

Petrol tankeri kazaları ve neden olduğu çevre kirliliği

Petrol ve türevlerinin kullanımına bağlı çevresel kirliliğin dışında, taşınması sırasında yaşanan büyük tanker ve platform kazalarından kaynaklanan küresel ölçekteki çevresel kirliliğin yaşanması kaçınılmaz olup, bu kazaları önlemeye ve kirliliği temizlemeye yönelik yöntem arayışları da devam etmektedir.

Nazan YALÇIN ERİK

Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji
Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

nyalcin@cumhuriyet.edu.tr

20. yüzyılda Dünya ticaretine damgasını vuran ham petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarının uluslararası sularda aranması, işletilmesi, özellikle de taşınması, zaman zaman küresel ölçekte birçok çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. 21. yüzyılda da uluslararası ikili ilişkilerin ve savaşların en önemli gerekçesi olan ham petrol ve türevi enerji kaynakları, yerine konulacak alternatifleri bulununcaya kadar, ülkelerarası ilişkilerde bir stratejik silah olarak kullanılmaya devam edecek görünmektedir. Petrol ve türevlerinin kullanımına bağlı çevresel kirliliğin dışında, taşınması sırasında yaşanan büyük tanker ve platform kazalarından kaynaklanan küresel ölçekteki çevresel kirliliğin yaşanması kaçınılmaz olup, bu kazaları önlemeye ve kirliliği temizlemeye yönelik yöntem arayışları da devam etmektedir.

GİRİŞ

Ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmişlik göstergelerinden birisi de kişi başına düşen tüketilen enerji miktarıdır. İnsanoğlunun günümüzde olduğu gibi, hiç şüphesiz, gelecekte de en önemli ihtiyaçlarından birisi enerji olacaktır. Mevcut enerji kaynaklarının başında gelen ham petrol ve doğalgaz kaynaklarınca zengin ülkeler, bunları önemli bir stratejik silaha dönüştürmektedir. Ham petrol ve doğal gaz hem ihraç eden hem de ithal eden ülkelerin ticaret hacminde önemli bir yer tutmaktadır (1).

ABD Enerji Bakanlığına bağlı Enerji Enformasyon İdaresinin (EIA) ve İngiliz petrol şirketi BP'nin verilerine göre, 2014 yılı sonu itibariyle dünyada kanıtlanmış petrol rezervleri 1 trilyon 688 milyar varildir. Bu rezervlerin % 47,9'u Orta Doğu, % 19,5'i Güney ve Orta Amerika, % 8,8'i Avrupa ve Asya, % 7,7'si Afrika, % 13,6'sı Kuzey Amerika ve yüzde 2,5'i ise Asya-Pasifik bölgesindedir (2).

Kanıtlanmış petrol rezervlerinde ilk sırayı 298,3 milyar varille Venezüella alırken, 265,9 milyar varille Suudi Arabistan ikinci sırada, 174,3 milyar varille Kanada üçüncü, 157 milyar varille İran dördüncü, 150 milyar varille Irak beşinci ve 101,5 milyar varille Kuveyt altıncı sırada bulunmaktadır. ABD ise rezerv açısından 44,2 milyar varille 11'inci sıradadır (3). Günlük Petrol üretiminde ise Rusya 9,9 milyon varille ilk sırada iken, Suudi Arabistan ve ABD, İran, Çin ve Kanada da üretimde önemli paya sahip ülkelerdendir. Petrol rezervlerinin Orta Doğu ve Meksika Körfezi başta olmak üzere belli coğrafyalarda yoğunlaşması ve dünyadaki diğer tüm ülkelerin petrol ihtiyacını karşılayabilmesi için ham petrol veya işlenmiş ürünlerinin uluslararası sularda taşınmasını gerektirmektedir. Bu süreçte en büyük pay ise deniz taşımacılığının olmuştur(4). Petrol ihracat ve ithalatındaki artış, doğal olarak deniz yolu ile petrol taşımacılığının büyümesine ve buna bağlı olarak birçok sorunu da beraberinde getirmiştir(5). Bu sorunlardan biri ve en önemlisi taşımacılıkta kullanılan tankerlerin yol açtığı kazaların neden olduğu petrol kirliliğidir.

Günümüzde dünya ticaretinin yaklaşık % 80'i, Avrupa dış ticaretinin %70'i, iç ticaretin ise %41'i deniz yolu ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca dünya petrol taşımacılığının %20'si Akdeniz üzerinden

yaşanmaktadır. Diğer bir ifade ile Akdeniz'de günlük 360 milyon ton dolayında ham petrol taşınırken, UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) verilerine göre, dünya ölçeğinde 100-150 bin ton petrol bu taşıma sırasında denize karışmaktadır.

