillerde ve taşıtların erişemediği alanlarda özellikle faydalı olmaktadır. El aletleri kullanan bir işgücü sadece makineler içeren tekniklerden daha seçici olabilmektedir çünkü altta yatan temiz malzemenin toplanma miktarı en aza indirilebilmektedir. Elle temizlik yoğun emek gerektirmesine rağmen, alt katmanda daha az fiziki rahatsızlık verilmesinin bir sonucu olarak elle temizlenen sahil şeritlerinin genel iyileşmesi daha hızlı olma eğilimindedir.

Suyun kenarında su yüzeyinde yüksek derecede akışmaz petrol veya asıltı sıvı tabakası fazlalık suyun boşaltılması için tırmıklar veya içine deliklerin delinmiş olduğu keçeler kullanılarak toplanabilmektedir ve sahil şeridinden sonra kaldırılmak üzere uygun kaplar içerisine aktarılabilmektedir. Yüksek derecede sütsüleşmiş, akışmaz veya kumla karışmış, karaya oturmuş petroler kürekler kullanılarak doğrudan plastik torbalar içerisine aktarılabilmektedir (Şekil 9). Torbaların ağırlığı 10-15 kg'ı aşmazsa sonradan elle yükleme-boşaltma basitleştirilmektedir. Bu ağırlığa dayanması için torbaların en az 500 kalınlığında (>125 µm) malzemeden olması gerekmektedir; moloz veya gübre çuvalları ideal olmaktadır. Çift torba kullanımı, yani bir torbanın başka bir torba içerisine yerleştirilmesi torbaların yarıma olasığının azaltılması için uygun olabilmektedir. Daha hafif kalınlıkta olan torbalar güneş ışığına maruz kaldıklarında hızlı bir şekilde bozulmaktadır, içeriklerinin



▲ Şekil 11: Bir tonluk "büyük çuvallar" içerisinde birleştirilen petrol bulaşmış olan daha küçük torbalar yalıtılmış bir sahil şeridinden kaldırılmak üzere bir çıkarma gemisi üzerinde taşınmaktadır.



▲ Şekil 12: Ham petrol hendeklerde toplanacak olan sertleşmiş bir kum sahil boyunca kazınmaktadır ve daha sonra bertaraf amacıyla doğrudan ileri nakliye için vakum kamyonları tarafından toplanmaktadır.



▲ Şekil 13: Kayalık bir sahil şeridinde toplanan geniş üstü açık kaplar içerisinde depolanan petrol. Pompaların bu petrolü sarp kayalığın en üstüne ve daha sonra karayolu tankerlerine aktarması gerekmektedir.

kazara dökülmesine imkan vermekte, ikinci bir kirliliğe neden olmaktadır. Şeker ve pirinç taşınması için kullanılanlar gibi dokuma polipropilen torbalar faydalı olabilmektedir fakat güneş ışığında veya yüksek sıcaklıklarda sıvı süzülebilir.

Suyla sürüklenmelerinin ve içeriklerinin boşalmasının önlenmesi için torbaların sahil şeridinden sahilin en üst noktasındaki konaklama yerine kadar veya geçici depolama alanına kadar aktarılması gerekmektedir. Torbalar veya başka kaplar önden yükleyicilere veya kamyonlara, üstü açık dört tekerlekli küçük arazi araçlarına, römorklara, çıkartma gemilerine, vb. yüklenebilir. Mekanik yükleme-boşaltma donanımları mevcut olduğunda, daha küçük atık çantaları bir tonluk daha geniş çuvallar (büyük çuvallar, tonluk bohçalar veya çok büyük çuvallar olarak bilinmektedir) içerisinde birleştirilebilir (Şekil 10 ve Şekil 11). Bir tonluk torbalar aynı zamanda petrol bulaşmış olan emici malzemenin ve petrol bulaşmış olan diğer döküntülerin doğrudan depolanması için de kullanılabilir. Doldurulan torbaların depolama boyunca sızabilecek veya kazara dökülebilecek olan petrole ikinci bir defa kirlenmesinin en aza indirilmesi için plastik örtüler üzerine yerleştirilmesi gerekmektedir.

Sertleşmiş kum sahillerdeki sıvı petroler toplamak için hendekler içerisinde kazıyıcılarla itilebilir (Şekil 12). Başka sahillerde, çöp bidonları, üstü açık 200 litrelik variller veya bidonlar veya 1m<sup>3</sup>lük ara hacimli kaplar kepçeler, kovalar veya pompalar kullanılarak doldurulabilir. Yine, kaplar yüksek su seviyesi işaretinin altına yerleştirilmelidir. Doldurulduğunda, insan gücüyle taşınması güç olacaktır ve sonuç olarak bu tür kapların sadece mekanik yükleme-boşaltma donanımları mevcut olduğunda ve içerikleri daha üstteki depolama alanına pompalanabilecekse kullanılması gerekmektedir (Şekil 13). Alternatif olarak, petrolün suyun kenarından geçici depolama alanına aktarılması için kovalar kullanılan bir "insan zinciri" tercih edilebilir (Şekil 14 ve Şekil 15).

Durumun güvenli çalışmaya izin verdiği hallerde, variller veya başka kaplar bazen sahil şeritlerine yakın toplanan petrolün depolanması için küçük tekneler içerisinde taşınabilir. Üstü tamamen açık olan kapların yüklenip-boşaltılmasıyla ilgili olarak ortaya koyulan endişeler bu gibi durumlarda daha yerinde olabilir.

İstisnai durumlarda, sıvı petrol emici maddeler veya başka malzemeyle karışabilir, bu nedenle bir katı olarak ele alınabilir. Emici madde/malzeme/petrol karışımı beller ve tırmıklar ile toplanabilir çünkü ortaya çıkan karışımın pompalanması mümkün olmayacaktır. Bu yaklaşım meydana gelen atık hacmini kayda değer bir şekilde artırmaktadır ve muhtemelen emici madde veya malzemenin satın alınması için ek maliyetler getirecektir. Sentetik emici maddeler genellikle, alternatif olarak kullanılabilir olan saman, Hindistan cevizi veya pirinç hasır örgü, şeker kamışı posası (şeker kamışı lifi) veya öğütülmüş ağaç kabuğu gibi yerel olarak mevcut doğal malzemelerden oldukça pahalıdır. Atıkta artış nedeniyle, hendek kazma gibi alternatif teknikler tercih edilebilir olmaktadır ve karışma gerçekleşmeden önce incelenmesi gerekmektedir.

## Suyla yıkama

Suyla yıkamada, karaya oturmuş olan veya gömülmüş olan petrolün sahil şeritlerinden yıkanması için yüksek hacimli düşük basınçlı su kullanılmaktadır. Tekniğin en yaygın iki uygulaması tırtullar arasında hapsolan petrolün kaldırılması ve hassas sahil şeritlerinden petrolün kaldırılmasıdır.

### Tortular içerisinde hapsolan petrolün kaldırılması

Petrol doğal sızma, gelgit hareketi veya fırtınalar sonrasında çökelen temiz tortu altına gömülme yoluyla veya temizlik faaliyetlerinin bir sonucu olarak alt katmanla (kum, kiremit, çakıl taşları, vb.) karışabilmektedir. Birçok durumda, suyla yıkama kirlenmiş sahil şeridi malzemesinin kaldırılmasında uygulanabilir bir alternatif olabilmektedir, bu suretle de atık miktarını büyük ölçüde azaltabilmektedir.

Deniz suyu, giriş filtreleri veya elekleri vasıtasıyla seygar su pompaları (merkezkaçlı kendinden emişli 30-60 m<sup>3</sup>/saat) tarafından çekilmektedir ve hortumlar vasıtasıyla püskürtme boruları veya emziklere boşaltılmaktadır. Bir metre uzunluğundaki plastik borular elle yıkama için püskürtme borusu olarak kullanılmak için mükemmel olmaktadır. Gömülen petrolün tahliye edilmesi için su çalkalama sağlanması için tortunun içerisine püskürtülmektedir, bu da petrolü yüzeye getirmektedir. Kaldırım taşı ve çakıl taşı sahillerde bazen sahil şeridini su basması ve akışın artırılması için sahilin en üst kısmı boyunca ek su uygulanmaktadır.

Su hattının üstünde suyla yıkama için, tahliye edilen petrol mevcut doğal havuzların içine veya bu amaca uygun olarak inşa edilen bentler, çukurlar veya hendeklerin içerisine yönlendirilebilmektedir. Sakin koşullarda, petrolün uzunlukları kısa olan hafif muhafaza veya emici madde engeller içerisinde kontrol altına alınabileceği denizin içine yıkanması mümkün olabilmektedir, emici engeller muhtemelen petrolün geri toplanmasına da hizmet etmektedir. Alternatif olarak ve petrol miktarına, sahil şeridine erişim ve sahil şeridinin niteliğine bağlı olarak petrol deniz süpürücüler, pompalar veya vakum kamyonları tarafından toplanabilmektedir. Su hattının altında gerçekleştirilen tıkama için tahliye edilen petrol yüzeye çıktığından doğrudan toplanabilmektedir.

