

TOPRAKTA PETROL KİRLİLİĞİ

Ufuk ALTINBAŞ*, Erdoğan ALPER*

Petrolün üretimi, taşınımı ve kullanımı safhalarında meydana gelen kazalar sonucu, çevrede önemli ölçüde kirliliğe yol açtığı bilinmektedir. Denizde ve karada görülen petrol kirliliği, ortamdaki canlı hayatının tehlikeye girmesine, bazı türlerin yok olmasına, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kirlenmesine neden olmakta, yapısında bulunan uçucu bileşenlerin buharlaşması ile denizde ve karada yangın tehlikesine yol açabilmekte ve böylece doğanın ekolojik dengesini bozmaktadır.

Petrol Kirliliği ve Etkileri

Petrol kirliliğinin nedenleri araştırıldığında, petrolün üretimi ve nakli sırasında meydana gelen kazalardan kaynaklandığı görülmektedir. Denizde tanker taşımacılığı sırasında; karada ise üretim kuyuları, pompa istasyonları ve boru hatlarında oluşan arıza ve hasarlar sonucunda etrafa yayılan petrol veya ürünleri kirliliğe yol açmaktadır. 1960'lı yıllardan günümüze kadar büyük boyutlarda kirliliğe yol açan birçok petrol kazalarının meydana geldiği görülmektedir. Son yılların büyük kazalarına örnek olarak Meksika Körfezi, Antarktika ve Alaska'da meydana gelen tanker kazaları gösterilebilir. Bu kazaların önemli derecede denizde ve dalgalar yolu ile sahilde petrol kirliliğine neden olduğu görülmüştür.

Petrolün yapısında bulunan düşük kaynama noktasına sahip bileşiklerin ve aromatiklerin canlı organizmalar üzerinde zehirleyici, bazılarının ise kanserojen etkiye yol açtığı bilinmektedir. Bununla birlikte karadaki petrol kirlenmelerinde, bitkiler üzerinde görülen etkinin niteliği ve boyutu daha farklıdır. Petrol tabakası, bitkilerin üzerine ince film halinde kaplayarak oksijen difüzyonunu engellemekte ve bitki köklerine oksijen gitmesini önlemektedir. Bitki birkaç gün yeşil kaldıktan sonra sararmakta ve solunum yapamaz hale gelmektedir. Sonunda bitki, petrol kirliliğine direnç gösteremeyerek ölmektedir. Bu nedenle kirliliğin ilk aşamasında, petrolün bitkilere zehirli etkisinden çok, yarattığı fiziksel etkilerin zarar verdiği görülmektedir.

Petrol ile kirlenmiş topraklarda yeni bitkilerin ekilip yetiştirilmesi de oldukça zordur. Toprağa karışmış olan petrol ve ürünlerinin bitkinin filizlenmesini engellediği, toprağın yapısını ve su tutma özelliğini; değiştirerek ürünün verimini etkilediği bilinmektedir. TÜBİTAK - MAM Çevre Bölümü'nde bu konuda yapılmış olan bir araştırmada, petrol ürünlerini içeren atıklarla çalışılmıştır. Bu atıklar değişik miktarlarda topraklara karıştırılarak ayrı ayrı saksılara yerleştirilmiştir.



Şekil 1: Sera deneyleri.

rilmiş ve serada indikatör bitki olarak buğday ekilerek büyümeleri incelenmiştir. Hiç petrol olmayan 10 numaralı saksıda, bitki büyüme verimliliği yüksek iken, en yüksek petrol miktarının bulunduğu 1 numaralı saksıda, bitki büyüme veriminin en az olduğu görülmüştür (Bkz. Şekil 1).

Petrol, bitkilere olan zararlarının yanı sıra, toprağın fiziksel özelliklerini değiştirmekte, biyolojik aktiviteyi etkilemekte ve yapısındaki bileşiklerden dolayı kirlenmektedir. Aynı zamanda toprağın yapısına, dökülen petrol miktarına ve petrol viskozitesine bağlı olarak toprakta sızma oluşmakta ve yer altı su kaynaklarının kirlenmesine yol açabilmektedir. Sızma hızı, petrolün viskozitesine bağlı olarak hafif (düşük viskoziteli) petrol için kuru ve gözenekli toprakta, killi toprağa kıyasla daha yüksek olacaktır. Bu gibi durumlarda yer altı suyunun kirlenme olasılığı oldukça yüksektir. Buna karşılık ağır (yüksek viskoziteli) petrolün sızmasının zor, ancak yüzey alana yayılmasının daha kolay olduğu bilinmektedir.