Gemilerin ve özellikle de petrol tankerlerinin normal faaliyetlerinin sonucunda oluşan petrol kirliliğinin ise başlıca iki nedeni bulunur. İlki, tankerlerin balast (safra) suyunu boşaltması, diğeri ise yük ve yakıt tanklarının temizlenmesinden kaynaklanan kirliliktir. Zira normal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilikten çok daha büyüğü, Tanker ve platform kazalarından kaynaklanmaktadır. Tanker hacimlerinin büyüklüğü, daha büyük felaketlere neden olmakta ve alınan tüm önlemlere rağmen günümüzde de bu tip kazalar devam etmektedir.

PETROL VE DENİZ KİRLİLİĞİ

Kara, deniz ve atmosferi de içine alan her türlü yaşam alanını kapsayan ve canlı küre (biyosfer) olarak tanımlayabileceğimiz çevrenin doğal yapısının, bileşiminin bozulması, değişmesi, böylece canlı organizmaların olumsuz yönde etkilenmesi "çevre kirliliği" olarak tanımlanır. Çevre kirliliği, özellikle 1850' li yıllardan itibaren, petrol ve petrol rafinasyon ürünlerinin yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla büyük bir ivme kazanmıştır. Petrol ürünleri gerek enerji için yakıt olarak kullanımı, gerekse birçok temel malzeme üretimi için hammadde özelliğinde olması ve bu malzemelerin (plastik, katran, ağır yağlar, kauçuk vs.) büyük bir hızla üretilip çevreye saçılması nedeniyle çevre kirliliğine büyük ölçüde sebep olmaktadır (6).

Bugüne kadar meydana gelen deniz kazaları yüzünden milyonlarca ton ham petrol bir o kadar deniz canlılarının ölümüne sebep olmuştur. Deniz kirliliğinden en çok etkilenen canlılar ise ekosistemdeki maddesel döngülerin devamını sağlayan mikroorganizmalar ve av-avcı dengesini sağlayan yırtıcı canlılardır. Döngülerin altüst olması aynı zamanda deniz bitkilerinin fotosentez yapmasını da engellemektedir.

Denizdeki petrol bileşiklerinin kaynağı; tanker kazaları, balast suyu boşaltma, gemi trafiği, rafineri tesisleri, petrol yükleme veya boşaltma tesisleri, denizde petrol üretimi, karasal kirlilik, endüstri

ve egzoz gazlarıdır (5). Kaza yapan tankerlerden dökülen petrol, denizi doğrudan kirletirken, denizlerde yaşayan canlıların da toplu ölümlerine sebep olmaktadır (Şekil 1 a, b ve c). Denizde meydana gelen tanker ve platform kazaları sonucu ortaya çıkan büyük yangınlarla (Şekil 2 a, b) atmosfere karışan karbondioksit, kükürt dioksit vb çeşitli zehirli gazlar, hem hava kirliliğine, hem de yağmur/kar yağışlarıyla yeryüzüne ulaşarak karasal yaşam alanlarının da kirlenmesine yol açmaktadır.



(a)



(b)



(c)

Şekil 1 a, b ve c: Petrol kirliliğinden etkilenen canlılara ait birkaç örnek



Şekil 2 a ve b: Denizlerde meydana gelen büyük petrol tankeri/üretim platformu yangınlarından örnekler

Tanker kazası sonucunda sızan petrolün %16'sı suya, %15'i ise buharlaşarak atmosfere karışır. %22'si biyolojik olarak çözünür, %3'ü açık denizde toplu olarak kalır, %16'sı kıyıya vururken, %28'i su dibine çöker. Tanker ve boru hatları ile taşınan petrolün sızması, rafineri ve tanker kazaları sonucu meydana gelen bu tür kirlenmenin boyutu, genellikle petrol ile kaplanan alanların büyüklüğü ile değerlendirilmektedir. Petrol ve türevlerinin yoğunluğunun, deniz suyu yoğunluğundan ortalama % 10 daha az olması nedeniyle, su yüzeyinde kalan maddeler, sahile ulaşmaya kadar bu konumlarını koruyamamaktadır.

