

# PETROLÜN VE KALINTININ BERTARAF EDİLMESİ

TEKNİK BİLGİ KİTAPÇIKLARI

9





## Giriş

Kazara dökülen petrolün temizlik çalışmalarının çoğu, özellikle de sahilde olanlar büyük miktarlarda petrol ve yağlı atığın toplanmasıyla sonuçlanmaktadır. Atığın depolanması ve bertarafı herhangi bir müdahale çalışmasının önemli bir yönüdür ve atık yönetimi için yeterli koşulların herhangi bir kazara dökülen petrole acil müdahale eylem planında açık bir şekilde vurgulanması gerekmektedir. Bir vakanın başlangıcında yapılan düzenlemelerin müdahale çabasını tehlikeye atan ve kazara dökülmenin temizliği tamamlandıktan sonra uzun süre devam eden maliyetli bir sorun haline gelen atık sorunlarının önlenmesi için harekete geçmesi önem arz etmektedir.

Bu kitapçıkta deniz ortamında deniz kaynaklı petrolün kazara dökülmelerinin bir sonucu olarak üretilen atık malzemenin yönetimi için mevcut olan çeşitli seçenekler incelenmektedir.

## Atık sorunu

Deneyimler göstermiştir ki kazara dökülen bir petrole müdahalenin en zaman tüketici ve maliyetli bileşeni genellikle toplanan atığın işlenmesi veya bertarafı olmaktadır. Üretilen atık miktarı kazara dökülen petrolün türü ve miktarı, petrolün yayılma ve sahil şeridini etkileme boyutu ve en önemlisi kazara dökülen petrolün ve petrol bulaşmış malzemenin deniz yüzeyinden ve sahil şeridinden toplanması için uygulanan yöntemler gibi birçok etkene bağlı olmaktadır.

Petrolün nispeten küçük çaplı olarak kazara dökülmesi boyunca dahi, toplanan atık miktarı mevcut bertaraf tesislerinin kapasitesini hızlı bir şekilde aşabilmektedir. Bu sorunun kolaylıkla ele alınabilmesinin sağlanması amacıyla, atığın üstesinden gelme yöntemlerinin herhangi bir kazara petrol dökülmesine acil müdahale eylem planının anahtar bir bileşeni olması gerekmektedir. Müdahale teknikleri hakkındaki kararlarda üretilmesi muhtemel olan atık miktarının hesaba katılması, mümkün olduğu hallerde, toplanan atık miktarını en aza indiren tekniklerin tercih edilmesi gerekmektedir. Buna ilaveten, özellikle sahil şeridi temizliği durumunda, işgücünün sıkı bir şekilde gözetim ve denetimi esas teşkil etmektedir. Buna rağmen, uygun ve makul müdahale yöntemlerinin kullanılmasıyla dahi meydana gelen atık hacmi bazen, başlangıçta kazara dökülen esas hacimden on kat daha fazla olabilmektedir.

Toplandığında, atığın üstesinden gelinmesi için gerekli olan çaba ve masraf, mevcut olan nakliye, işleme ve bertaraf seçeneklerine ve yerel yönetmelik gereksinimlerine bağlı olacaktır. Atığın işlenmesi hakkındaki kararların meydana gelmesi muhtemel olan atık miktarı ve türünün gerçekçi bir tahmini temel alınarak, bir vakanın başlangıcında verilmesi gerekmektedir. Büyük ve maliyetli bir sorunun önlenmesi için atık işleme yöntemlerinin tüm kısımlarının etkili bir şekilde düzenlenmesi esastır. Küresel çevresel farkındalık arttıkça ve atık bertarafını ilgilendiren yönetmelik gereksinimleri daha sıkı hale geldikçe, atığın kullanılması, geri dönüşümünün yapılması veya bertarafının yenilikçi yollarına ihtiyaç duyulması olasıdır.

## Atık yönetim seçenekleri

"Atık Aşama Sırası" tüm atık biçimlerine uygulanabilir atık yönetim seçeneklerinin sınıflandırılması ve öncelik sırasına koyulması için iyi yapılandırılmış uluslararası bir çerçevedir. Aşama sırası istek sıralamasına göre beş ayrı adım içermektedir:

1. Meydana gelen yağlı atık miktarının, örneğin temiz malzemenin ve/veya suyun toplanmasını en aza indiren



▲ Şekil 1: Serbest kalan petrolün yakalanması için uygun bir şekilde plana göre yerleştirilmiş emici maddeden engelle birlikte, düşük basınçlı suyla yıkanarak petrol bulaşmış olan toprağın yerinde temizlenmesi.

sahil şeridi temizlik tekniklerinin kullanılması sayesinde veya petrol bulaşmış malzemenin yerinde işlenmesi sayesinde **azaltılması** (Şekil 1). Sarf malzemelerinin, özellikle emici malzemelerin kullanımının dikkatli bir şekilde denetlenmesi de atığın azaltılmasına hizmet edecektir. Petrolün sahil şeritlerinden temizlenmesi ve emici malzemelerin kullanımı hakkındaki ayrı ITOFF kitapçıklarında uygun uygulamalar daha ayrıntılı olarak tanımlanmaktadır.

2. Temizlik boyunca kullanılan kaynakların, örneğin petrol bulaşmış olan donanımların ve koruyucu elbiselerin mümkün olduğu hallerde temizlenmesi ve tekrar kullanılmasıyla **yeniden kullanılması** (Şekil 2).
3. Rafineri akıntılarıyla birleştirilerek veya petrol veya petrol bulaşmış malzemelerin arazi ıslah veya yol inşaat projelerinde kullanılması için kararlı hale getirilmesiyle sıvı petrolün geri **dönüşümü**.
4. Atık malzemenin kalori değerinin elektrik veya ısı üretimi için yakıt olarak **geri kazanımı**.
5. Yukarıdaki seçeneklerden birisiyle ele alınamayan atığın **bertarafı** çöp fırınında yakma, arazi dolgusu veya gübre haline getirme sayesinde yapılabilmektedir.

Gerçekte, atık yönetim kararlarına vakanın meydana geldiği bölgedeki atık yönetim yönetmeliklerine riayet eden mevcut seçeneklerin maliyeti ve kapasitesi yön vermektedir. Bir dizi seçeneğin teknik olarak uygulanabilir olduğu hallerde (Tablo 1), bertaraf yolunun seçiminde uygun maliyetin önemli bir etken olması muhtemeldir. Bununla birlikte, kazara dökülen petroler



▲ Şekil 2: Atığın en aza indirilmesi, kazara dökülmeye müdahalede temel bir etkidir. Elbise dahil olmak üzere kişisel koruyucu donanımların mümkün olduğu hallerde temizlenmesi ve tekrar kullanılması gerekmektedir.

nitelikleri gereği genellikle hızlı bir müdahale gerektiren acil durumlar olmaktadır ve acil durum eylem planı boyunca atık yönetimine gereken önem gösterilmedikçe en uygulanabilir

ve en uygun maliyetli bertaraf seçenekleri daha sürdürülebilir atık yönetiminin önüne geçebilmektedir.