### Petrolün hassas veya erişilemez alanlardan kaldırılması

Bir sahil şeridine su basılması aynı zamanda sıvı petrolerin ve petrol bulaşmış olan döküntülerin bataklık alanları ve Hindistan sakız ağaçları gibi hassas sahil şeritlerinden yıkanmasına da hizmet edebilmektedir. Düşük basınçlı suyla yıkama sahil şeridine ve ilgili flora ve faunaya fiziksel hasar verilmesi olasılığını daha kullanışsız başka tekniklerle karşılaştırıldığında daha fazla azaltmaktadır. Bu sahil şeridi türleri genellikle sakın sularla ilişkili olmaktadır ve bu nedenle yer değiştiren petrol genellikle emici engeller veya önleyici engeller ve deniz süpürücüleri kullanılarak sahile yakın yüzey suyundan toplanmaktadır.

Suyla yıkama aynı zamanda erişilemeyen alanlardan, örneğin kayalık alanlardan, dört ayaklı özel beton bloklar veya taş kaplama gibi sahil koruma yapılarının içerisinden ve direkler veya sütunlarla desteklenen dalgakıranların veya rıhtımların altından kaldırılmasına yardımcı olmak için de kullanılabilir. Su, karadan hortumlar sayesinde veya alternatif olarak deniz tarafından gemiler üzerindeki yangın hortumları veya izleme sistemlerinden uygulanabilmektedir. Gemi pervaneleri petrolün toplamak üzer dışarı akmasının teşvik edilmesi için yapının içerisinde veya altında bir akıntı oluşturmak için kullanılabilir.

### Kıyıya çarpıp çatlayan dalgalarla yıkanma

Kıyıya çarpıp çatlayan dalgalarla yıkanmada doğal temizlik süreçleri kullanılmaktadır ve genel olarak açık kum, kiremit, çakıl taşı veya kaldırım taşı sahil şeritlerinde uygulanmaktadır. Gelgit dalgalarının olduğu alandaki dalga enerjisi petrolü bulaştığı sahil malzemesinden kaldırmaktadır ve su sütunu sayesinde dağıtmaktadır. Dalgalarla yıkanma ilkesel olarak suyla yıkamaya benzemektedir fakat pompalarla gönderilebilecek olan su hacminden çok daha



▲ Şekil 14: Petrol kovaları ve dolu torbaları elle taşıyan işçilerden oluşan zincirler büyük miktarlarda atığın bir sahil şeridinden hızlı bir şekilde kaldırılmasına olanak sağlamaktadır.



▲ Şekil 15: Kovalarla petrol ve petrol bulaşmış olan sahil malzemesini geçici depolama alanı olarak kullanılan bir çöp konteynirinin içine boşaltan işçilerden oluşan bir zincir.



▲ Şekil 16: Bir kum sahile gömülü petrol püskürtme boruları ve delikli borular sayesinde sağlanan basınçlı su kullanılarak gizlendiği yerden çıkartılmaktadır. Alt katman aynı zamanda petrolün sahilden ayrılmasını teşvik etmek için elle de karıştırılmaktadır. Petrol daha sonra çalışma alanını çevreleyen emici engel tarafından toplanmaktadır.



▲ Şekil 17: Petrolün kayalar arasında yıkınması için düşük basınçlı su kullanılmaktadır, petrol sahil şeridinde ileride aşağıda emici malzemeye toplanacaktır.



▲ Şekil 18: Hafif bir şekilde kirlenmiş kum sonraki gelgitlerde yıkınmak üzere kıyıya çarpıp çatlayan gelgit dalgalarına doğru hareket etmektedir.



▲ Şekil 19: İstiflenen kum hapsolen petrolü yeniden harekete geçirmek için gelen gelgit dalgası tarafından yıkınmaktadır. (Görüntü, Britannia-Brest Üniversitesinden Bernard Fichaut'un izniyle yayınlanmıştır).



▲ Şekil 20: Yıkınmak üzere dalgaların kıyıya çarpıp çatladığı alana aktarılan petrol bulaşmış kaldırım taşları.

fazla su hacimleriyle yıkama etkisi sağlamak için kıyıya çarpıp çatlayan dalgaların doğal enerjisine bel bağlamaktadır. Tortu tanecikleri arasında ortaya çıkan çalkalama ve aşınma petrolün alt katma içerisinde tahliye edilmesine yardım etmekte ve çok ince kum ve çamur tabakaları tarafından kararlı hale getirilen damlacıklara bölünebilmektedir; "kil petrol topaklanması" veya "petrol-mineral kümelenmesi" olarak bilinen bir süreçtir. Yün yumağına benzer bu ufak topaklar veya kümeler suda nötr olarak neredeyse batmazdır ve denizde geniş bir şekilde dağılmaktadır.

Bu kitapçıkta daha önce tanımlanan tekniklerin öncelikle sahil şeridinde mevcut olan herhangi bir hacimli petrolün kaldırılması için kullanılması gerekmektedir. İşleme tabi tutulacak olan geriye kalan hafif ila orta səcide kirlenmiş sahil malzemesi daha sonra düşük gelgitte ister elle isterse ağır iş makineleri kullanılarak üst sahilden dalgaların çarpıp çatladığı alanın içerisine aktarılmaktadır (Şekil 18). Gelen gelgit dalgası sahil şeridi boyunca alt katmanı harekete geçirmekte ve yeniden dağıtmaktadır, süreç içerisinde petrolü tahliye etmektedir (Şekil 19). Süreç, ilk yıkama kirliliğinin istenilen seviyede kaldırılması için yeterli değilse gerektiği gibi tekrarlanabilir.

Tahliye edilen petrolün bazıları, elle toplanabileceği üst gelgit hattına doğru hareket edebilmektedir. Alternatif olarak,

tekrar harekete geçirilen petrol emici maddeler, bilhassa kapanlar veya yapı iskelesinin etrafındaki toz ve döküntünün kontrol altına alınması için inşaat sanayiinde kullanılan ağlar gibi sıkı ilmekli ağlar kullanılarak toplanabilmektedir. Ağların bir ucu sahil şeridine sabitlenip diğer ucu denizde hareket edecek bir şekilde serbest bırakıldığında en etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kıyıya çarpıp çatlayan dalgalarla yıkama özellikle saha dışında bertaraf için malzeme büyük ölçekli olarak kaldırılmaksızın gömülü olan petrolle ilgili sorunların çözülmesi için faydalı olmaktadır. Bununla birlikte, daha büyük taşların sahile kadar geri kaldırılması için kuvvetli dalga etkisi gerekli olduğundan sahil profili eski haline getirilmeden önce birçok gelgit döngüsü gerekli olabilmektedir (Şekil 20). Sonuç olarak, petrol bulaşmış olan alt katmanın dalgaların çarpıp kırıldığı kıyı alanına kadar kaldırılmasından önce daha uzun vadeli aşındırma tehlikesinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

## Sahil şeridi temizliğinin son aşamalarında kullanılan teknikler (Aşama 2 ve Aşama 3).

Hacimli petrol ve ağır bir şekilde petrol bulaşmış olan malzeme



kaldırıldığında veya işleme tabi tutulduğunda, iş aşağıdaki tekniklerden birisi veya bir birleşimi sayesinde geriye kalan kirletilmiş alanların temizlenmesine dönebilmektedir.

## Basınçlı yıkama

Yüksek basınçlı yıkama en sert alt katmanlarda ve yüzeylerde kullanılabilir fakat alışıldık biçimde doğal temizliğin yetersiz olma veya sosyal tesis alanlarında veya çok açık sahil şeritlerinde dinlenme veya estetik kaygıları gidermek için çok yavaş olma ihtimali olduğunda kullanılmaktadır. Bu teknik genellikle petrolün ticari alanlarda rıhtım duvarlarından kaldırılması için kullanılmaktadır. Donanımların mevcudiyeti ve petrol türüne bağlı olarak hem sıcak hem de soğuk su kullanılabilir, daha akışmaz petrolerin yerinden çıkartılması için daha yüksek sıcaklıklar gerekmektedir.

Bu, saldırgan bir tekniktir ve yüksek basınçlı/soğuk su ile yıkama sıcak su (yüksek basınçlı/sıcak su) ile yıkamadan daha az hasara neden olabilesine rağmen sert yüzeyler üzerinde yaşayan deniz bitki ve hayvan türleri, örneğin deniz salyangozları veya likenin çoğunun tahrip olması kaçınılmaz olmaktadır. Yüzeyin kendisinde, özellikle de eski beton, tuğla işi veya yumuşak kayada özellikle aşırı basınçlar kullanıldığında da birtakım hasarlar meydana gelebilmektedir.