Bu tip ürünlerin uçucu kısımlarının buharlaşması nedeniyle, hacimleri azalır ve geri kalan kısım emülsiyon süreci sonunda suya karışıp, fotooksidasyon ve oksidasyon ile ayrışır. Böylece petrol ve türevlerinin, denize dökülmelerinden birkaç ay sonra hacim olarak % 85' i azalırken, kalan kısım siyah yoğun katranimsı bir madde olarak dibe çöker veya sahile vurur (Şekil 3 a, b, c ve d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3 a, b, c ve d: Deniz ve sahillerdeki ham petrol

ve/veya türevlerinden kaynaklanan yüzey ve kıyı kirliliğine birkaç örnek

Petrol ürünlerinin kıyıya yakın alanlarda denize karışması halinde; yukarıda anlatılan reaksiyonların tamamlanması için yeterli zaman olmadığı için, kıyıda değdikleri tüm yüzeylerde yapışkan bir tabaka oluştururken, petrol ürünlerinin toksik özellikte olması, düşük kaynama noktalarına sahip bazı bileşiklerin sularda canlıların bir kısmında anestezi ve narkotik etki yapmasına da neden olur (7). Bunların dışında petrol ve türevlerinin, suların yüzeyinde oluşturduğu tabakalar nedeniyle;

Işığın suyun derinliklerine iletilmemesi ve sonuçta ortamdaki fotosentezin oluşumu engellenir,

Oksijenin az veya yetersiz olması nedeniyle, alt düzeylerdeki canlıların yaşamsal faaliyetleri durur ve/veya mikro/makro canlı ölümleri gerçekleşir, Özellikle üreme ve yumurta alanları, verimli kıyılar ile fitoplanktondan başlayıp en üst beslenme seviyesine kadar giden besin zincirinde önemli etkiler gelişir,

Dalıcı ve yüzücü kuşların; tüylerinin birbirine yapışarak, uçuş yeteneklerinin ve soğuğa karşı olan dirençlerinin azalmasına (Şekil 1-c), giderek kaybolmasına neden olmaları da önemli zararlar arasında sayılabilir.

Deniz kirliliğine neden olan faktörlerin başında petrol/petrol ürünleri ile bilinçli veya bilinçsiz olarak dökülen milyonlarca ton çöp gelir ki bunlar arasında en büyük pay petrol türevli plastik ve sentetik bileşenlerdir (Şekil 4 a ve b).



(a)



(b)

Şekil 4 a ve b: Kıyılara ulaşan ham petrol ve türevlerinden kaynaklanan katı atık kirliliğine örnekler

Denize dökülen bir ton petrol, yayılarak 1200 hektarlık petrol kirinden oluşan bir örtü oluşturur. 50 bin tonluk bir petrol gemisi, her seferinde, denize 500 ton petrol akıtır (7). 1990 yılında başlayan Irak'ın Kuveyt'i işgali sonrası meydana gelen deniz ve atmosfer kirliliği, çevre açısından çok önemli zararlara neden olmuştur (Şekil 5).



(a)



Şekil 5 a ve b: 1990 lı yıllarda Körfez Savaşında Irak ve Kuveyt'te yanan petrol kuyuları ve atmosfere karışan zehirli gaz ve dumanlar

Ham petrolün denize pompalanması, 750'den fazla petrol kuyusu ve rafinerinin yakılması, kimyasal-biyolojik silah depolarının ve üretim tesislerinin bombalanması bu deniz ve çevre felaketinin başlıca sebepleri arasındadır (8). Bu büyük facianın ilk etkileri isli yağmur biçiminde İran topraklarına ve ülkemizin güney ve güneydoğu bölgelerine düşmüştür. Bu olayda 45 milyon litre (250 bin varil) dolaylarında ham petrol denize dökülmüş ve bu petrol akıntısı 3000 kilometre uzunluğunda bir kıyı şeridini, denize doğru 800 km içerilere kadar etkisi altına almıştır. İlk birkaç ayda 90 değişik cinse ait 40.000 civarında deniz kuşu, binlerce deniz memelisi ve nesli tehlikede olan bir kartal cinsinin yüzlercesi ölmüştür.

SON 50 YILDA DÜNYA'DAKİ VE ÜLKEMİZDEKİ ÖNEMLİ PETROL TANKERİ VE PLATFORM KAZALARI

1973 İspanya'nın kuzeybatı kıyısında, Andros Patris'in omurgasında açılan 15 metrelik bir çatlak nedeniyle yaklaşık 50.000 ton petrol döküldü.

1975 Jacob Maersk'in Leixos Limanında (Portekiz) dibe oturması makine dairesinde bir patlamaya ve bütün geminin ateş almasına neden oldu. Dökülen petrol 20 mil uzunluğundaki sahili ve balıkçılık alanlarını kirletti ve toplam 88.000 ton petrol denize döküldü.