## Petrolün ve petrol bulaşmış olan malzemenin niteliği

Genel bir kural olarak, ham petroler, daha ağır dereceli yağ yakıtlar ve bazı yağlama yağları gibi devamlılık gösterme eğiliminde olan petrolerin kazara dökülmesi halinde büyük miktarlarda atık meydana getirmesi olasıdır. Kazara döküldüğünde, petrol su içeriğinde ve akışmazlığında bir artışa bağlantılı olarak hava etkisiyle aşınmaya başlayacaktır. En az gecikmeyle toplanan petrolün sıvı olması ve nispeten kirlenmemiş olması daha olası olmaktadır. Zamanla, petrol ya geminin parçalara ayrılmasının bir sonucu olarak, yük kaybindan kaynaklı ya da sahil kaynaklı döküntü kaynaklı olarak döküntü toplayabilmektedir (Şekil 4).

Petroller katı döküntü içermediğinde dahi, denizde geri toplama kullanılan toplama yöntemleri nedeniyle büyük miktarlarda suyun toplanmasını veya yağ içinde su asıltı sıvının oluşumunu içerebilmektedir (Şekil 5). Alternatif olarak, deniz sıcaklığının üstünde bir akma noktasına sahip olan petroler hızlı bir şekilde yarı katı hale gelebilmektedir (Şekil 6), büyük miktarlarda suyun da toplanması eğiliminde olan kepçeler veya çeneli kepçelerle toplanmayı

	Malzeme türü	Ayırma yöntemleri	Bertaraf seçenekleri
Sıvılar	Sütsüleşmemiş olan petroler ve atıksu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serbest suyun oturması/cazibeli olarak ayrılması</li> <li>Toplanan su ek arıtma/filtreleme gerektirebilmektedir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplanan petrolün yakıt veya rafineri malzeme stokları olarak kullanılması</li> <li>Arıtılan suyun kaynağa geri gönderilmesi</li> </ul>
	Sütsüleşmiş petroler	<p>Aşağıdaki yöntemlerle serbest bırakılmak üzere parçalanmış asıltı sıvı:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Isıl işlem</li> <li>Asıltı sıvı parçalama kimyasalları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplanan petrolün yakıt veya rafineri malzeme stokları olarak kullanılması</li> <li>Kararlı hale getirme ve tekrar kullanım</li> <li>Çöp fırınında yakma</li> </ul>
Katılar	Kumla karışmış petrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçici depolama boyunca kumdan sızıntı yapan sıvı petrolün toplanması</li> <li>Petrolün suyla veya eritici maddeyle yıkama sayesinde kumdan çıkartılması</li> <li>Katı petrolerin veya katran toplarının elekten geçirme sayesinde kaldırılması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplanan sıvı petrolün yakıt veya rafineri malzeme stokları olarak kullanılması</li> <li>Arıtılan suyun kaynağa geri gönderilmesi</li> <li>Kararlı hale getirme ve tekrar kullanım</li> <li>Karasal çiftçiliği veya gübre haline getirme sayesinde bozundurma</li> <li>Arazi doldurma</li> <li>Çöp fırınında yakma</li> </ul>
	Kaldırım taşları, çakıl taşları veya ince çakıl taşlarıyla karışmış petrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçici depolama boyunca sahil malzemesinden sızıntı yapan sıvı petrolün toplanması</li> <li>Petrolün suyla veya eritici maddeyle yıkama sayesinde sahil malzemesinden çıkartılması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temizlenen taşların kaynağa geri döndürülmesi</li> <li>Kararlı hale getirme ve tekrar kullanım</li> <li>Arazi doldurma</li> </ul>
	Ahşap, plastikler, deniz yosunu, kabuklu deniz canlıları ve emici maddelerle karışmış petrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçici depolama boyunca sızıntı yapan sıvı petrolün toplanması</li> <li>Petrolün döküntüden suyla yıkanması</li> <li>Serbest suyun kaldırılması</li> <li>Sıkıştırma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plastikler ve büyük döküntülerin kaldırılmasını müteakip kararlı hale getirme ve yeniden kullanım</li> <li>Deniz yosunu, kabuklu deniz ürünleri ile veya doğal emici maddelerle karışmış petrol için karasal çiftçilik veya gübre haline getirme sayesinde bozundurma</li> <li>Arazi doldurma</li> </ul>
	Petrol bulaşmış olan balıkçılık donanımları ve çiftlikte yetiştirilen hayvanlar için kullanılan ağlar, şamandıralar ve gergiler		
	Katran topları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elekten geçirme sayesinde kumdan ayırma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kararlı hale getirme ve tekrar kullanım</li> <li>Arazi doldurma</li> <li>Çöp fırınında yakma</li> </ul>

▲ Tablo 1: Petrol ve döküntünün ayrılması ve bertarafı için alışlageldik biçimde mevcut olan ana seçeneklerin bir özeti.



gerektirebilmektedir. Devamlılık gösterme eğiliminde olmayan kazara dökülen petroler kısa bir süre içerisinde doğal olarak buharlaşma ve dağılma eğiliminde olmaktadır ve bu nedenle atık üretim konularıyla daha az sıklıkla ilişkili olmaktadır.

Sahil şeridinden toplanan petrol genel olarak kum, çakıl taşları, ahşap, plastikler ve deniz yosunları gibi büyük miktarlarda başka malzemelerle karışacaktır; her bir malzeme farklı bir işleme veya bertaraf yöntemi gerektirebilmektedir ve ayırma işlemi güç olabilmektedir. Örneğin, yağlı ahşap kontrollü koşullar altında, muhtemelen doğal ortamında yakılabilirken yağı deniz yosununun yakılması elverişsiz olmaktadır. Emici malzemeler (Şekil 7), korucuyu elbiseler, hasar görmüş önleyici engel, depolama torbaları (Şekil 8) ve atık koyacak başka kap türleri gibi, müdahale çalışmalarından petrol bulaşmış olan malzemeler aynı zamanda özellikle çok sayıda deneyimsiz işçiler veya gönüllüler kullanılmışsa bir petrolün kazara dökülmesini müteakip meydana gelen atık hacmine büyük ölçüde katkıda bulunabilmektedir. Balık av malzemelerine ve deniz ürünleri yetiştirme tesislerine bulaşmışsa ve tatmin edici bir şekilde temizlenemiyorsa veya stoktaki malların kullanılması resmen yasaklanmışsa kayda da değer miktarda atık meydana gelebilmektedir. Bu konular Petrolün Balık Çiftlikleri ve Su Ürünleri Üretim Tesisleri Üzerindeki Etkileri hakkındaki ayrı bir ITOPE kitapçığında daha ayrıntılı olarak hesaba katılmaktadır.

## Bertaraf için nakliye, depolama ve hazırlama

Temizliği müteakip bertaraf gerektiren büyük atık hacimleri genellikle yükleme-boşaltma ve nakliye boyunca büyük ikmal sorunları ortaya koyabilmektedir. Temizlik çalışmalarının engellenmeden devam etmesine olanak sağlanması amacıyla, toplama ve nihai arıtma ve/veya bertaraf arsında bir denge sağlanması için genellikle geçici olarak depolanması gerekmektedir. Bu aynı zamanda, daha önce tespit edilmemişse, atığın ele alınması için uygun yöntemin seçilmesi için yetkililere zaman da tanımaktadır. Sahil temizliğinden kaynaklanan atık durumunda, yüksek su seviyesi çizgisinin üstünde sahilin arka kısmında depolama (Şekil 8) nakliyenin iki aşamada gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır: sahilde birincil depolamadan ara depolama alanına kadar ve nihayetinde gerektiğinde nihai arıtma ve/veya bertarafa kadar. Bu, sahilden aktarımın birinci aşamasına dahil olan taşıt sayısı sınırlandırılarak yolların kirletilmesi tehlikesini azaltmaktadır.