Yüksek basınçlı/sıcak suyla yıkama için 70-95°C arasında çalışma sıcaklıkları tavsiye edilmektedir. Buhar, basınçlı su kadar etkili olmadığından daha yüksek sıcaklıklar tavsiye edilmemektedir. Tavsiye edilen basınçlar dakikada 10-20 litrelik debilerle 50-150 bar arasında değişiklik göstermektedir. Petrol türüne, hava etkisiyle aşınma derecesine ve kalınlığına bağlı olarak tek bir püskürtme borusu kullanıcısı bir beton duvar gibi pürüzsüz düz bir yüzeyi genellikle saatte 1-3 m<sup>2</sup>'lik bir ortalama hızla temizleyebilmektedir. Kaba yüzeyler ve erişimi güç olan alanlar için temizlik süresi kayda değer bir şekilde daha uzun olabilmektedir.

Tatlı su yerine tuzlu su kullanıldığında çalışmalar için ikmaller kolaylaşabilmektedir. Bununla birlikte, deniz suyu iç sızdırmazlık contalarını ve pistonları hızlı bir şekilde bozmaktadır ve makinelerin daha sık bir şekilde bakımının yapılması gerekecektir. Deniz suyunun kullanıldığı bir çalışmanın yedek parçaların hazır tedariki mevcut olmadıkça ve nitelikli bir tamirci çalışma süresi boyunca sahada olmadıkça düşünülmemesi gerekmektedir. Buna ilaveten, makinelere su temini için denizdeki döküntülerin sistemi tıkamasının önlenmesi için bir filtre veya elek ile donatılan bir dalgıç pompa gerekli olacaktır. Mümkün olması halinde, su pompası ve basınçlı su arasında bir tampon vazifesi görecektir olan bir geçici su depolama tankının kurulması gerekmektedir (Şekil 22). Tatlı suyun kolaylıkla elde edilebildiği hallerde çalışmaların daha az arızayla ve kesintiyle devam etmesi beklenebilir. Makineler kiralanmışsa ve önceden mutabık kalmadıkça, tuzlu suyun kullanılması kiralama koşullarını muhtemelen ihlal etmektedir.

Basınçlı yıkama sayesinde tahliye edilen petrol aynı zamanda bitişikteki temizlenmiş çalışma yüzeyleri üzerine geri sıçramanın en aza indirilmesine hizmet eden, temizlenecek olan yüzeyin tabanına yerleştirilen emici örtülerle toplanabilmektedir. Bazı durumlarda, tahliye edilen petrol, kontrol altına alınabileceği ve engellerin içerisinde toplanabileceği suyun kenarına doğru hareket edebilmektedir. Suyla yıkama, tahliye edilen petrolün kontrol altına alındığı alanlara doğru yönlendirilmesine yardımcı olabilmektedir.

Basınçlı yıkama sonrasında bazı yüzeylerde geriye kalan petrol benekleri genellikle zamanla ve hava etkisiyle aşınmaya maruz kalarak solmaktadır. Bununla birlikte,



▲ Şekil 21: Bir sosyal tesis kumsalının üstündeki bir sarp kayalık yüzeyinin basınçlı suyla yıkanması. Petrol bir fırtınada sarp kayalığın yukarısına kadar fırlatılmıştır ve temizlik olmaksızın muhtemelen epeyce bir zaman mevcudiyetini sürdürecektir.



▲ Şekil 22: Uzak bir yerde bir kaya çıkıntısında basınçlı temizleme. Bitişikteki yüksek basınçlı makineler tarafından kullanılacak olan geçici depolama tankına deniz suyu pompalanmıştır.



▲ Şekil 23: Basınçlı yıkamayı müteakip bir petrol beneğine uygulanan bir kimyasal sahil hattı temizlik maddesi.

sosyal tesis alanları özellikle turizm mevsimi boyunca ek temizlik gerektirebilmektedir. Bu, basınçlı suyla ek yıkama ve/veya temizlik kimyasallarının hedeflenen kullanımıyla elde edilebilmektedir (Şekil 23). Tropik ve alt tropik ortamlarda, sıcak suyla yıkama petrol güneşe maruz kaldığında kayanı üzerinde pişmiş hale gelebildiğinden, ılıman iklimlerde olduğundan daha az etkili olabilmektedir.

### Kimyasallarla birlikte basınçlı yıkama

Bazı durumlarda, yüksek basınçlı yıkamanın verimliliği petrol benekleri uygun kimyasallarla ön işleme tabi tutularak artırılabilir.

**Sahil Şeridi Temizlik Etken Maddeleri** petrolün sert yüzeylerden herhangi bir dağılma olmaksızın kaldırılması için özel olarak tasarlanmaktadır, tahliye edilen petrolün toplanmasına olanak sağlamaktadır. İmalatçıların tavsiye edilen uygulama oranlarına riayet edilmesi ve ortaya çıkan karışımın en uygun şekilde orta şiddette basınçla püskürtülmesi gerekmektedir. Sadece ulusal resmi makamlar tarafından onaylanan ürünlerin kullanılması gerekmektedir.

**Dağıtıcı maddenin** petrol şeridinin içerisinde kuvvetli bir şekilde fırçalanması bol su ile temizlenebilecek olan bir karışım meydana getirmektedir. Uygun uygulama oranı petrol kalınlığı tahmin edilerek ve 1:20 derişik dağıtıcı madde ve petrol oranıyla bir doz kullanılarak hesaplanabilmektedir. Birçok petrol için, bir petrol şeridinin metre kare başına bir litre petrole eşit bir milimetre kalınlığında olacağı tahmin edilmektedir, petrol bulaşan yüzeyin her 20m<sup>2</sup>'si için yaklaşık olarak bir litre dağıtıcı madde kullanımını gerektirmektedir.

Birçok petrol için, ortaya çıkan karışım yakındaki suda dağılacaktır, toplanmayı imkansız hale getirecektir. Emici malzemeler genel olarak dağılmış petrol üzerinde etkisiz olmaktadır. Bununla birlikte, bazı durumlarda, bilhassa akışma petrolle, dağıtıcı madde petrolün yüzeyden basitçe tahliye edilmesi vazifesi görmektedir ve bir dağılma meydana getirmemektedir. Bu nedenle, tekrar bulaşmanın önlenmesi için tahliye edilen petrolün toplanması gerekmektedir.

Gelgitte ilgili ve kıyıya yakın birçok tür dağılmış petrole karşı hassastır. Sonuç olarak, sahil şeritlerinde dağıtıcı maddelerin kullanımının dağıtılan petrolün hızlı bir şekilde seyrelmesine olanak sağlamaya yetecek su hareketinin olduğu alanlarla sınırlandırılması gerekmektedir. Mevzuat, dağıtıcı maddelerin sahil şeritlerinde kullanımını engelleyebilmektedir fakat izin verildiği hallerde sadece kullanımı yönetmelikle düzenlenen ürünlerin kullanılması gerekmektedir.

İstisnai durumlarda, sınırlı ve iyi tanımlanmış alanlarda, tüm petrol izlerinin kaldırılması için gerekli olduğu hallerde kum raspa kullanılmıştır. Tekniğin aşındırıcılığının azaltılması için taşıyıcı ortam olarak hava yerine su kullanılmaktadır. Buna rağmen, bu altında yatan yüzeyde son derece hasar verici olabilmektedir.

### Çakıl taşı/kaldırım taşının yıkanması

Çakıl taşları ve kaldırım taşları beton karıştırıcı kamyonların dönen varillerinde veya amaca uygun inşa edilmiş tesislerde başarılı bir şekilde yıkanabilmektedir. 7,5 m<sup>3</sup>lük bir varil kapasitesine sahip olan karıştırıcı kamyonlar için ~ 10 saatte aşağı yukarı 5-6 tonluk bir seri üretim oranı elde edilmiştir. Petrol bulaşmış olan taşlar kokusuz kerosen gibi bir eritici madde veya bir yüzey yıkama etken maddesi ve su ilavesinden önce ön karıştırma işlemine tabi tutulan bir yüzey yıkama etken maddesi ile birlikte karıştırıcının içerisine yüklenmektedir. 1:50 eritici madde ve petrol bulaşmış alt katman oranı bir rehber olarak kullanılmaktadır fakat bu petrol bulaşma derecesine bağlı olmaktadır. Aşağı yukarı 5 dakika boyunca hızlı bir karıştırma süresi sonrasında, karıştırıcı varili yavaşlatılmaktadır ve kapasitesine kadar



▲ Şekil 24: Çakıl taşları ve küçük kaldırım taşları yıkandıktan sonra atık su bir beton karıştırıcı kamyonundan tahliye edilmektedir.

suyla doldurulmaktadır. Kısa bir karıştırma sonrasında, karıştırıcı çok yavaş bir şekilde dönerken ek su ilave edilmektedir, serbest bırakılan petrolün karıştırıcıdan petrolün ayrılmasına olanak sağlandığı ve dışarıya sıyrıldığı bir dizi seyyar deponun içerisine akıtılmasına olanak sağlamaktadır. Sonraki malzeme grubunun yıkanması için mümkün olduğunca fazla suyun geri dönüşümünün yapılması gerekmektedir.