1976 Urquiola, İspanya'da La Coruna'ya doğru girerken dibe oturdu. 108.000 tonluk petrol sızıntısını patlamalar ve yangın izledi. Yayılan kirlilik özellikle kabuklu deniz canlılarına zarar verdi.

1977 Honolulu'dan 300 mil uzakta Hawaiian Patriot'un omurgasında 100 feet'lik bir çatlak oluştu. Petrolün denize sızması, büyük bir patlamaya neden oldu. Bir kişi öldü ve dökülen 99.000 ton petrol adalardan uzağa sürüklendi.

1978 Amaco Cadiz, kötü hava koşullarında Fransa'nın kuzey sahillerinde kaza yaptı. Gemi karaya oturduktan sonra 223.000 ton petrol döküldü.

1979 Betelgeuse, İrlanda'daki Bantry Limanı'nda petrol boşaltırken havaya uçtu. 64.000 ton petrol döküldü ve 50 kişi öldü.

1979 Atlantic Empress, Hindi Adalarının batısındaki Tobago açıklarında Aegean Captain ile çar-

pıştı. Gemiler çarpışmadan sonra ateş aldı. Kaza 29 ölümlle sonuçlandı ve Atlantic Empress taşıdığı 270.000 ton ham petrolle battı. Aynı zamanda Aegean Captain'dan da şiddetli sızma oldu.

1979 Burrnah Agate, yük gemisi Mimosa ile Texas açıklarında çarpıştı. Kazayı haftalarca süren yangın ve patlamalar izledi. Yaklaşık 10.000 ton petrol döküldü ve yandı. 32 kişi yaşamını kaybetti.

1979 93.000 ton petrol taşıyan Independenta tankeri ile kuru yük gemisi Evrialy, İstanbul Boğazi'nin güneyinde çarpıştı. Independenta'nın mürettebatından 42 kişi öldü ve gemi yanmaya devam ederek sahile sürüklendi. 94.000 ton petrolün 30.000 tonu yanarken, kalanı denize yayıldı ve 5.5 km'lik bir alanda yoğun kirlenme etkisi oluştu.

1983 Assami, 53.000 ton petrol ile yüklüken, Muscat-Umman açıklarında önemli bir kaza geçirdi ve petrol denize yayıldı.

1983 İspanya'ya doğru yol alan Castillo de Bellver, Körfez'den yüklediği 250.000 ton hafif ham petrolle, Saldanya Körfezi, Güney Afrika açıklarında alev aldı. Gemi büyük bir patlamadan sonra battı, üç kişi öldü ve petrol kıyıdan uzağa doğru sürüklendi.

1985 Nova, İran'ın 20 mil güneyinde, Körfez mevkiinde 70.000 ton petrol kaybı vererek battı.

1988 Odyssey, Nova Scotia'nın 700 mil açığında 132.000 ton petrol kaybederek battı.

1989 tarihinde Exxon Valdez, Alaska Körfezi yakınlarında Prince William Sound açıklarındaki buzdağından kurtulmak isterken kayalıklara çarp-

tı ve 306 bin varil ham petrol denize döküldü. Çıkan fırtına petrolün güneye doğru yayılmasına sebep oldu, kazanın 56. günü 870 km uzaklıktaki kıyı şeritleri bile petrole bulanmıştı. Bir yıl içinde milyonlarca kuş yok oldu, balık ve diğer birçok deniz canlılarının ölümüne sebep oldu (Şekil 6).

1989 Kharg V, Afrika'nın kuzey batı sahili açıklarında 70.000 ton ham petrol dökerek patladı.

1991 İtalya'nın Genova limanından dökülen 1 milyon varil petrol Akdeniz'de meydana gelen en büyük çevre kirlenmesi olarak tarihe geçti.

1991 Kuveyt petrol yangınları; Körfez Savaşı sırasında Kuveyt'i işgal eden Irak askerî birliklerinin, ülkedeki 750'nin üzerinde petrol kuyusunu ateşe vermesi ile başladı (Şekil 5). Petrol kuyularının çevresinde yer alan mayınlar sebebiyle itfaiye ekipleri gönderilemediğinden yangınlar giderek kontrol- den çıktı. Gün başına yaklaşık 6 milyon galonluk (950.000 m³) petrol kaybı yaşandı. Ancak 10 ay gibi bir sürenin ardından söndürülebilen yangınlar, ülkede büyük bir çevre felaketine yol açtı.