Yağlı atığın yerel yönetmelikler uyarınca taşınması, depolanması ve bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bazı ülkelerde, geçici bertaraf sahaları için ruhsatlar gerekli olacaktır ve çeşitli bertaraf görevleri için tutulan müteahhitlerden ruhsatlar talep edilecektir. Vakanın



▲ Şekil 3: Hindistan sakız ağaçlarında karaya oturan ve petrole karışan, denizde geminden kaybolan konteynerlerden atık plastik.



▲ Şekil 4: Iskartaya çıkartılmış plastik, evsel çöp, ahşap, bitki örtüsü ve başka atıkla karışmış petrol.



▲ Şekil 5: Kıyıda kum üzerine oturmuş sütsüleşmiş petrol. Kaldırılan temiz alt katman miktarının en aza indirilmesine hizmet eden elle uygulanan seçici toplamaya hizmet etmektedir.



▲ Şekil 6: Bir engel içerisine kontrol altına alınan yarı katı petrol. Petrolün pompalanmasında yaşanan güçlükler mevcut bertaraf yollarını sınırlandırabilmektedir.



başlangıcından itibaren düzenleme ve ruhsatlandırma yetkilileriyle istişare bertaraf sürecinin bu önemli idari bileşenine yardımcı olacaktır.

Mümkün oldukça ve birden fazla bertaraf yolu mevcut olması kaydıyla, farklı atık akıntıları toplama noktasında tecrit edilecek ve ayrı ayrı depolanacaktır. Bertaraf yolunun herhangi bir aşamasında kontrol ve disiplin kaybı sonradan karmaşıklığa ve gereksiz ek maliyetlere yol açabilmektedir (Şekil 9). Örneğin, hacimli petrol, yağlı döküntü ve petrol bulaşmamış malzemelerin her bir sınıf için farklı arıtma ve bertaraf yöntemlerinin kullanılabilmesi amacıyla ayrı alanlarda depolanması gerekmektedir. Hacimli petrolün ortam sıcaklıklarında pompalanabilmesi kaydıyla, kapalı tanklar içerisinde depolanması gerekmektedir. Bununla birlikte, daha fazla akışmaz olan malzemelerin hacimli depolanması boyunca, özellikle tanklara ısıtma bobinleri takılı olmadığında, tankların boşaltılması ısıtılmaksızın zor olabileceğinden dikkat edilmesi gerekmektedir. Büyük hacimlerde toplanan petrol mevcutsa tanker gemilerinde depolanabilmekle birlikte bu pahalı bir seçenek olabilmektedir.

Yüksek derecede akışmaz olan petroler işleme ve aktarma çalışmalarının basitleştirilmesi için mavnalar, çöp konteynırları veya variller gibi açık kaplar içerisinde depolanabilmektedir. Petrol büyük bir zaman dilimi boyunca depolanacak olursa, petrolün yüzmesine ve taşmasına neden olabilecek olan yağmur suyu girişinin önlenmesi

için üstü kapalı bir şekilde çevreleme gerekli olmaktadır. Belirli bir amaca uygun olarak inşa edilen kaplar mevcut değilse, sahil şeritlerinden hacimli petrol, sıkıştırılmış petrol duvarlar içerisinde veya kalınlığı fazla olan polietilen (veya petrol geçirmez başka uygun malzeme) ile kaplanan basit depolama çukurlarında tutulabilmektedir. Yaklaşık olarak 2 metre genişliğinde ve 1.5 metre derinliğine olan uzun dar depolama çukurları çukur tüm kısımlarına erişimin kolay tutulması için tercih edilebilmektedir (Şekil 11) Bununla birlikte, çukurların ebadı ve sayısının beklenen atık hacmini yansıtmaması gerekmektedir. Şiddetli yağmur ihtimali varsa, kutular doldurulurken bunun için ihtiyat payının bırakılması gerekmektedir. Kum tepeleri gibi hassas alanlarda hacimli petrolün geçici olarak depolanması gerektiğinde, aşındırmaya yol açabileceğinden dengeleyici bitki örtüsünün rahatsız edilmesinden kaçınılması önem arz etmektedir. Kazıldığı her yerde çukurların petrolün tamamen kaldırılmasından ve mümkün olduğu sürece alan başlangıçtaki durumuna geri getirildikten sonra doldurulması gerekmektedir.

Plastik torbaların güneş ışığında bozulma ve bozunma, içeriklerini serbest bırakma eğiliminde olduklarından depolamadan ziyade yağlı malzemenin taşınması için bir araç olarak dikkate alınması gerekmektedir (Şekil 12).

İçeriklerin bertaraf öncesinde bir şekilde işleme tabi tutulması gerekecekse, genellikle torbaların boşaltılması ve ayrı ayrı bertaraf edilmesi gerekli olacaktır. Atığın kaplarda,



▲ Şekil 7: Kısmen petrol bulaşmış olan emici maddeden engel. Atık üretiminin en aza indirilmesi için emici malzemelerin büyük ölçekli kullanımından kaçınılması gerekmektedir.



▲ Şekil 8: Herhangi bir sızıntının kontrol altına alınması için plastik örtü üzerinde, yüksek su seviyesi çizgisinin üstünde geçici olarak depolanan petrol bulaşmış kıyı malzemesi içeren plastik torbalar.



▲ Şekil 9: Yetersiz bir şekilde tecrit edilmiş atık içeren, ayırma ve işleme için büyük ek çaba gerektiren iyi bir şekilde kaplanmış çukur.



▲ Şekil 10: Bir mavnada depolanan geri toplanmış petrol. Yağmur suyu girişinin önlenmesi için bir örtü gereklidir.



yağınlar halinde veya başka araçlarla mı depolandığına bakılmaksızın, depolama alanının kaplanması ve civardaki alanda ve yeraltı suyunda ikinci bir kirliliğin önlenmesi için sızıntının yakalanması ve işleme tabi tutulması için önlemler alınması gerekmektedir (Şekil 13). Petrol bulaşmış olan bitki örtüsünün bozulması, sineklerin ve haşarattan kaynaklanan kokular geçici alanlar insanların yaşadığı alanlara yakın yerlerde yer alıyorsa baş belası olabilmektedir.

Geçici atık depolama alanlarının güvenliğinin yetkisiz erişimle bağlantılı tehlikelerle orantılı olması gerekmektedir ve yön işaretleri ve güvenlik çemberi altına alınmış alanlardan içinden geçilmesi daha zor olan çitle çevrilmiş ve 24 saat gözetim altında olan alanlara kadar değişiklik gösterebilmektedir. Yeterli güvenlik olmaksızın, özellikle şehir merkezlerine yakın yerlerde, evsel veya ticari atıkların geçici depolama alanlarına boşaltılmasıyla ilgili ek bir tehlike mevcut olmaktadır. Atığın belirtilen nihai bertaraf alanlarına aktarılması için geçen sürenin atığın boşaltılmasının neden olduğu ve ikincil kirlilikten kaynaklanan sorunların önlenmesi amacıyla en aza indirilmesi gerekmektedir.