Otuz ila atmış dakika suyla yıkama genellikle petrolün belirli bir gruptan serbest bırakılması için yeterli olmaktadır. Sadece hafif bir şekilde kirletilmiş olmasına rağmen boşaltılan çakıl taşları dalgaların kıyıda çarpıp parçalandığı alanda doğal yolla temizlenmesiyle ele alınabilecek olan hafif yağlı bir dokunuşa sahip olabilmektedir. Yeterli miktarda karıştırma kamyonu mevcutsa, yükleyiciler, pompalar ve tanklar gibi gerekli tüm donanımların bir yerde birleştirildiği bir "temizlik istasyonu" kurulabilmektedir. Bu da gruplar halinde işlemenin en iyi hale getirilmesine olanak sağlamaktadır, bu nedenle örneğin bir karıştırıcı yüklenirken diğeri yıkamakta ve sıyırmakta ve bir üçüncüsü iise temizlenen taşları boşaltmaktadır.

Deneyimler "ince" malzemelerin esasen çakıl taşlarıyla ve kaldırım taşlarıyla sıklıkla birleşen ince kumların ve killerin birkaç partiden sonra karıştırma varillerinin içerisinde toplanabildiğini göstermiştir. Bu ince malzemeler sahil şeridine geri göndermeye yetecek kadar temiz olmayabilmektedir ve bu malzeme için alternatif bertaraf yollarının bulunması gerekebilmektedir. Buna ilaveten, kirletilmiş suyun nihai bertarafının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çakıl taşı yıkaması düşünülürken, uygun maliyetli olup olmadığı ve böyle bir çalışmanın desteklenmesi için ikmallere ihtiyaç olup olmadığı hakkında dikkatli analize ihtiyaç duyulmaktadır.

Farklı çakıl taşı yıkama yöntemleri petrol bulaşmış çakıltaşlarının ve kaldırım taşlarının açık tanklara veya sıcak su banyolarına yerleştirilmesini içermiştir. Yöntem

benzerdir fakat bir kazıcı kovasıyla sağlanan karıştırma işlemi mevcuttur. Petrol bulaşan çakıl taşlarının küçük benekleri için, özellikle erişilemeyen alanlarda, aynı işlem yarısı kesilmiş variller gibi uygun kaplar kullanılarak elle elde edilebilmiştir.

### Pullukla sürmek/tırmıklamak

Kum veya ince çakıl sahillerden hacimli petrol ve ağır kirlilik kaldırıldıktan sonra, genellikle örneğin sahil üzerindeki trafik nedeniyle petrolün alt katmana karıştığı yerlerde biraz hafif kirlilik kalmaktadır. Çalışmanın bu aşamasında, tortular genel olarak yağlı bir dokunuşa sahip olmaktadır ve düşük su seviyesinde hafif petrol bulaşmış tortuların tekrarlı bir şekilde pullukla sürülmesi veya tırmıklanması için zirai donanımların kullanılması geriye kalan bu petrolün gelgit sahillerinden kaldırılmasına yardımcı olmaktadır (Şekil 25). Petrol bulaşmış olan tortuların dağıtılması hava etkisiyle aşınma süreçlerine maruz kalan petrol yüzey alanını artırmaktadır, kil-petrol topaklanmasını veya petrol-mineral kümelenmesini kolaylaştırmaktadır ve tortuları havalandırılmış halde tutmaktadır. Bu, doğal olarak ortaya çıkan bakteriler veya başka mikro organizmaların petrolü daha hızlı bir şekilde bozundurmasına olanak sağlamaktadır. Bazen gelgit döngüsü boyunca birtakım petrol miktarları serbest bırakılmaktadır ve yüksek su seviyesinde emici maddeler kullanılarak veya gelgit geri çekildiğinde sahil yüzeylerinden toplanabilmektedir. Sahil şeridi malzemesinin bu şekilde yeniden işlenmesi tortuda yaşayan türler üzerinde bir etkiye sahip olabilmektedir. Bununla birlikte, bu teknik özellikle kıyıya çarpıp parçalanmış dalgalarla yıkanma elverişsiz olduğunda faydalı olabilmektedir.

### Kum eleme/kumsal temizleme makineleri

Kum sahillerin temizliğinden sonra geriye kalan kirlilik genel olarak katran topları veya petrol bulaşmış olan 50 mm veya daha küçük çapta kum yumrucukları biçiminde olmaktadır. Sahildeki çer çöpün ve denizde yüzen ve kıyıya vuran şeylerin düzenli aralıklarla toplanması için tasarlanan makineler ve petrol bulaşmış olan döküntülerin, petrol bulaşmış daha büyük kum ve katran toplarının toplanması için kullanılabilir. Genel olarak makineler, önceden belirlenen bir derinlikte yüzey kaldırılarak ve toplanan malzeme titreşimli ve dönel bir elek üzerinden geçirilerek sahil boyunca sürülme veya yedekte çekilmektedir (Şekil 26). Ağ ebadına bağlı olarak, toplanan malzeme taşıt üzerindeki bir depolama sandığına aktarılırken temiz kumun sahile geri kümesine olanak sağlanmaktadır. Bu makineler daha küçük katran toplarının veya taze, daha az akışmaz petrolerin toplanmasında, petrol topakları ve kum elek titreşimleriyle dağılma ve elekten düşme eğiliminde olduklarında etkili olmayabilmektedir.

Daha küçük ölçekli hem mekanik hem elle kullanılan eleme cihazları petrol bulaşmış olan artıklar ve katran toplarının elle toplanmış olan hafif derecede kirletilmiş kumdan çıkartılması için kullanılabilir (Şekil 27). Böyle bir yaklaşım yoğun emek gerektirmektedir ve sadece işgücünün bol olduğunda ve atık toplanan atık miktarının en aza indirilmesine duyulan ihtiyaç en önemli husus olduğunda çok sosyal alalarda uygulanabilir uygun olmaktadır. Alternatif olarak, bireysel katran topları ve petrol bulaşmış olan küçük km artıkları zaman zaman elle, bazen elle tutulan bahçe elekleri kullanılarak toplanmaktadır fakat en yüksek değere sahip olan sosyal tesis alanları için dahi böyle bir uygulamanın uygun maliyetli olması olası değildir.

### Elle silerek temizleme

Kayalık veya kaldırım taşı sahil şeritlerine sınırlı erişimin basınçlı su veya başka donanımların kullanılmasını engellediği hallerde, elle silerek temizleme petrolün etkili



▲ Şekil 25: Kirletilen sahil alt katmanı pullukla sürme sayesinde yüzeye çıkartılmaktadır. Petrol daha sonra suyun kenarından toplama için gelen gelgitte serbest bırakılmaktadır.



▲ Şekil 26: Katran toplarını toplayan, bir traktörle çekilen kumsal temizleme makinesi.



▲ Şekil 27: Katran toplarının toplanması için eğreti elek.



▲ Şekil 28: Petrol bulaşmış taşları eski bez parçalarıyla silerek temizleyen gönüllüler.

bir şekilde kaldırılması için tek seçenek olabilmektedir. Hafif ila orta derecede petrol birikintileri elle silerek temizleme sayesinde kaldırılabilir (Şekil 28). Eski bez parçaları sentetik emici maddelerden genel olarak daha uygun maliyetli olmaktadır. Kullanıldığında, topraklı malzemelerin bertaraf için nakliye edilmek üzere çuvala koyulması gerekmektedir. İzin verildiğinde, temizlik kimyasallarının kullanımı uygun olabilmekle birlikte bu emici malzemelerin verimliliğini azaltabilmektedir. Elle silerek temizleme işgücünün bol olduğu ülkelerde tercih edilme eğiliminde olmaktadır fakat sahil şeridi boyunca sürekli ilerlemenin sağlanması ve ikincil kirlenmenin en aza indirilmesi için işgücünün yakından gözetim ve denetimini gerektirmektedir.

## Biyolojik İslah

Bioremediation is the term used to describe a range of Biyolojik İslah, petrolün karbon dioksit, su ve biyolojik kütle gibi basit bileşenler halinde doğal yollarla biyolojik bozunmasını hızlandırmak için kullanılabilen bir dizi sürecin tanımlanması için kullanılan terimdir. Özellikle de, biyolojik uyarım besleyici maddelerin uygulanmasıdır ve biyolojik artış veya tohumlama petrolün bozundurulması için özel olarak seçilen mikropların ilave edilmesidir.

Doğal yollarla biyolojik bozunma en faydalı bir şekilde, biyolojik uyarımın karasal çiftçilikte olduğu gibi karada kullanıldığında hızlandırılabilir. Burada biyolojik İslahı etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenler biyolojik bozunma için en iyi koşulların sağlanması için kontrol altında tutulabilmektedir. Bu işlemin sahil şeridinde kullanılması nadiren savunulmaktadır çünkü aynı kontrol seviyesinin deniz ortamında elde edilmesi güç olmaktadır.