1991 ABT Summer, Angola'nın 700 mil açığında 260.000 ton petrol kaybı ile battı.

1991 Ro-Ro gemisi Moby Prince, 80.000 ton hafif ham petrol taşıyan Agip Abzurro'ya Livarno-İtalya'da demirlenmiş haldeyken çarptı. Arabalı vapur ateş aldı ve 143 kişi öldü. Yangın yedi gün devam etti ve orta dereceli deniz kirliliği geniş bir alanı etkiledi.

1991 144.000 ton ham petrol yüklü MT Haven, Cenova açıklarında demirlenmişken ateş aldı ve seri patlamalar geçirdi. Petrolün çoğu yangın sırasında tükendi, fakat 10.000 tonun üzerinde



(a)



(b)

Şekil 6 a ve b: 1989 da meydana gelen Exxon Valdez kazasının büyüklüğü ve kaçınılmaz sonuçları

petrol ve yanmış petrol artığı çevreye yayıldı.

1992 Aegean Sea, La Coruna-İspanya'da kötü hava koşullarında dibe oturdu. Gemi ikiye bölündü ve ateş aldı. 74.000 ton petrol döküldü ve büyük ölçüde çevresel zarar oluştu.

1993 MV Braer, İngiltere'nin kuzeyindeki Shetland Adalarının kayalıklarına çarparak parçalandı. 85.000 tonu bulan tüm petrol aktı ve balıkçılık alanları ile çevreye büyük zarar verdi; kıyıya uçan toz halindeki petrol serpintisi de çiftlik alanlarını kirletti.

1994 İstanbul boğazında Nassia ve Shipbroker kazalarının meydana gelmesi, 29 denizcinin ölümü ve 20.000 ton petrolün boğaza yayılması ile sonuçlandı.

1996 Sea Empress, Milford Haven (İngiltere)'de karaya oturdu. 65.000 ton petrol denize döküldü. Kıyı şeridinde ve balıkçılığa ciddi boyutlarda zararlar verdi.

1997 Tuzla Limanı'nda DWT TPAO tankerine onarım yapılırken çok büyük bir patlama oldu ve yangın çıktı. Tankerdeki ham petrol ve yağ, Tuzla Aydınlık Koyu'na yayılarak ciddi boyutlarda deniz ve çevre kirliliğine neden oldu.

1999 Volganefit-139 tanker kazasında gemi ikiye bölündü. 3086 ton petrol Florya ve Marmara denizine yayıldı. Benzer tipte bir nehir gemisi olan Volganefit-248 de 1999 yılında İstanbul boğazına girerken battı ve 1200 ton petrol denizine döküldü.

1999 Erika tankeri fırtınanın da etkisiyle parçalandı, 20.000 ton ağır petrol denize yayılarak Biskay körfezini ve Fransa kıyılarını tahrip etti, 150.000 deniz kuşu öldü. Ekosisteme etkisi nedeniyle Fransa tarihinin en kötü petrol faciası olarak tanımlandı.

2002 Gotia adlı gemiden 25 ton yakıt İstanbul Boğazı, Haliç ve Marmara'ya yayıldı. 2003 Svyatov Panteleymon, 423 ton yakıtla Anadolu fenerinde kayalara vurdu ve petrolü denize yayıldı.

2003 Tasman Spirit'in Umman Denizindeki kazasında 12.000 ton üzerinde petrol döküldü. 16 km'lik sahil şeridi kirlendi.

2004 Athos 1, Delaware nehrinde (ABD), 265.000 galon (yaklaşık 860 ton) ham petrol sızıntısına neden oldu.

2004 MV Selendang Ayu, Batı Alaska'da karaya oturdu, gemi ikiye bölündü ve 1.560 ton petrol denize döküldü.

2005 Mısır'ın kuzeyinde 44 mil açığında Singapur yük gemisi ile Marshall Adaları bandıralı petrol tankerinin çarpışması sonucu meydana gelen kazada, 15000 varil ham petrol Akdeniz'e döküldü.

2007 Cosco Busan, yoğun sisten dolayı San Francisco körfezinde köprüye çarptı ve 58.000 galon fuel-oil yayıldı. Buna benzer bir kaza aynı bölgede 11 yıl önce The Cape Mohican'dan yaklaşık 40.000 galon fuel-oilin yayılmasına neden olmuştu.

2007 Vinç mavnası ile M/V Hepei Spirit Güney Kore kıyılarında çarpıştı ve 2.8 milyon galon ham petrol denize döküldü. Taen kasabasının batısında 160 kilometrelik bir sahil şeridini etkileyen büyük çaplı bir kirlilik oluştu.