Nihai bertaraf yöntemlerinin tespit edildiği ve kapasitenin izin verdiği hallerde, atığın sahil şeridinden doğrudan nihai bertaraf alanına nakliyesi geçici depolama ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Bu çift yükleme-boşaltmayı engellemektedir, atık oluşumunu en aza indirmektedir ve genel müdahalenin daha hızlı ve daha uygun maliyetli bir şekilde tamamlanmasına

olanak sağlamaktadır. Komuta merkezinde ilerlemenin izlenmesine olanak sağlamak için, toplanmakta olan yağlı atık miktarlarının ve türlerinin kaydedilmesi iyi bir uygulama olmaktadır. Kayıtlar aynı zamanda sonradan bir tazminat davası açmak için de faydalı olacaktır.

## Atığın en aza indirilmesi

Müdahale boyunca meydana gelen atık miktarının en aza indirilmesine öncelik tanınması halinde bertaraf ilişkili sorunlar azaltılacaktır. Ağır basan başka etkenler mevcut olmadıkça, bunun temizlik teknikleri göz önünde bulundurulurken önemli bir etken olması gerekmektedir.

Bertaraf genellikle, petrolle kaplanmış olan döküntü miktarıyla çetrefilli hale gelmektedir. Döküntülerin doğal olarak toplandığı yerlerin tespit edilmesi için sahil şeritlerinin tetkikleri petrolün kıyıya gelme olasılığının olduğu yerleri genellikle belirtecektir. Döküntüler bazen, petrol bulaştığında bertarafının maliyetlerine göre nominal maliyette, petrolün gelmesinden önce bu sahil şeritlerinden kaldırılabilir (Şekil 14). Alternatif olarak, temiz döküntüye petrol bulaşma tehlikesinin azaltılması için engelle koruma sağlamak amacıyla döküntü toplama alanlarına öncelik verilebilir.

Nihai bertaraf için atık su miktarının en aza indirilmesi



▲ Şekil 11: Kaplanmış bir geçici depolama çukurunun içerisine sütsüleşmiş yağ yakıtın çö konteynirıyla boşaltılması.



▲ Şekil 12: Güneş ışığına uzun vadeli maruz kalma nedeniyle plastik torbalarda meydana gelen bozulma yeniden kirliliğe yol açabilmektedir.



▲ Şekil 13: Geçici depolama alanında yığılan petrol bulaşmış kumdan sızıntının yakalanması ve işleme tabi tutulması civardaki alanda ve yeraltı sularında ikincil kirliliği önlemektedir.



▲ Şekil 14: Döküntünün petrol karaya oturmadan önce kaldırılması bertaraf gerektiren petrol bulaşmış malzemenin miktarının azaltılmasına yardım edecektir.



▲ Şekil 15: Toplanan yağlı suyun bir vakum kamyonunda oturması ve ayrılmasından sonra kazara dökülme alanında suyun boşaltılması.



▲ Şekil 16: Toplanan petrolün, döküntünün süzülmesi için ızgaralı bir huninin içerisinden geçtiği eğreti bir atık süzme sistemi.

için gösterilen bir çabada, denizde veya kıyıya yakın yerlerde toplanan petrol/su karışımından ayrılmış olan suyun boşaltılması mümkün olabilmektedir. Petrol oturduktan ve deniz süpürücü gemilerin güvertesindeki tanklarda, vakum kamyonlarında (Şekil 15) veya başka cihazlarda ayrıldıktan sonra, su dip kısımdaki vanalardan engellerle çevrilmiş bir alanın içerisine akabilmektedir. Petrolün bu şekilde yoğunlaştırılması geçici depolama kapasitesinin azami seviyeye çıkartılmasına, bu suretle de ek kapasite düzenlenirken toplama işlemlerindeki kesintilerin azaltılmasına hizmet etmektedir. Bununla birlikte, bazı ülkelerde yerel mevzuatın ilgili yetkililerden özel izin olmaksızın herhangi bir sıvının denize boşaltılmasını yasaklayabileceğine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Petrolün kirlenmiş sahil malzemesinden petrolün doğal ortamda toplanması mümkün olabilmektedir. Örneğin, toplanan sahil malzemesinden ve döküntüden sızan petrol, depolama alanını çevreleyen bir hendek veya set içerisinde kontrol altına alınabilmektedir. Petrol bulaşmış olan sahil malzemesi daha sonra bazen petrolün serbest bırakılması için bir limon esaslı temizlik maddesi gibi uygun bir eritici madde ile birlikte suyla yıkanabilmektedir. Yıkama işlemi, petrolün geçici bir depolama çukurunda kontrol altında tutulan döküntüden gevşetilmesi ve kaldırılması için düşük basınçlı hortumlar kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Ortaya çıkan petrol/su karışımı daha sonra bir sonraki cazibeli olarak ayırma alanına pompalanabilmektedir. Başka bir yaklaşım, kirlenmiş malzemenin bir ızgara veya bir hasır donatı üzerine yerleştirilmesi, petrolün alta yerleştirilen bir çöp konteynirine veya tanka boşaltılmasıdır. Bu sürece atık suyla yıkanılarak yardımcı olunabilmekle birlikte büyük hacimlerde yağlı su üretilebilmektedir. Ayırma aynı zamanda su veya bir eritici maddenin kullanıldığı kapalı bir sistemde de yapılabilmektedir. Küçük ölçekli seri işlemler için standart çimento karıştırıcılardan büyük ölçekli sürekli arıtma için mineral işleme donanımlarına kadar bir dizi donanım temel alınarak cihazlar geliştirilmiştir. bu büyük ölçekli sistemler belirli durumlarda başarılı olmakla birlikte, tatmin edici seviyelerde temizliğin elde edilmesi için yavaşlırlar ve

atık sudaki yüksek seviyelerdeki ince malzemeler veya tortuların ayrılması zor olabilmektedir. Sonuç olarak, petrolün kazara döküldüğü alanlarda henüz yaygın uygulama alanı bulmamışlardır.

Atık hacmi aynı zamanda, turistik sahillerde olduğu gibi, bir sahanın yüksek bir temizlik standardı gerektirebildiği hallerde elle seçerek temiz kumdan katran topları biçimindeki petrol ayrılarak da azaltılabilmektedir. Hem hareketsiz hem de mekanik elek cihazları da yağlı kum atıklarının ve katran toplarının hafif derecede kirlenmiş kumdan kaldırılması için kullanılabilir (Şekil 17). Yoğun emek gerektirmekle birlikte, petrol bulaşmış olan büyük miktarlardaki sahil malzemesinin yerinde temizlenmesinin maliyeti, malzemenin sahil şeridinden biraz uzak bir yere taşınmasını ve sonradan bertarafını içeren başka yöntemlerle karşılaştırıldığında elverişli olabilmektedir.