## Doğal temizlik

Zaman içerisinde, petrol hava etkisiyle aşındığından ve bozduğundan sahil şeritlerinin çoğu doğal olarak temizlenecektir. Doğal yollarla kaldırmanın anahtar süreçleri aşındırma, kil-petrol topaklanması veya mineral-petrol kümelenmesi, ışık etkisiyle oksitlenme ve biyolojik bozunmadır. Yüksek enerjili, açık sahil şeritlerinde, petrolün büyük bir kısmının mevsimsel bir döngü içerisinde kaldırılması olasıdır. Yüksek su çizgisinin üstündeki benekler istisna olmak üzere petrolün çoğu izi iki veya üç yıl içerisinde kaybolmuş olacaktır. Bununla birlikte, petrolün tortu veya ince oksijensiz yaşayabilen çamurla birleşmiş olduğu durumlarda, bozunma sadece çok yavaş olarak ilerlemektedir ve petrol mevcudiyetini yıllar boyunca örneğin bir "asfalt kaplama" olarak sürdürebilmektedir.

Birçok kazara dökülme vakasında, temizlik çalışmasının birinci ve ikinci aşamalarının tamamlanmasından sonra nihai temizlik özellikle mevsimsel fırtınaların olduğu bir dönem yaklaşıyorsa en etkili ve uygun maliyetli çözüm olarak doğal süreçlere bırakılmaktadır (Şekil 29). Koşullar elverdiğinde, doğal temizlik örneğin Hindistan sakız ağaçları ve bataklıklar gibi birtakım hassas sahil şeridi türü için temizlik faaliyetlerinden kaynaklı hasarın en aza indirilmesi amacıyla tercih edilen seçenek olmaktadır. Sahil şeridinin tetkikleri en faydalı olarak kış ve tropik fırtınalar geçtikten sonra doğal temizliğin müdahalenin istenilen amaçlarına ulaşip ulaşmadığının veya ek herhangi bir temizliğin gerekli olup olmadığının belirlenmesi için yürütülmektedir.

## Sahil şeridi türleri

Temizlik teknikleri yedi sahil şeridi türü için tanımlanmaktadır:

### İskeleler, limanlar ve diğer tesisler

Duvarlar ve diğer dikey yapılar teknelerden veya sallardan basınçlı yıkamayla kaldırılabilir olan gelgitte aralığı boyunca bir petrol şeridi sergileyebilmektedir (Şekil 30). Rihtımlar, dalgakıranlar veya kazıklar veya sütunlar üzerine



▲ Şekil 29: Birçok durumda, bir sahil hattının nihai temizliği doğal süreçlere bırakılabilir.



▲ Şekil 30: Küçük bir saldan basınçlı suyla yıkanmakta olan petrol bulaşmış kazıklar ve gemi havuzu iskelesi. Tahliye edilen petrol emici engel içerisinde toplanmaktadır.



▲ Şekil 31: İskelelerin altına erişim, yeterli boşluk payı ve havalandırma olmaması nedeniyle temizlik personeli için güç ve tehlikeli olabilmektedir.



▲ Şekil 32: Yüksek basınçlı yıkama cihazları kullanılarak taş kaplamanın temizlenmesi.



▲ Şekil 33: Petrol bulaşmış olan üç ayaklı sahil koruma yapılarının temizlenmesi sorunu olabilmektedir çünkü yapının içerisindeki petrole erişilmesi zordur.

inşa edilen başka yapıların altından geçen petrolün özellikle boşluk payı sınırlı ise kaldırılması zor olabilmektedir (Şekil 31). Gemilerin pervanelerinin meydana getirdiği dalgalanmayla yıkama, hacimli petrolün kaldırılmasına yardımcı olabilmektedir fakat ince temizlik mümkün olmayabilmektedir ve petrol doğal yollarla bozunmaya bırakılabilmektedir. Ahşap yapılar, özellikle çürümenin olduğu yerlerde daha saldırgan temizlik tekniklerinden hasar görebilmektedir. Sahil şeridinin ticari olarak kullanılan alanlarının temizliği Petrolün Sosyal ve Ekonomik Faaliyetler Üzerindeki Etkisi hakkındaki ayrı bir kitapçığa daha ayrıntılı olarak dahil edilmiştir.

## Sahil koruma yapıları

Sahil koruma yapılarının çeşitli tasarımları temizlik için özellikle güç bir sorun sergilemektedir. Petrolün dalga etkisinden korunduğu ve hava etkisiyle aşınma süreçlerinin sadece yavaş bir şekilde ilerlediği kayalar veya betondan üç ayaklı sahil koruma yapıları arasındaki boşluklar yoluyla yapının içerisinde derinlere nüfuz etmesi muhtemel olmaktadır. Açık taş döşeme yapıları (Şekil 32) ve üç ayaklı sahil koruma yapıları (Şekil 33) aynı zamanda bir petrol emici madde vazifesi gören, petrolün kaldırılmasını daha da sorunlu hale getiren kayda değer miktarlarda döküntü de toplayabilmektedir. Kazara petrol dökülmesi kışın

meydana geldiğinde, petrol daha sıvı hale gelebildiğinde ve süzülebildiğinde yaz aylarına kadar yapının içerisinde hapsolmuş bir şekilde kalabilmektedir. Buna ilaveten, sahil koruma yapıları ister istemez açık denize maruz kalmaktadır ve çalışma ortamları tehlikeli olabilmektedir.

### Sahil koruma yapıları

	Erişilebilir	Erişilemez
<b>Aşama 1</b>	Deniz süpürücüleri/ pompalar Vakum kamyonları Suyla yıkama	Elle Elle ve emici maddeler
<b>Aşama 2</b>	Basınçlı yıkama Pasif temizlik Parçalara ayırma (nadiren) Doğal temizlik	Doğal temizlik Elle silerek temizleme
<b>Aşama 3</b>	Elle silerek temizleme Doğal temizlik	Doğal temizlik

▲ Tablo 1: Sahil koruma yapılarının çeşitli türlerinin temizlenmesi için uygulanabilir teknikler.

Uygun hava koşullarında, su yüzeyindeki petrol tabakası teknelerden sahil koruma yapılarının tabanında toplanabilmektedir. Yapı üzerindeki ve belirli bir yere kadar yapı içerisindeki işçiler (yapılması emniyetli olduğu müddetçe) petrol bulaşmış olan döküntüyü kaldırabilmektedir ve basınçlı yıkama cihazları ile veya eski bez parçaları ve emici maddelerle elle iri kaya parçaları ve üç ayaklı yapıları temizleyebilmektedir. Emici maddelerin sahil koruma yapıları boyunca yerleştirildiği pasif temizlik petrolün gelgitlerin hareketiyle yıkanmasına, şişmesine ve dalga etkisiyle toplanmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda, bu doğal etki petrolün bulunduğu yerden çıkartılması için yapının içerisine suyun pompalanarak artırılabilir.

Çok ender durumlarda, sahil koruma yapıları petrol bulaşmış olan döküntünün kaldırılmasına olanak sağlanması ve bireysel iri kaya parçalarının veya üç ayaklı yapıların basınçla yıkamak için parçalarına ayrılabilir. Bu, petrol turistik sahilleri veya deniz ürünleri yetiştirme tesislerini kirlenme tehdidinde bulunacak şekilde süzülüyorsa uygun olabilmektedir fakat buna rağmen kirlilik tehdidi ve sahil koruma yapılarının parçalara ayrılması ve yeniden monte edilmesi maliyetleri arasında normal olarak bir dengenin sağlanması gerekebilmektedir. Dengenin sadece bu tür bir çalışma örneğinin sahil koruma yapılarının bakımı için düzenli aralıklarla yürütülüyorsa ve gerekli donanımlar ve altyapı hali hazırda yerindeyse parçalara ayırma lehine bozulması muhtemeldir.

### Taşlar ve iri kaya parçaları

Taşlar ve iri kaya parçaları gibi sert yüzeyler sıklıkla kayaların meydana getirdiği havuzlar ve kayalardaki çatlaklarda toplanan petrol ve petrol bulaşmış döküntüyle gelgit aralığı sayesinde sıklıkla petrolle kaplanabilmektedir (Şekil 34). Açıkta kalan sahiller üzerinde petrol genellikle hareketli sabit kalmamaktadır fakat sahil boyunca sürüklenmekte, nihayetinde korunaklı yerlerde karaya oturmaktadır. Kayalık sahillere erişim bazen güç olmaktadır ve kaygan yüzeyler üzerindeki işçilerin güvenliğine ilaveten dalgalar ve gelgitlerin meydana getirdiği tehlikelere dikkat edilmesi gerekmektedir. Başka araçlarla, örneğin denizden erişimin mümkün olmadığı hallerde, çalışma koşullarının geliştirilmesi için geçici yaya yollarının inşa edilmesi gerekebilmektedir (Şekil 35).