2007 Rusya'nın güneyindeki Karadeniz ile Azor denizini bağlayan Kerch boğazında şiddetli fırtına nedeniyle bir petrol tankeri dahil olmak üzere 11 gemi battı. Kaza nedeniyle 30.000 kuş petrole bulaşarak telef oldu ve ağır yakıtın denize dökülmesiyle deniz tabanında birikerek canlılara büyük zarar verdi.

2010 MT Bunga Kelana 3, Singapur Boğazı'nda yük gemisi ile çarpıştı. 2.000 ton petrol denize döküldü.

2010 Meksika Körfezi'ndeki Deepwater Horizon petrol platformundaki patlama sonucunda 11 işçi hayatını kaybetti ve 757 milyon litreden fazla petrol denize yayıldı (Şekil 7).

2010 MSC Chitra, Jawaharlal Nehru Limanında başka gemi ile çarpıştı. Ortalama 600 ton petrol döküldü.

2013 Tayland petro kimya şirketi PTT Global Chemical'a ait kıyı ötesi boru hattında sızıntı meydana geldi ve toplam 50 bin litre civarında ham petrolün aktığı belirtildi.

2013 29 Mart 2013'de ExxonMobil boru hattı



(a)



(b)

Şekil 7 a ve b: Meksika Körfezi'ndeki Deepwater Horizon petrol platformu kazası ve temizleme çalışmaları

ile Kanada ağır ham petrolünün Athabasca sahasından taşınması sırasında boruların bir kısmı yırtıldı. Yaklaşık $1,900 \text{ m}^3$ petrol ve su karışımı yayıldı. Bu alandaki evler ve yaşam alanları büyük zarar gördü.

2014 Shela Nehrinde (Sundarbans, Bangladeş), 350,000 litre petrol taşıyan Southern Star VII isimli tanker devrildi. Petrol yaklaşık 350 km^2 lik alana yayıldı.

DENİZLERE DÖKÜLEN PETROLÜ TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Denizlere herhangi bir nedenle yayılan petrolün temizlenmesi için bir takım işlemler uygulanmakta olup, gelişen bilimsel ve teknoloji bunun için yeni olanaklar yaratsa da felaketin canlılar üzerindeki zararlarını büyük ölçüde giderebilecek yeni teknikler halen araştırılmaktadır (8). Günümüzde uygulanan temizleme yöntemleri ise kısaca;

- Yakma: Kıydan uzak bölgelerde denize dökülmüş petrol yakılarak ortamdaki uzaklaştırılabilir fakat bu işlem uzun süredir denizde bulunan petrol için uygun değildir. Çünkü kolay yanabilen uçucu bileşikler zaten ortamdaki uzaklaşmıştır (Şekil 8a).
- Bariyerler ile Çevirme: Liman ve kıyılarda suyun durgun olması koşuluyla uygulanabilir. Dökülen petrolün etrafı yüzen borular ile çevrilir, yayılması engellenen petrol kepçeler ile temizlenir. Dalgalar bu yöntemi etkisiz kılabilir (Şekil 8b).
- Su Köpüğü Kullanma: Petrol kirliliği olan bölgenin etrafına ve altından verilen basınçlı

hava petrolün dağılmasını engeller, sığ sularda etkilidir (Şekil 9a).

- Kimyasal Madde Kullanımı: Açık denizlerde ve dalgalı koşullarda kullanılabilen bir yöntem olup, kimyasal madde ile petrolü muhafaza edebilen jelimsi bir dış tabaka ile petrolün etrafını çevirerek yapılır.
- Mekanik Temizleme: Gemiye monte edilmiş bir toplama sistemi ile yüzeydeki petrolün mekanik olarak toplanması yoluyla yapılır. Durgun denizde etkilidir ve toplanan petrol kullanılabilir (Şekil 9b).
- Mikroorganizma Ekme: Mikroorganizmaların hidrokarbonları parçalamasından yararlanır. Ortama uygun mikroorganizmaların ekilmesiyle petrolün ayrıştırılması hızlandırılır. Uygun şartlar olmadığında oksijen tüketimi artacağı için ekosisteme zarar verebilir, çok yaygın bir yöntem değildir.
- Sorbent Kullanma: Küçük miktarda petrol birikimlerini ortadan kaldırmak için kullanılan geleneksel ve eski bir yöntemdir.
- Çöktürme Metodu: Petrol birikimi olan bölgelerde ince kum, tuğla tozu gibi maddeler kullanılarak petrolün dibine çöktürülmesi sağlanır.
- Emülsiyon haline getirme: Bunun için çoğunlukla dispersanlar kullanılır, petrolün yüzey geriliminin düşürülmesiyle su katmanında küçük parçalar halinde dağılması istenir (Şekil 10). Bu şekilde dağılan petrol organizmalar tarafından ve fotolitik olaylarla kolayca parçalanabilir.