Birçok vakada, meydana gelen atık maddenin büyük bir kısmı sentetik soğurucu maddeden malzeme olmaktadır ve bu malzemenin büyük bir miktarı genellikle hafif derecede petrol bulaşmış veya hiç petrol bulaşmamış durumda olmaktadır (Şekil 7). Soğurucu madde sadece diğer teknikler uygun olmadığında kullanıldığında ve tam kapasitesinde kullanılmasının sağlanmasına dikkat edildiğinde atık sorunları sonradan azalacaktır.

Yağlı atığın çöp fırınında yakmayla evsel atıklarla birlikte eş zamanlı olarak bertaraf edilmesinin gerekeceği hallerde, atığın kalori değerine göre maliyetlerin kaydırıldığı bir ölçekte mutabakat, petrol bulaşmamış atığın toplanma miktarının en aza indirilmesi için bir girişim olabilmektedir: petrol içeriği ne kadar yüksek olursa kalori değeri o kadar yüksek olmakta, bertaraf fiyatı da o kadar düşük olmaktadır.

## Arıtma ve bertaraf seçenekleri

Petro ve yağlı atığın nihai olarak arıtılması ve bertarafı için birtakım seçenekler mevcuttur ve bunlar Tablo 2'de özetlenmektedir ve aşağıda ayrıntılandırılmaktadır. Bir





▲ Şekil 17: Meydana gelen atık miktarının azaltılması amacıyla katran toplarının kumdan mekanik olarak elenmesi.



▲ Şekil 18: Sönmemiş kireç kullanılarak yağlı atığın kararlı hale getirilmesi.

vakada en uygun olan bertaraf yöntemi atığın niteliği ve uygun alanların ve tesislerin mevcudiyeti, işin içine dahil olan maliyetlere ilaveten yasal kısıtlamalar dahil olmak üzere birçok etkene bağlı olacaktır.

## Petrollerin toplanması

Yağlı atık, nihai işleme ve sonradan kullanım için yağ yakıtlarla harmanlama için yeterli miktarlarda petrolün toplanması amacıyla işleme tabi tutulması gerekebilmektedir. Bu işlemde petrolün kalori özelliklerinden faydalanılmaktadır ve bertaraf maliyetlerinin karşılanması için satışından mali gelir üretme imkanına sahip olmaktadır. Bu, genellikle toplanan petrolün en uygun maliyetli kullanımudur ve göz önünde bulundurulacak olan ilk seçenekler arasında olması gerekmektedir. İşleme ve harmanlama için kullanılması olası alıcılar rafineriler, atık petrollerin geri dönüşümünde uzmanlaşmış olan petrol geri dönüşüm müteahhitleri, elektrik santralleri ve çimentoculardır. Bununla birlikte, bu tesislerin çoğu sadece şartname ölçütleri dar olan hammadde stoklarını kabul edebilmektedirler, dolayısıyla toplanan petrolün uygun kalitede olması gerekmektedir. Örneğin, bir rafineride işlenmesi için petrolün pompalanabilir olması, kati içeriğinin düşük olması ve %0.1'den daha az bir tuz içeriğine sahip olması veya yağ yakıtla harmanlanması için %0.5'ten daha az bir tuz içeriğine sahip olması gerekmektedir. Petrolün geri dönüşüm için uygun olduğu varsayıldığında, olası rafinerilerin veya başka kullanıcıların sınırlı depolamaya veya işleme kapasitesine sahip olması olasıdır ve acil alternatif depolama gerekebilmektedir. Gemi atıklarının kabul edildiği tesisler ve tankerlerin safrasının boşaltıldığı istasyonlar bu bakımdan uygun olabilmektedir ama ayrıca sınırlı kapasiteye sahip olabilmektedirler.

Denizden toplanan petrolün işlemeye hazırlanması en kolay petrol olması muhtemeldir çünkü genellikle sadece birleşik olduğu herhangi bir sıvıdan ayırma işlemi gerektirecektir. Yağ içinde su asıltı sıvılarından suyun çekilmesi daha zor olmaktadır. Kararsız asıltı sıvılarından petrolün ve suyun cazibeli olarak ayrılmasına olanak sağlayan 80°C'ye kadar sıcaklıklarda ısı işlem sayesinde parçalanabilmektedir. Daha kararlı asıltı sıvıların "asıltı sıvı parçalayıcılar" veya "asıltı sıvı ayrıştırıcılar" olarak bilinen kimyasalların kullanımını gerektirebilmektedir. Hem ısı işlemi hem de asıltı sıvı ayrıştırıcılar, petrollerin çoğunun akışmazlığını azaltabilmektedir, daha pompalanabilir hale getirmektedir.

Tek başına hiçbir kimyasal madde tüm asıltı sıvı türlerini parçalamaya uygun olmamaktadır ve en etkili etken maddenin ve en iyi hale getirilmiş doz oranının tespit edilmesi için

yerinde yapılan denemeler gerekli olabilmektedir. Alışıldık doz oranları, işleme tabi tutulacak olan hacmin %01 ila %0.5'i aralığında olmaktadır. Asıltı sıvısının toplama cihazından bir depoya veya bir depodan bir başkasına aktarımı boyunca iyi bir karışmanın sağlanması ve gerekli olan dozun en aza indirilmesi için arıtmanın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Asıltı sıvı parçalayıcı bir pompanın veya vakumlu bir girişin içerisine takılan hat içi sabit bir karıştırıcının giriş tarafının içerisine püskürtülebilmektedir. Ayırma işleminden sonra, su aşaması asıltı sıvı parçalayıcının çoğunluğunu ve petrolün %0.1'ine kadarını içerecektir ve bu nedenle bu karışım bertaraf edilirken dikkat gösterilmesi gerekmektedir.

## Kararlı hale getirme

Dalgaların kıyıya sürüklediği ağaç dallarından ve başka döküntülerden büyük miktarlarda içermeyen yağlı kum petrolün dışarıya sızmasını engelleyen ve işleme tabi tutulmamış olan yağlı kumdan daha az sıkı koşullar altında bertaraf edilebilen bir asal ürün oluşturmak için sönmemiş kireç (kalsiyum oksit) gibi bir organik olmayan madde ile bağlanabilmektedir (Şekil 18). Alternatif olarak, bu gibi karışımlar yüksek yük taşıma özelliklerinin gerektirmediği, hizmet yolları veya yol kenarı toprak setleri gibi yol inşaatı ve arazi işleri için kullanılabilir. Açık bir şekilde, tekniğin uygunluğu kararlı hale getirci bir malzemenin bol miktarda tedarik edilmesine bağlı olmaktadır. Sönmemiş kireç genel olarak çimentoculardan tedarik edilebilmektedir ve atık içerisindeki suyla tepkimesinin meydana getirdiği ısının petrolün akışmazlığını azaltma, bağlanmayı kolaylaştırma faydasına sahiptir. Çimento zeolit, toz haline getirilmiş yakıt kül atığı gibi başka malzemeler ve ticari olarak mevcut olan bazı ürünler de uygulanabilmektedir.