Yaban hayatın çok yoğun olduğu, büyük miktarlarda petrolün karaya oturmuş olduğu alanlarda, gevşek emici malzeme petrol bulaşmış kayalar üzerine yayılabilmektedir

### Taşlar ve iri kaya parçaları

	Erişilebilir	Erişilemez
<b>Aşama 1</b>	Deniz süpürücüleri/ pompalar Vakum kamyonları Suyla yıkama	Elle Elle ve emici maddeler
<b>Aşama 2</b>	Basınçlı yıkama Emici malzemeler Doğal temizlik	Doğal temizlik Elle silerek temizleme
<b>Aşama 3</b>	Doğal temizlik Basınçla yıkama Kum raspası (nadiren)	Doğal temizlik

▲ Tablo 2: Taşların ve iri kaya parçalarının temizlenmesi için uygulanabilir teknikler

ve bazen bir maske işlevi görmek üzere petrolün içerisinde fırçalanabilmektedir ve kürk ve tüylerdeki kirlenmeyi azaltabilmektedir. Bazı ülkelerde, toz haline getirilmiş ağaç kabuklarının kullanılması tercih edilirken diğerlerinde tanecikli mineral emici maddeler kullanılmıştır. Yöntem örneğinin bilinen fokların ve penguenlerin sudan dışarıya çıktıkları yerlerde korunması için kullanılmıştır. Emici madde/petrol karışımı genellikle toplanmamaktadır ancak bozunmanın gerçekleştirilmesine olanak sağlayacak kadar geniş bir şekilde dağıtılması halinde deniz tarafından kaldırılacağı kadar kalmaktadır. Bununla birlikte, emici madde/petrol karışımının sürüklenen paspaslarından kaynaklı olarak ikincil kirlilik meydana gelebileceğinden ve emici maddenin olası maliyeti nedeniyle bu tekniğin dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

### Kaldırım taşları, çakıl ve ince çakıl taşları

Bu sahil şeridi türü tatmin edici bir şekilde temizlenmesi en

### Kaldırım taşları, çakıl ve ince çakıl taşları

	Erişilebilir	Erişilemez
<b>Aşama 1</b>	Deniz süpürücüleri/ pompalar Vakum kamyonları Suyla yıkama	Elle Elle & emici maddeler
<b>Aşama 2</b>	Suyla yıkama Kıyıya çarpıp parçalanan dalgalarla/ kaldırım taşı yıkama Mekanik Doğal temizlik	Doğal temizlik Elle silerek temizleme
<b>Aşama 3</b>	Doğal Temizleme Kıyıya Vuranlar Kumlama (Nadiren)	Doğal temizlik

▲ Tablo 3: Ara alt katmanların temizlenmesi için uygulanabilir teknikler.



▲ Şekil 34: Petrol ve petrol bulaşmış döküntü kayalık sahil şeritlerindeki havuzlar ve yarıklarda toplanacaktır, kayda değer miktarda elle temizlik işlemleri gerektirecektir.



▲ Şekil 35: Kayalık sahil şeritleri üzerinde çalışan işçiler için tehlikelerin en aza indirilmesi için geçici yaya yolları inşa edilebilmektedir.



▲ Şekil 36: Petrol bulaşmış olan ince çakılın torbalara toplanması

güç olanıdır çünkü petrol taşlar arasındaki boşluklara ve kumsalın derinliklerine nüfuz edebilmektedir. Bu gibi sahil şeritlerinin yük kaldırma kapasitesinin düşük olması hem taşıtların hem de personelin hareketini engellemektedir, bu nedenle ağır bir şekilde petrol bulaşmış taşların hacimli olarak kaldırılması sorunlu olabilmektedir. Buna ilaveten, ağır bir şekilde petrol bulaşmış olan kaldırım taşlarının bertarafı için mevcut olan yollar petrol bulaşmış olan kum ve ince çakıl taşı için olan yollardan daha sınırlı olmaktadır. Bununla birlikte, inatçı asfalt kaplamaların oluşmasının önlenmesi için korunaklı sahil şeritlerinde ağır bir şekilde petrol bulaşmış olan ince çakıl taşının kaldırılması gerekli olabilmektedir (Şekil 36) Mümkün olduğu hallerde, petrol bulaşmış olan taşların sahada yıkanması bertaraf için nakliye gerektiren atık miktarını en aza indirmektedir. Suyla yıkama ve kıyıya çarpıp parçalanmış dalgalarla yıkama teknikleri de bu ortamlarda özellikle faydalı olmaktadır.

## Kum sahiller

Kum sahiller genellikle değerli sosyal kaynaklar olarak görülmektedir, temizliklerine öncelik verilmektedir (Şekil 37). Dinlence sahilleri çoğunlukla iyi erişime sahiptir çünkü birçok petrol için petrolün kumsalın içine nüfuz etme derinliği genel olarak temizlenmesi en kolay olan sahil şeridi olarak göz önünde bulundurulmaktadır (Şekil 38). Bununla birlikte, petrol ardışık gelgitlerle kumsalın içine gömülebilmektedir ve akışmazlığı düşük olan petroler kaba tanecikli kumların içerisine nüfuz edecektir. Gömülmüş petrolün ele alınması için suyla yıkama, kıyıya çarpıp parçalanmış dalgalarla yıkama veya tırmıklama teknikleri uygun olabilmektedir.

Ağır iş donanımlarının örneğin kırılğan kumul yaşam alanlarına hasar verilmesinin önlenmesi için sahile girmesine olanak sağlanması için geçici karayolları inşa edilebilmektedir. Gevşek veya kaba kumsallarda çalışan taşıtların tekerlekleri veya paletleri kumun içine batma tehlikesi yaşamaktadır (Şekil 39). Bu, karaya oturmuş olan petrolün kumsal alt katmanının daha da içerisine girmesine neden olabilmektedir. Kumsal üzerinde sürülen kamyonlar ve diğer taşıtlar yüklendiklerinde hareket edemez hale gelebilmektedir.

Kumun aşırı derecede kaldırılmasının kumsalda aşınmayla sonuçlanabildiğine dair kaygılar sıklıkla ifade edilmektedir. Bununla birlikte, açık sahillerin çoğu için mevsimsel aşındırma ve organik büyüme döngüleri o kadar büyük olmaktadır ki temizlik çalışmaları boyunca kaldırılan malzemenin miktarı karşılaştırıldığında genel olarak önemsiz olmaktadır ve normal olarak doğal yollarla yenisiyle değiştirilecektir.



▲ Şekil 37: Kum sahillerin temizliği turizm sezonunda bir öncelik olabilmektedir.



▲ Şekil 38: Sütsüleştirmiş petrolün bir kaba kum sahilden elle toplanması.

## Kum sahiller

	Erişilebilir	Erişilemez
<b>Aşama 1</b>	Deniz süpürücüleri/ pomplar Vakum kamyonları Elle/mekanik Hendekleme Suyla yıkama	Elle Elle ve emici maddeler
<b>Aşama 2</b>	Suyla yıkama Kıyıya çarpıp çatlayan dalgalarla yıkanma Elle/mekanik	Doğal temizlik Elle
<b>Aşama 3</b>	Doğal temizlik Kıyıya çarpıp parçalanmış dalgalarla yıkama Pullukla sürme ve tırmıklama Kumsal temizleme makinaleri Kum eleme	Doğal temizlik

▲ Tablo 4: Kum sahillerin temizlenmesi için uygulanabilir teknikler

Buna rağmen, bir kumsalın mümkün olan en kısa süre içerisinde asıl kullanımına geri döndürülmesi amacıyla bazen başka bir yerden temiz kum ithal edilmesi için önerilerde bulunmaktadır. Bu yaklaşım takip edildiğinde, bu temiz kumun mümkün olduğu sürece benzer bir şekilde davranması için orijinal malzemeyle aynı yoğunluk ve tanecik boyuna sahip olması gerekmektedir. Örneğin, daha ince tanecikli bir kum ikame olarak kullanılacak olursa, dalgayla sürüklenip gitme tehlikesi olmaktadır.

Kazara dökülme sahile ulaşmadan önce yeterli bildirim elde edilirse, kumun yüksek su seviyesinin üstüne taşınması ihtimali olabilmektedir. Bu malzeme daha sonra kumsal temizlendikten sonra değiştirilebilmektedir. Denizde yüzen ve kıyıya vuran şeyler de petrol bulaşmış döküntünün bertaraf edilecek miktarının büyük ölçüde azalması için herhangi bir petrol ulaşmadan önce kaldırılması gerekebilir.

## Çamurluk sahiller

Her mümkün olduğunda, petrolün doğal yollarla aşınması için özellikle bitki örtüsünün üzerine sürüldüğünde doğal olarak hava etkisiyle aşınması için sahil şeridinde gelmesine izin verilmesi tercih edilmektedir. Ayakla çiğneme ve alt katmanın aşındırılması nedeniyle çoğu zaman kirliliğin temizlenmesini amaçlayan faaliyetlerin petrolün kendisinden daha fazla hasarla sonuçlandığı bulunmuştur (Şekil 40 ve Şekil 41).

Ilıman iklimlerde, bataklık bitki örtüsü tek bir petrol baskınında genellikle ayakta kalmaktadır ve birçok durumda petrol örtüsünün arasından yeni bitkiler büyümektedir. Tropik bölgelerdeki Hindistan sakız ağaçlarına verilen hasar daha az tahmin edilebilir olmaktadır ve türlere, petrolün niteliğine (hafif petroler ağır yağ yakıtlardan daha zehirli olmaktadır) ve alt katmanın gözenekliliğine bağlı olmaktadır. Kaba tortulardaki Hindistan sakız ağaçlarının ince çamurlarda büyüyenlerden daha az hassas olduğu görülmektedir.