(a)



(b)

Şekil 8: Petrol sızıntısını temizleyebilmek için yapılan kontrollü yakım (a) ve bariyer ile çevirme işlemleri (b)



(a)



(a)



(b)



(b)

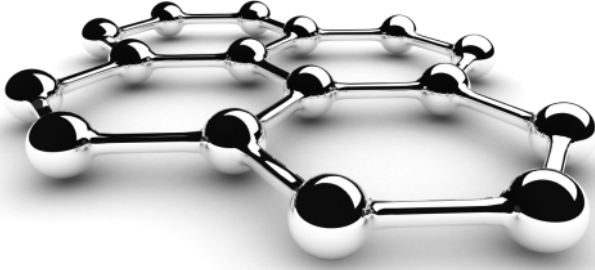
Şekil 9: Petrol sızıntısını temizleyebilmek için kimyasal madde- su köpüğü kullanımı (a) ve mekanik temizleme (b)

Şekil 10 a ve b: Tanker sızıntılarının emülsiyon haline getirilerek temizlenme çabası

Bunların dışında son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda Çin'in Zhejiang Üniversitesi'nde kütlesi cm^3 başına 0.16 miligram olan "Grafen aerojel" isimli bir madde geliştirildi. Bu madde

nin üretimi son derece kolay olduğu gibi, petrolü emme özelliğiyle dikkat çekmişti. Bir jelin sıvı bileşiğinin, bir çeşit gaz ile değiştirilmesiyle üretilen grafen aerojel, katı görünüme sahip olsa da son derece düşük bir kütleye sahiptir ve kendi ağır-

lığının 900 katı petrol emebilmektedir (1 gram aerojel, saniyede 68.8 gram organik bileşik emebilir). Bu da denizlerdeki petrol sızıntılarına karşı materyali çok önemli bir temizleyici haline getirmektedir.



(a)



(b)

Şekil 11 a ve b: Petrol kirliliği için yeni umut; grafen

DENİZ KAZALARI PETROL VE ÇEVRE KİRLİLİĞİNE YÖNELİK ULUSAL VE ULUSLARARASI BAZI YASAL DÜZENLEMELER

Petrol kaynaklı deniz kirliliğinin günümüzde olağanüstü boyutlara ulaşmış olması, kirliliğin önlenmesi bağlamında hem kıyı devletlerini hem de uluslararası toplumu yakından ilgilendiren bir konudur. 1920'li yılların başlarında Kanada, İtalya, İspanya, Portekiz ve Hollanda gibi ülkeler kendi limanları açısından petrol kirliliğinin önlenmesi için düzenlemeler öngörürken, 1922 yılında İngiltere, 1924 yılında da ABD kendi karasuları

açısından petrol kirliliğinin önlenmesine ilişkin kanunları kabul etmiştir. Konunun tek bir kanunda kapsamlı bir şekilde düzenlenmesinin en tipik örneği ise ABD'de kabul edilen 1990 OPA (Oil Pollution Act)'dır (9).

Denizlerle çevrili bir ülke olan Türkiye, deniz ulaşımından dünyanın en önemli geçiş bölgelerinden biridir. Marmara ve Akdeniz ise dünyanın en yoğun deniz trafiğinin yaşandığı alanlar olup, özellikle de yarı kapalı bir deniz olan Akdeniz, petrol kirlenmesine en çok maruz kalan deniz özelliği göstermektedir. Dünya petrol taşımacılığının %20'si Akdeniz üzerinden yapılmakta olup, günlük 360 milyon tondan fazla petrol Akdeniz üzerinden taşınmaktadır. UNEP'in verilerine göre de yılda 100-150 bin ton petrol de denize dökülmektedir.

Yıllık 50 milyon ton kapasiteye sahip olan Bakü-Tiflis-Ceyhan Petrol Boru Hattının devreye girmesi ise Akdeniz'i petrol kirliliği ile çok daha tehlikeli boyutlarda karşı karşıya getirmektedir. 28 Mayıs 2006'da Ceyhan'a ulaşan ve 4 Haziran 2006 tarihinden itibaren de dünya piyasalarına gönderilmeye başlanan petrol nedeniyle binlerce tonluk petrol tankerleri Doğu Akdeniz havzasından, Batı Akdeniz havzasında bulunan limanlara yönelmiştir. Doğu Akdeniz'den Batı Akdeniz'e giden en kısa güzergâh ise Türkiye'nin Akdeniz, KKTC ve sonra da Rodos ile Girit'in güney kıyısıdır. Diğer bir ifade ile Avrupa'ya milyonlarca ton petrol taşıyan tankerler Türkiye'nin güney kıyısından geçmeye başlamıştır. Bu nedenle Türkiye, gemilerden kaynaklanan petrol kirliliğinin önlenmesi sorunu ile artık çok daha yakından ilgilenmek zorundadır.