Bağlayıcı etken maddenin en iyi seviyeye getirilmiş miktarı esasen petrol miktarından ziyade su içeriğine bağlı olmaktadır ve bu tecrübeyle elde edilebilmektedir. Sönmemiş kireç için, gerekli olan miktar genellikle işleme tabi tutulacak olan hacimli malzemenin ağırlığının %5'i ve %30'u arasında olmaktadır. Arıtma ya da merkezi bir tesiste veya kazara dökülmenin olduğu yerde gerçekleştirilebilmektedir. Bir arıtma merkezinde, etmek madde kesintisiz bir süreçte atık ile karıştırılabilmektedir. Bu yöntem kesintisiz varilli bir karıştırıcı gibi pahalı donanımların kullanımını gerektirmektedir. Beton karıştırıcılar kullanılarak benzer miktarlar bir seri işlemde arıtılabilmekle birlikte işlemin meydana getirdiği ısı ve tepkimenin aşındırıcı niteliği kullanımlarını imkansızlaştırabilmektedir.

Alternatif olarak, atık 30 cm'ye kadar tabakalar halinde nihai bertaraf yerinde işleme yataklarına yayılabilmektedir



ve kireç içeren bir tozlaştırıcı karıştırıcı kullanılarak karıştırılabilmektedir. Arıtmayı müteakip, atık ya yerinde bırakılmaktadır ya da yere serilmekte veya katı atık sahasına gönderilmektedir. Yeterli arazinin mevcut olması kaydıyla, bu daha uygun maliyetli bir yöntem olabilmektedir.

Bazen karışımın tanker kamyonlarından ziyade örneğin üstü açık kamyonlarda veya çöp konteynirlerinde daha kolay bir şekilde taşınabilmesi amacıyla kazar dökülmenin olduğu yerde çukurlarda ilk karıştırma işleminin gerçekleştirilmesi tercih edilebilir olmaktadır. Nihai arıtma işlemi daha sonra uzman donanımlar kullanılarak daha büyük bir kabul tesisinde gerçekleştirilebilmektedir.

Bu teknik, çok fazla miktarda aşındırıcı toza yol açabilmektedir ve mümkünse arıtma alanının bitişikteki alanlara yayılmasını en aza indirmek amacıyla seçilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, işletme personelinin deri, akciğerler ve gözleri korumak için koruyucu elbise giymesi ve yüz maskeleri takması önem arz etmektedir. Karıştırma sonrasında, malzeme yol inşaatında kullanılacak olursa, yol yapım donanımları kullanılarak sıkıştırma esastır.

## Çöp fırınında yakma

Bazı durumlarda, kazara yeni dökülmüş olan, yüzeyde yüzen petrol tabakasının yerinde yakılması büyük miktarlarda petrolün hızlı bir şekilde ortadan kaldırılması için başarılı bir yöntem olabilmektedir. Bununla birlikte, kazara dökülen petrol denizde kısa bir süre sonra uçucu bileşenlerini kaybetme eğiliminde olmaktadır be alışılğıeldik biçimde yüksek bir oranda su almaktadır. Sonuç olarak, sahilde karaya oturmuş olan petrolün yakılması öncelikle su içeriği azaltılmadan, özellikle de petrol uzun bir süre boyunca denizde kalmışsa zor olabilmektedir. Kontrol altına alınmamış petrolün veya yağlı döküntünün sahilde doğrudan yakılması çok uzak alanlar

dışında tavsiye edilmemektedir çünkü ortaya çıkan yangın ve yoğun dumanın kontrol altında tutulması zor olabilmektedir. Petrol açık havada arazide yakıldığında, yayılma ve toprak içerisine emilme eğiliminde de olmaktadır. Buna ilaveten, katranlı bir artık tamamen yanmanın elde edilmesi nadiren mümkün olduğundan olduğu gibi kalabilmektedir.

Bu sorunların üstesinden atığı yüksek sıcaklıklarda kontrollü yakan bir çöp yakma fırını kullanılarak gelinebilmektedir. Uzak yerlerde, özellikle tıbbi atıkların yakılması için seyyar çöp yakma fırınları geliştirilmiştir. Bununla birlikte, yerel mevzuat ve çevresel kaygılar bu gibi cihazların sahil şeridi üzerindeki yağlı atığın yakılması için kullanımını yasaklayabilmektedir ve sadece küçük partiler halinde küçük ölçekli atıklara uygun olabilmektedirler. Daha büyük bir ölçekte, çimento fabrikaları ve sanayi türü fırınlar yağlı atığın büyük atıkların kaldırılması gibi teknik kısıtlamalar ve atıkta ağır metaller, klor ve kükürt ile ilgili sorunlara tabi olarak yağlı atığın yakılıp kül edilmesinin etkili bir yolu olmaktadır.

Bir çimento fabrikasında eş zamanlı olarak yakıp kül haline getirme de uygun maliyetli bir bertaraf yöntemidir çünkü yeterli kalori değerine sahip olan atık fırının yakılması için başka bir şekilde gerekli olabilecek olan yakıtın bir ikamesi olarak kullanılabilir. Buna ilaveten, atığın yakılmasının sonucu olarak ortaya çıkan kül alışılğıeldik biçimde alüminyum, silis, kili ve çimento imalatı için ham madde besleme akışının içerisine ilave edilen başka mineraller sağlamaktadır. Bununla birlikte, kabul edilen yağlı atığın türü sınırlıdır ve çimento fabrikaları genellikle sahil şeridinden uzakta yer almaktadır, bu nedenle nakliye maliyetleri ve ikmallerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Genel bir kural olarak, evsel atık için kullanılan çöp yakma fırınları büyük miktarlarda petrolün bertarafı için uygun olmamaktadır çünkü deniz suyunun klorları çöp yakma

	Faydaları	Olumsuzlukları
<b>Tekrar işleme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Petrolün kalori özelliklerinin kullanımı sayesinde geri dönüşüm.</li> <li>Kalıcı depolama gerekmemektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Petrol bulaşmış olan atık işleme öncesinde arıtma gerektirebilmektedir.</li> <li>Tesisler ve işleme kapasitesi sınırlıdır.</li> <li>İşlenmeyi beklerken atığın uzun vadeli depolanması gerekli olabilmektedir.</li> </ul>
<b>Kararlı hale getirme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ulusal mevzuat genellikle, kararlı hale getirilmiş petrol bulaşmış malzemenin daha kolay bir şekilde bertarafına olanak sağlamaktadır.</li> <li>Kararlı hale getirilmiş petrol bulaşmış malzemenin kullanımı sayesinde geri dönüşüm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sadece petrol bulaşmış kum,ince çakıl ve sınırlı boyutta döküntünün olduğu çakıl taşları için uygundur.</li> <li>Petrol bulaşmış malzemenin arıtılması teknik bilgisi iyi olan personel ve uygun kabul tesisleri ve donanımları gerektirmektedir.</li> </ul>
<b>Çöp fırınında yakma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Birçok petrol bulaşmış malzeme türü için uygulanabilmektedir.</li> <li>Kalıcı depolama gerekmemektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bertaraf işlemi nispeten pahalıdır.</li> <li>Uygun tesisler ve işleme kapasitesi sınırlıdır.</li> <li>Atığın uzun vadeli depolanması gerekli olabilmektedir.</li> </ul>
<b>Karasal çiftçilik veya gübre haline getirme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğal biyolojik bozunma sürecini geliştirmektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uygun alanların bulunması gün geçtikçe daha da zor olmaktadır.</li> <li>Gerekli olan arazinin alanının büyük olması nedeniyle sadece nispeten küçük boyutlu kazara dökülmelere uygulanabilmektedir.</li> <li>Petrol bileşenlerinin tamamı bozunamayabilmektedir.</li> <li>Süreç yavaştır, düzenli aralıklarla toprağın sürülmesi ve gözlem gerektirmektedir.</li> </ul>
<b>Arazi doldurma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organik atık bir toprak dolguda doğal bir biçimde biyolojik olarak bozunabilmektedir.</li> <li>Büyük miktarlarda atığın hızlı bir şekilde üstesinden gelebilmektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yerel mevzuata bağlı sınırlı uygulama.</li> <li>Tehlikeli atık için belirtilen sahalarda enderdir ve yüksek ücretler talep edilmektedir.</li> <li>Birçok atık türünün uzun bir süre boyunca mevcudiyetini devam ettirmesi olasıdır.</li> </ul>

▲ Tablo 2: Petrol ve döküntünün arıtılması ve bertarafı için alışılğıeldik biçimde mevcut olan seçeneklerin faydalarının ve olumsuzluklarının bir özeti.