Petrolün kaldırılmasının yeniden hareket etmesinin ve sahil şeridi boyunca yayılmasının önlenmesi için zaruri olduğu hallerde, petrol sonradan toplamak üzere kontrol altına



▲ Şekil 39: Yüklü taşıtlar yumuşak alt katmanların içine bataabilmektedir. Bu ek hasara yol açabilmektedir ve petrol başka bir şekilde temiz tortuyla karışabilmektedir.

## Çamurluk sahiller

	Erişilebilir	Erişilemez
<b>Aşama 1</b>	Deniz süpürücüleri/ pomplar Vakum kamyonları Suyla yıkama	Elle Elle ve emici maddeler
<b>Aşama 2</b>	Suyla yıkama Elle	Doğal temizlik Elle
<b>Aşama 3</b>	Doğal temizlik	Doğal temizlik

▲ Tablo 5: Çamurluk sahillerin temizlenmesi için uygulanabilir teknikler.

alınabileceği açık denizin içine suyla yıkanabilmektedir. Bu en iyi, sahil şeridinde su çekme mesafesi sığ olan teknelerden veya geçici yaya yolları kullanılarak karadan yaklaşılarak yapılmaktadır. Alternatif olarak, elle toplama yöntemi kullanılıyorsa, bunun bitki köklerine ve filizlerine ek hasarın en aza indirilmesi için yakından gözetim ve denetim altından gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Şekil 42).

Kuşlar ve başka fauna tehdit altındaysa, petrol bulaşmış olan bataklık bitki örtüsünün kesilmesi ve kaldırılması düşünülebilir fakat ayakla çiğnemenin neden olacağı uzun vadeli hasar tehlikesine karşı dengelenmesi gerekmektedir. Hindistan sakız ağaçlarının kesilmesinden kaçınılacaktır çünkü iyileşme sürelerinin uzun olduğu bilinmektedir.

## Mercanlar

Deniz yüzeyinde nadiren açıkta olduklarından canlı mercanlara petrol bulaşması olası değildir. Bununla birlikte, açığa çıkmış olan mercana petrol bulaşması halinde en iyisi rahatsız edilmeden bırakılması ve doğal olarak iyileşmeye bırakılması olmaktadır. Su seviyesi alçaldığında kuruyan mercan platformlarının doğal yollarla temizliğine resif topluluklarının petrole maruziyetinin en aza indirilmesi için deniz suyuyla düşük basınçta yıkayarak yardımcı olunabilmektedir.

Petrolün toplanmasının gerekli olduğu hallerde, örneğin yeniden hareket etmesinin önlenmesi için bu kırılğan yapılarda hasarın en aza indirilmesi için itinayla gerçekleştirilmelidir.



## Yönetim ve düzenleme

Sahil şeridi temizliğine dahil olan kaynakların etkili yönetimi, çalışmanın başarısı için hayati önem arz etmektedir. Vakaya müdahalenin yönetim sorumluluğu birkaç farklı kurum veya kuruluştan kurulan bir takım veya tek bir devlet kurumuna düşebilmektedir. Her bir durumda, işlevleri sahil şeridindeki işgücünün desteklenmesi ve günlük işletme konuları, ikmaller, gelecek planlaması, medyayla ilişkiler ve çalışmaya mali kaynak sağlanması ile ilgilenilmesi olmaktadır.

Hangi temizlik tekniklerinin kullanılacağına karar verilmesinde, yönetim takımının deniz ortamının çeşitli yerel kullanımlarıyla ilgili olanların menfaatlerini göz önünde bulundurması gerekmektedir. Genel olarak bunlar sosyal, turistik, balıkçılık, sanayi ve çevre kaygıları gibi menfaatleri içermektedir. Bu konuların ele alındığı araçlar ulusal acil durum eylem planlarına göre ve ülkeden ülkeye göre değişiklik göstermektedir. Genellikle, endişelenilen bu alanların her birisini temsil eden danışmanlar yönetim takımına dahil edilmektedir. Özellikle, temizlik çalışmalarının çevresel hassasiyetlerin düzgün bir şekilde anlaşılması nedeniyle faydadan çok zararının olmasının olmaması amacıyla çevre danışmanları birçok yönetim takımının ortak bir özelliği olmaktadır.

Sahil şeridindeki işgücünün düzgün bir şekilde hazırlanması da aynı şekilde hayati önem arz etmektedir (Şekil 43). Bu, etkilenen sahil şeridinin genellikle sahil şeridi türlerindeki doğal ayrımlarla ilişkilendirilerek daha küçük alanlara bölünmesi sayesinde yapılabilmektedir. Her bir alan içerisindeki işgücünün sorumluluğunu alacak bir şef veya sahil amirinin tayin edilmesi gerekmektedir. Elle çalışma teknikleri kullanılacak olduğunda, işgücü her birisinin bir lideri olduğu başka takımlara bölünebilmektedir ve sahil şeridinin bir kısmının temizlenmesi için tahsis edilebilmektedir. Görevlerin gerçekçi bir zaman dilimi içerisinde, muhtemelen yarım gün içerisinde başarılı olabilir olması gerekmektedir. Görevleri tamamlamalarından hoşnut olunması ve kaydetmiş oldukları ilerlemenin gözlemlenmesi sert koşullarda olabilecek işçilerin güdülenmesine yardımcı olabilmektedir. Aynı zamanda, sahil şeridi kesit kesit düzenli olarak temizlenmektedir. Her bir takım normal olarak 5 ila 10 kişi içerebilmektedir (Şekil 44) ve her bir şef veya sahil amiri alan sınırları içerisinde yaklaşık olarak 100'den fazla kişiden, yani yaklaşık olarak 10 takımdan sorumlu olabilmektedir. İşçilerin temizliğin düzenli ve etkili olmasının sağlanması ve herhangi bir sağlık ve güvenlik konusu hakkında farkındalık sağlanması için temel eğitime gitmesi gerekmektedir. Takımların yemek hizmetleri ve sağlık ihtiyaçlarının ele alınması için tesislerin çalışma sahalarına yakın olarak kurulması gerekmektedir (Şekil 45).

İşgücünün olası performansının tahmin edilmesi çalışma başlayınca ve bir müddet devam edinceye kadar zor olmaktadır. Bu nedenle, bir sahil şeridine kaç tane işçiye gerek olduğuna dair karar en iyi şekilde sahil şeridinin temsili bir kesitinin üzerinde küçük ölçekli bir çalışma yapılarak ve daha sonra bu yaklaşımı çalışma uygulamaları en iyi hale getirildiğinde sahil şeridinin diğer alanlarında uygun insan gücü seviyesiyle tekrarlanarak verilmektedir. Gerekli olan insan sayısı uygulanan temizlik tekniğinin gereksinimleriyle ve bir gün içerisinde makul bir şekilde kullanılacak olan malzeme miktarıyla belirlenecektir. Bununla birlikte, işgücünün performansı aynı zamanda eğitimleri, güdülenmeleri, gözetim ve denetimlerine ilaveten sahil şeridi türü, erişilebilirlik, hava koşulları ve kirlilik seviyelerinden de etkilenecektir. En uygun şekilde, işgücünün mevcut bir yönetim yapısına sahip, yetkililerle kurulu bağlantıları ve çalışma ilişkileri olan yerel bir kuruluştan alınmalıdır. Askeri komuta yapıları bu ölçütleri karşılamakla ve bu tür çalışmaları yapmaya çok uygun oldukları görülmekle birlikte, takımların çok büyük olmasıyla sonuçlanabilmektedir ve yapıda bazı değişikliklerin



▲ Şekil 40: Petrol bulaşmış olan bir bataklıkta girilerek yapılan temizlik petrolün kendisinin verdiği hasardan başka hatırı sayılır ek hasara neden olmuştur.



▲ Şekil 41: Sahil şeridinin hassas alanlarında ağır iş makinelerinin kullanılması hatırı sayılır ek hasara neden olabilmektedir. Bu durumda, su yüzeyinde serbest bir şekilde yüzen petrol tabakasının hızlı bir şekilde kaldırılması ihtiyacı bir öncelik olmuştur.



▲ Şekil 42: Hindistan sakız ağaçlarındaki petrolün kaldırılmasına duyulan ihtiyacın son derece hassas yapılara verilecek ek hasarın en aza indirilmesi amacıyla dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



▲ Şekil 43: Bir işgücüne, amaçların ve bu amaçların başarılmasının araçlarının açık bir şekilde anlaşılmasının sağlanması için açık bir şekilde kısa bilgilendirme toplantısı yapılması gerekmektedir.



▲ Şekil 44: En iyi hale getirilmiş sahil şeridi temizlik takımı 10 işçi içermektedir, görevin etkin gözetim ve denetimi ve ilerleyişine olanak sağlamaktadır.