Türkiye, Akdeniz ve Karadeniz'in korunmasına ilişkin bölgesel sözleşmelerin dışında, Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşmeye (1973/78 MARPOL Sözleşmesi) 1990 yılında taraf olmakla yetinmiştir. 1992 Petrol Kirliliği Zararları Nedeniyle Hukuki Sorumluluğa İlişkin Sözleşme ve 1992 Petrol Kirliliği Zararlarının Tazmini İçin Uluslararası Fon Kurulmasına İlişkin Sözleşmeye ise 2001 yılında taraf olan Türkiye, 2003 yılında da 1990 tarihli Petrol Kirliliğine Karşı Hazırlıklı Olma, Müdahale ve İşbirliğine İlişkin Sözleşmeyi (1990 OPRC) onaylamıştır. İç hukuk mevzuatında da 1983 ta-

rihli Çevre Kanunu'nda 2006 yılında yapılan değişiklikler, ayrıca 2005 yılında kabul edilen Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına İlişkin 5312 Sayılı Kanun ile Kanun'un Uygulama Yönetmeliği önemli düzenlemelerdir.

SONUÇ

Enerji üretimi, nakli, dönüştürülmesi ve kullanımında mutlaka çevre faktörünü göz önüne alan bir ekonomik değerlendirme yapılmalıdır. Teknoloji ilerledikçe çevreyi koruma ve temizleme yöntemleri de geliştirilmekte, fakat bu gelişmeler çevre kirliliğinin artışı hızına yetişmemektedir.

Gerçek şu ki, özellikle petrol türevlerine alternatif olarak enerji kaynakları bulunamaz ve varolan alternatif (temiz enerji) enerji kaynakları da etkin olarak değerlendirilemez ve/veya kapasiteleri arttırılmaz ise deniz/çevre kirliliğinin aynı hızla devam etmesi kaçınılmazdır. Denizlerde oluşan tanker ve platform kazalarını önlemeye yönelik denetim ve kontroller arttırılmadığı takdirde, bu kazalara bağlı petrol kökenli deniz kirliliği etkilerinin uzun zaman diliminde ve ülke sınırlarına da bağlı olmadan ne yazık ki tüm canlı yaşamını etkilemesi söz konusudur.

KAYNAKLAR

- (1) Pamir, A. N., 2006, Stratejik Öngörü 2023 Enerji Güvenliği, Ankara, ASAM.
- (2) BP Statistical Review of World Energy, June 2014
www.HYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"bpHYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review".com/.../HYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"bpHYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"/...HYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"2014HYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"/HYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"BPHYPERLINK "http://www.bp.com/.../bp/...2014/BP-statistical-review"-statistical-review

- (3) http://www.petform.org.tr/?lang=trHYPERLINK "http://www.petform.org.tr/?lang=tr&a=2&s=3"&HYPERLINK "http://www.petform.org.tr/?lang=tr&a=2&s=3" a=2HYPERLINK "http://www.petform.org.tr/?lang=tr&a=2&s=3"&HYPERLINK "http://www.petform.org.tr/?lang=tr&a=2&s=3"s=3
- (4) OPEC-World Oil Outlook 2014
- (5) Türkmen, S., Şener, B., Arkan, Y., 2010, Türkiye karasularında petrol sızıntısı tehlikesine Karşın petrol temizleme gemisi ihtiyacı ve petrol Gemisi dizayn gerekleri, Gemi ve Deniz Teknolojisi, Sayı: 182, 7-12.
- (6) http://www.webhatti.com/biyoloji/60429-cevre-kirliligi.html
- (7) http://www.denizbilimi.com/otrofikasyon.html
- (8) Ceyhan, N., Esmeray, E., 2012, Petrol Kirliliği ve Biyoremediasyon, Derleme, 5 (1): 95-101
- (9) Abdullahzade, C., 2009. Gemilerden kaynaklanan petrol kirliliği: Türk hukukundaki son gelişmelerin değerlendirilmesi, Ankara Üniv. Hukuk Fak. Dergisi, c.58, s.4, 693-710.