▲ Şekil 19: Evsel atıkla birlikte eşzamanlı olarak bertaraf için büyük bir sanayi türü çöp yakma fırınının yükleme bacasının içerisine beslenmekte olan petrol bulaşmış çuvallar.

fırınının altyapısının pas veya kimyasal maddeden ileri gelen çürümesine neden olabilmektedir. Diğer atıklarla birlikte düşük miktarlarda yağlı atığın eşzamanlı olarak bertarafı bazı tesislerde kabul edilebilmektedir fakat petrol bulaşmış atığın petrol bulaşmamış atıktaki hacmi yakıp kül haline getirme sıcaklığının kontrol altında tutulması amacıyla dikkatli düşünme gerektirecektir. Petrol bulaşmış olan koruyucu elbiseler, emici maddeler, ağ malzemeleri veya düşük petrol içeriğine sahip olabilecek başka malzemeler genellikle bu şekilde işleme tabi tutulmaktadır. Sanayi türü yüksek sıcaklıkta atık yakma fırınlarının tuzlara karşı daha dayanıklı olması muhtemel olmakla birlikte sayıları azdır ve ülkenin uzak kısımlarında yer alabilmektedir. Büyük miktarda yağlı atığın meydana getirdiği en yükün hızlı bir şekilde üstesinden gelmeye yeterli kapasiteye sahip olmayabilmektedirler. Bununla birlikte, uzun vadeli depolama alanı mevcutsa, bu yağlı atığın atık akışıyla kademeli olarak birleştirilmesine olanak sağlayabilecek olan kabul edilebilir ve etkili bir bertaraf yolu olabilmektedir.

Sıcak etkisiyle erime, atığın oksijen yokluğunda gaz ve katı artıklar şeklinde ısıl olarak bozunması büyük bir vaka boyunca kullanılmış olan başka bir işlem olmakla birlikte bu tesislerin sınırlı olduğu uzman ve pahalı bir işlem olmaktadır.

## Karasal çiftçilik ve gübre haline getirme

Petrol ve yağlı atıklar yeterli süre verildiğinde genellikle biyolojik süreçler yoluyla (biyolojik bozunma) parçalanacaktır. Bununla birlikte, bunun ortaya çıkma hızının uygulanabilir kısa vadeli bir temizlik seçeneği olması için çok yavaş olduğu ortaya çıkmaktadır. Mikro organizmalar tarafından biyolojik bozundurma sadece petrolün arazide nemli bir alt katmanla karıştırılabilmesi için bir petrol-su arayüzünde gerçekleşebilmektedir. Bozunma hızı sıcaklığa ve oksijen, nitrojen ve fosfor mevcudiyetine bağlı olmaktadır. Reçineler ve asfaltlenler gibi bazı petrol bileşenleri bozunmaya karşı dirençli olmaktadır ve uzun süreler boyunca mevcudiyetlerini sürdürebilmektedir.

Biyolojik ıslah, petrolün mikropla parçalanmasını hızlandıran yöntemler için kullanılan terimdir. Böyle bir yöntem, petrol ve döküntünün belirtilen bir arazi alanına yayıldığı karasal çiftçiliktir. Birçok yıl boyunca, petrol rafinerileri yağlı atıkları ele almak için karasal çiftlikler inşa etmiştir fakat git gide artan bir şekilde mevzuat kullanımını sınırlandırmaktadır ve karasal çiftçilik için uygun olan sahaların bulunması zorlaşmaktadır.



▲ Şekil 20: Katı atık sahası tesisi. Petrol yoğunlukları düşük olan atık dikkatli bir şekilde kontrol edilen koşullar altında evsel atıkla birlikte yerleştirilebilmektedir.

Karasal çiftçiliğin sadece nispeten küçük çaplı kazara dökülmelere uygulanabilmesi mümkün olmaktadır çünkü geniş bir arazi alanı gerekmektedir ve bozunma hızları çok düşüktür. Kirlenmiş malzemenin nispeten düşük bir petrol içeriğine sahip olması gerekmektedir ve en uygun bir şekilde seçilen arazinin değerinin düşük olması, içme suyu temin yerlerinden çok uzakta yer alması ve sızdırmaz olması gerekmektedir. Üst toprak tabakasının öncelikle bir kesek kırma makinesi aracılığıyla gevşek hale getirilmesi ve alanın etrafına herhangi bir petrol akıntısını kontrol altına almak için set çekilmesi gerekmektedir. Yağlı döküntü daha sonra 20 cm'den daha fazla olmayan bir derinlikte yüzey üzerine yayılmaktadır, azami uygulama hızı arazinin hektarı başına yaklaşık olarak 400 ton olmaktadır. Petrolün bir pulluk veya bir döner kazıcı kullanılarak toprakla derinlemesine karıştırılmadan önce artık yapışkan olmayıncaya kadar hava etkisiyle aşınmaya bırakılması gerekmektedir. Havalandırmanın ve dolayısıyla biyolojik bozunma hızının artırılması için karıştırma işleminin aralıklarla tekrarlanması gerekmektedir. Biyolojik bozunma hızlarının artırılması için gübreler de ilave edilebilmektedir. Karasal çiftçilik teknikleri kullanılıyorsa, çok hızlı bir şekilde parçalandıklarından sentetik malzemeler yerine temizlik çalışması boyunca saman, turba veya ağaç kabuğu gibi doğal soğurucu maddelerin kullanımı tercih edilmektedir. Ahşap ve büyük kaya parçaları gibi büyük maddelerin kaldırılması gerekmektedir. Petrolün çoğunluğu bozunduğunda, petrolün ağaçlar ve çimenler dahil olmak üzere geniş bir çeşitlilikte bitkiyi destekleyebilmesi gerekmektedir. Mahsuller büyümüşse, ağır metal içeriği için dikkatli bir şekilde gözlemlenmeleri gerekmektedir.

Bozunmanın geliştirilmesi için başka bir etkili araç özellikle kirlenmiş deniz yosunu için ve doğal soğurucu malzemeler için gübre haline dönüştürme tekniklerinin kullanılmasıdır. Karışımların nispeten düşük seviyelerde petrol içermeleri kaydıyla, gübre haline getirmenin kolaylaştırılması için yığınlar halinde istiflenebilmektedirler ve bozunmanın hızlandırılması için hava uygulanarak bazı başarılar elde edilmiştir. Yığınlar gübre haline getirme işlemi boyunca üretilen ısıyı dışarıya vermediklerinden, teknik karasal çiftçilik yoluyla bozunmanın yavaş olduğu daha soğuk iklimlerde özellikle uygun olmaktadır.