▲ Şekil 45: Çalışma sahasına yakın bir yere yerleştirilen geçici binalar işçiler için yemek hizmeti ve sıhhi tesisatlar sağlamaktadır.

yapılması gerekli olabilmektedir. Kazara Dökülen Petroller Durumunda Liderlik, Komuta ve Yönetim hakkındaki ayrı kitapçıkta daha fazla bilgi bulabilirsiniz.

Sahil şeridi üzerinde çalışan donanımların ve taşıtların hazırlanması daha az önemli değildir. Çalışma sahasının temiz ve kirlenmiş alanlar olarak ayrılması, kirlenmiş alanın içerisindeki taşıtların sayısının sınırlandırılması ve bu taşıtların bu alan içerisindeki hareketinin kısıtlanması ikincil kirlenmenin en aza indirilmesine yardım etmektedir. Daha büyük kapasiteli kamyonlar, örneğin toplanan malzemenin depolama veya bertaraf alanlarına nakliyesi için kullanılanların temiz alanların tecrit edilmiş bir şekilde kalması amacıyla kumsalın dışında tutulması gerekmektedir. Bu aynı zamanda karayolu yüzeyleri üzerine yayılan petrol miktarının azaltılmasına da yardım etmektedir. Seçilen taşıt türlerinin, yüklerin güvenli olması ve petrolün sızıntı yapmaması için taşıyan yüke uygun olması gerekmektedir.

Çalışma sahasının civarındaki karayolu trafiğinin kamyonların çalışma alanının içerisine ve dışarısına hareketinin engellenmemesi için kontrol altında tutulması gerekmektedir. Özellikle ağır yük taşıtlarının kullanıldığı hallerde kamu güvenliği yararına kumsalın kapatılması da gerekebilir.

Gelgit sahillerinde, çalışmanın dinlenme süreleri ve yemek araları tercihen sular yükseldiğinde verilerek gelgitler civarında düzenlenmesi gerekmektedir. Yeterli aydınlatmanın sağlanabileceği bir limanda geceleyin çalışma uygun olabilirken açık sahil şeritleri gibi başka yerlerde ışıklandırma mevcut olduğunda dahi elverişsiz ve muhtemelen güvenliksiz olmaktadır.

Her gün kaldırılan petrol ve petrol bulaşmış döküntü miktarlarının bir kaydının tutulması ilerlemenin komuta merkezinden sahadan sahaya göre kolaylıkla izlenmesine olanak sağlamaktadır. Yazılı raporlara ilaveten, her bir çalışma sahasının ve insanların ve donanımların yeri büyük ölçekli haritalara uygun bir şekilde kaydedilebilmekte ve izlenebilmektedir.

Her bir çalışma sahasında kullanılan insanların, donanımların ve malzemelerin günlük kayıtları da sonradan bir tazminat davası açılması için esas teşkil etmektedir. Bir müdahalenin bu yönü hakkında ek bilgileri Petrol Kirliliğinden Dolayı Hak Taleplerinin Hazırlanması ve Sunulması hakkındaki ayrı bir kitapçıkta bulabilirsiniz.

## Acil durum eylem planının hazırlanması

Sahil şeridi temizliği için acil durum eylem planları yüksek derecede yerel bilgi gerektirmektedir ve sonuç olarak coğrafi kapsam genellikle tek bir sahil idari makamı ile sınırlı olmaktadır. Planların petrolü tespit edilen uzunluktaki kıyı sınırları içerisinde sahil şeritlerinden temizlemekle sorumlu kurumlar ve kuruluşlar tarafından hazırlanmaktadır. Bu kuruluşların personelleri sadece yerel düzenlemelere aşina olmamaktadır ama aynı zamanda planların gerçekçi ve uygulanabilir olmasını sağlamaktadır. Sahil amirleri genel olarak yerel alandan temin edilecektir ve sahil şeridine aşina olacaktır. Bununla birlikte, yine de temizlik teknikleri ve işgücünün yönetimi ve güvenliği konularında eğitim almaları gerekecektir. Kazara dökülmenin meydana gelmesi halinde, polis ve diğer kamu kurumlarının etkilenen alanlara erişimi kontrol etmesi veya bu müdahaleye başka bir şekilde yardım etmesi gerekebilir.

Temizliğin yönetilebileceği merkezi bir yer veya bir dizi yerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun yönetim takımının barınması için uygun olması ve uygun iletişim sistemleriyle

donatılmış olması gerekmektedir. Yönetim takımı ve ayrı ayrı amirler arasında sahil şeridi boyunca güvenilir iletişimler eşgüdömlü hale getirilmiş bir müdahale yapılmasını kolaylaştıracaktır. Gerekli olması halinde, beklenen senaryolar için uygun iletişim sistemlerinin tedarik edilmesi gerekmektedir.

Toplanan petrol bulaşmış atığın geçici olarak depolanması, nakliyesi ve nihai olarak bertarafının da bu konular temizliğin verimliliğini şiddetli bir şekilde etkileyebileğinden acil durum eylem planının hazırlanması boyunca göz önünde bulundurulması gerekecektir. İrtibat bilgileriyle birlikte insan gücü, donanımlar ve malzemelerin kaynaklarının planda belirtilmesi gerekmektedir. Vakum kamyonları, önden yükleyiciler, çöp konteynırları ve geçici depolama için kaplar, sıcak suyla yıkama sistemleri ve diğer donanımları sağlayabilen müteahhitlerin kimliğinin belirlenmesi ve tercihen bir kazara dökülme gerçekleşmeden önce kiralama şartları ve koşullarında mutabık kalınması gerekmektedir.

Sahil şeridinin hassasiyet haritaları özellikle bir kazara dökülmenin ilk aşamalarında faydalı olmaktadır ve genellikle bir Coğrafi Bilgi Sistemine girilen bilgilerle acil durum eylem planı sürecinin bir parçası olarak hazırlanabilmektedir. Bu haritaların çevresel olarak hassas kaynakların ve yüksek öncelikli sosyal tesis alanlarını yerlerini göstermesi, her ikisinde de mevsimsel değişikliklerin işaretlenmiş olması gerekmektedir. Sahil şeridi türleri, taşıtların erişim noktaları, ağır donanımların ağırlığını kaldırabilecek kumsallar ve dağıtıcı maddelerin sahil şeridi üzerinde kullanılmamasının gerektiği alanlar gibi başka özelliklerin de kaydedilmesi gerekmektedir.

Sadece hazırlık konularının test edilmesi değil ama aynı zamanda planda belirtilen donanımların gerçekten mevcut olmasını sağlamak için acil durum eylem planının uygulamalı tatbikatlarının düzenli aralıklarla yürütülmesi gerekmektedir. Acil durum eylem planının hazırlanması hakkında daha fazla bilgiyi Denizde Kazara Dökülen Petroller için Acil Durum Müdahale Planlaması hakkındaki ayrı kitapçıkta bulabilirsiniz.

## Anahtar noktalar

- Başarılı sahil şeridi temizliği personelin, donanımların ve malzemelerin zamanında elde edilebilmesine ve çalışmanın yönetilmesi ve yürütülmesi için yapılan hazırlığın kalitesine bağlı olmaktadır.
- Sahil şeridi temizliğinin amaçları ve bitim noktaları çalışmalar başlamadan önce en iyi şekilde tanımlanmakta ve üzerinde mutabık kalınmaktadır.
- Çalışmaları son derece etkileyebileceklerinden, atıkların depolanması, nakliyesi ve nihai bertarafının üzerinde önceden düşünülmesi gerekmektedir.
- Sahil şeridi türü, kullanılacak olan en uygun temizlik tekniğini büyük ölçüde belirlemektedir.
- Hareketli petrolün başka bir yere hareket etmesinin önlenmesi için mümkün olan en kısa süre içerisinde kaldırılması gerekmektedir.
- Ağı iş makineleri sahilleri hızlı bir şekilde temizleyebilmekle birlikte, aynı zamanda büyük miktarlarda başka türlü temiz alt katman da kaldırılabilir, nakliye, bertaraf ve olası aşındırma sorunlarına yol açabilmektedir. Elle uygulanan daha yavaş teknikler genellikle daha iyi olmaktadır.
- Bataklıklar, korunaklı çamur düzlükler, Hindistan sakız ağaçları ve mercanlar gibi çevresel olarak hassas sahil şeritlerinin doğal temizlik süreçlerinin gerçekleşmesi için bırakılması genellikle en iyi seçenek olmaktadır.
- Sosyal değeri olmayan alanlar için müdahalenin birinci ve ikinci aşamaları tamamlandığında, geriye kalan herhangi bir petrol hava etkisiyle aşınmaya ve doğal olarak bozunmaya bırakılabilmektedir.
- Yerel acil durum müdahale planında hem insan gücünün hem de donanımların kimliğinin tespit edilmesi ve uygulamalı tatbikatlarda düzenli olarak seferber edilmesi gerekmektedir.

## TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

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

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



### ITOPF Ltd

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

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

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