Ticari olarak mevcut olan biyolojik ıslah etken maddelerinin ve gübrelerin kullanılması, petrolün doğal yollarla bozunmasının hızlandırılması için bazı durumlarda uygun olabilmektedir. Bununla birlikte, kullanımlarının faydalarının uygun maliyetli olmasının sağlanması için dikkatli bir şekilde kullanılmaları gerekmektedir.



## Arazi doldurma

Özel olarak gösterilen katı atık sahalarında yağlı atığın bertarafı en yaygın olarak kullanılan yöntemdir ve buna rağmen bu günümüzde birçok ülkede yasalarla yasaklanmıştır, bir kazara dökülme durumunda meydana gelen atık miktarlarının üstesinden gelmek için tek gerçekçi seçeneği sunmaktadır. Katı atık sahaları genellikle belirli koşullar altında ruhsatlandırılmaktadır ve atığın kabulü belirli atık türleri ve hacimleriyle veya kirletici madde yoğunluğunun belirli bir eşiğin altında olduğu atıkla sınırlandırılmaktadır. Bazı ülkelerde, petrolün kirlettiği atığın tehlikeli atıklar için belirtilen bir sahada bertaraf edilmesine ihtiyaç olacaktır. Bu sahaların sayısı alışlageldik biçimde azdır ve etkilenen sahil şeritlerinden hatırı sayılır bir mesafede olabilmektedirler.

Doğrudan bertarafın kabul edilebilir olduğu hallerde, bertarafı planlanan malzemenin sızıntıdan kaynaklı ikincil bir kirlenmenin önlenmesi için düşük bir petrol içeriğine sahip olması gerekmektedir. Tam içerik yere göre değişiklik göstermektedir. Yağlı atık bertarafı için sahaların özellikle evsel veya sanayi kullanımına yönelik olarak ayrılmışsa, yeraltı suyunun kirlenmesi tehlikesinin önlenmesi için çatlaklı veya gözenekli katmandan çok uzakta yer alması gerekmektedir. Petrolün ve evsel atığın eşzamanlı olarak bertarafı bazı ülkelerde kabul edilebilir olmaktadır (*Şekil 20*) çünkü petrolün çok az sızıntı yapma eğilimiyle birlikte tüm evsel atık türleriyle kararlı bir şekilde soğurulmuş bir şekilde kaldığı görülmektedir. Yağlı atığın suyun serbest bir şekilde boşalmasına olanak sağlanması için ya 0.1 metre kalınlığında yüzey şeritleri ya da 0.5 metre derinliğinde hendeklerde evsel atıkların en az 4 metresinin en üst kısmında çökeltilmesi gerekmektedir ve yandan geçen taşıtlar tarafından sıkıştırmaya tabi olduklarında petrolün yüzeye çıkmasının önlenmesi için en az 2 metrelik evsel atıkla kaplanması gerekmektedir.

## Acil durum eylem planları

Acil durum eylem planlarında, yağlı malzemenin farklı miktarları ve türlerinin ele alınması için mevcut olan bertaraf seçeneklerinin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Planların kapsam olarak yerel olması gerekmektedir çünkü benimsenen temizlik ve bertaraf yöntemleri ulusal ve yerel atık mevzuatına ilaveten ham maddelerin, donanımların ve kazara dökülmenin olduğu yere yakın uygun bertaraf sahalarının mevcudiyetine büyük ölçüde bağlı olacaktır. Planların mevzuata bazı kullanım seçeneklerini etkileyebilecek olan değişikliklerin dahil edilmesi için düzenli olarak güncellenmesi gerekmektedir. Petrol geri kazanım ve/veya işleme işlemlerinde uzmanlaşan müteahhitlerin iribat bilgilerinin ve atığı kabul edebilecek olan rafinerilerin, çöp yakma fırınlarının ve diğer tesislerin yerlerinin ve kapasitelerinin planın Bilgi Dizinine dahil edilmesi gerekmektedir.

Acil durum eylem planlaması sürecinin bir parçası olarak gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde kazara dökülmelerin daha olası olduğu ve petrolün kıyıya gelebileceği alanlar tespit edilecektir. Bu yüksek risk altındaki alanlara yakın olan, atıkların geçici olarak depolandığı sahaların bir ilk aşamada tespit edilmesi gerekmektedir. Nihai bertaraf sorununa daha sonra her bir bertaraf yolunun kapasitesinin aşılmasının önlenmesi için kademeli olarak yaklaşılabilir. Arazi sahipleriyle ve düzenleme makamlarıyla ön mutabakat kazara bir dökülme meydana geldiğinde depolama sahalarının inşasını basitleştirecektir. Acil durum eylem planlaması hakkındaki ayrı bir ITOF kitapçığında daha fazla kılavuz bilgi verilmektedir.

## Anahtar noktalar

- Petrolün veya yağlı atığın bertarafı özellikle büyük miktarlarda birleşik döküntü olma olasılığı olduğunda bilhassa sahil şeridi temizliğini müteakip büyük bir sorun olmaktadır. Bu nedenle, acil durum eylem planı hazırlanması boyunca atık bertarafının göz önünde bulundurulması temel teşkil etmektedir.
- Petrol ve yağlı atıkların ele alınması için çeşitli teknikler geliştirilmiş olmasına rağmen birçoğu sınırlı uygulama ve kapasiteye sahip olmaktadır. Büyük çaplı bir kazara dökülme durumunda, tüm seçeneklerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.
- Atık arıtma hakkında verilen kararlar en iyi şekilde bir vakanın başlangıcında verilmektedir ve meydana gelmesi muhtemel olan atık türleri ve miktarının gerçekçi beklentilerini temel alması gerekmektedir.
- Olası atık toplama veya bertaraf güzergahları belirlenirken, yerel atık mevzuatına riayet edilmesi ve ilgili makamlara danışılması gerekmektedir.
- Geçici depolamanın mevcudiyetinin petrolün denizde veya sahilde toplanması ve nihai bertarafı arasında bir tampon olarak hareket etmek için kazara dökülme riskinin yüksek olduğu alanlarda önceden belirlenmesi gerekmektedir.
- Farklı atık akışlarının mevcut olduğu hallerde, atığın toplama noktasından tecrit edilmesi gerekmektedir.
- Kullanılabilir petrolün toplanmasının uygulanabilirliğinin bertaraf öncesinde incelenmesi ve atığın kalori değeriyle ilgili olarak bir miktar itibarın sağlanmasının üzerinde düşünülmesi gerekmektedir.
- Petrolün imhasına yol açan teknikler daha fazla maliyetli olma ihtimalleri olmasına rağmen atık bertaraf sahasına tercih edilebilmektedirler.
- Yükleme-boşaltma ve nakliye dahil olmak üzere bertaraf maliyetlerinin bir kazara dökülmeye müdahalenin genel maliyetinin çok önemli bir bileşeni olması muhtemeldir.

## 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)