Petrol ile Kirlenmiş Toprakların Arıtılması

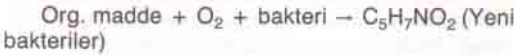
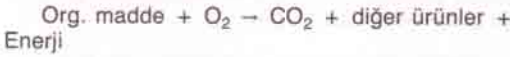
Petrol ile kirlenmiş toprakların arıtılması oldukça pahalı ve güç olup, uzun zaman gerektirmektedir. Bu işlemde, petrolün içeriği ve kirlendiği hacim, toprağın yapısı, mevsimsel özellikler göz önüne alınarak uygun arıtım yöntemleri denenmektedir. Örneğin, toprakta petrolün dağılımı, yüzeyde kalıp yaklaşık 5 cm derinliğe kadar sızmış ise, en pratik çözüm kirlenmiş toprağın yüzeyden toplanarak kaldırılmasıdır. Temizleme işlemi, petrolün yayılmış olduğu yüzey alanına bağlı olarak insan gücü ile veya mekanik ekipmanlar ile yapılmaktadır. Toplanan toprak, yakma fırınında yakılarak petrolden arıtılır veya kontrollü olarak araziye gömülerek uzaklaştırılır. Petrolün daha derinlere sızması durumunda ise kirlenmiş toprağın yüzeyden kaldırılıp atılması, çok geniş alanlar için pratik bir çözüm olmamaktadır. Bu gibi durumlarda daha uygun yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Köpük flotasyonu, absorpsiyon yöntemi, biyolojik arıtım, geliştirilmekte olan süperkritik gaz ekstraksiyonu vb. petrolün arıtılmasında kullanılan diğer yöntemlerdir. Ancak biyolojik arıtım kolay, ucuz ve çevre açısından emniyetli olması nedeniyle halen en yaygın kullanılan yöntemdir.

* TÜBİTAK - Marmara Araştırma Merkezi, Çevre Mühendisliği Bölümü.

Petrol ile Kirlenmiş Toprakların Biyolojik Arıtımı

Petrolün topraktan biyolojik yöntemlerle giderilmesinde, ortama herhangi bir yabancı madde ilavesi olmamakta ve arıtımı toprakta var olan mikroorganizmalar yardımı ile gerçekleşmektedir. Bilindiği gibi mikroorganizmalar, toprakta biyolojik aktiviteyi sağlayarak toprak verimliliğini artırmaktadırlar. Çeşitli yollarla toprağa karışan organik madde, metal ve anyonlardan oluşan bitkisel ve hayvansal materyalleri mineralize ederek, eğer varsa içindeki faydalı maddeleri bitkilerin kullanacağı forma dönüştürebilmektedirler (Bkz. Şekil 2).

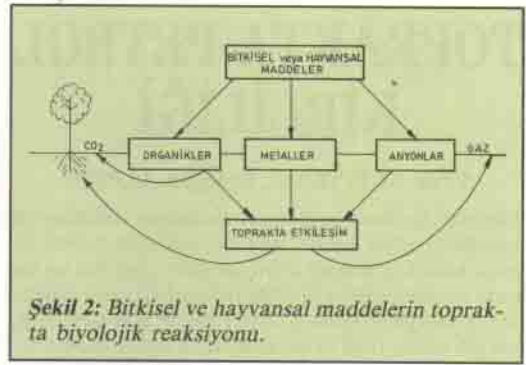
Mikroorganizmaların bu özelliklerinden yararlanılarak, toprağa karışan herhangi bir organik maddenin bu yolla arıtımı mümkün olabilmektedir. Aerobik mikroorganizmalar aşağıdaki eşitlikten de görüldüğü gibi oksijen bulunan ortamda organik maddeyi parçalar.



Burada organik maddenin bir bölümü enerji üreten proses ile oksitlenerek CO_2 ve H_2O ya dönüşürken, bir bölümü de yeni hücrelerin çoğalmasında karbon kaynağı olarak kullanılır. Mikroorganizmanın besin ihtiyacı toprağa, yapısında azot ve fosfor bulunan gübrelerin ilavesi ile sağlanmaktadır. Ortama gerekli oksijen ise toprağın sık sık sürülerek havalandırılması ile sağlanmaktadır.

Petrol gibi hidrokarbonların parçalanmasını sağlayan mikroorganizma türlerinin *Pseudomonas* türleri olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra karışık mikroorganizma türlerinin de aynı şekilde petrolü parçaladığı, literatürde yapılan çalışmalar sonucu bulunmuştur.

Toprakta gerçekleşen bu biyolojik reaksiyonun hızı, ortamın sıcaklığı, nem gibi iklimsel özelliklerin yanı sıra topraktaki mikroorganizma konsantrasyonuna, petrol miktarına, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, besin maddesi miktarına, mikroorganizma alışma süresine, ortamın oksijen konsantrasyonuna vb. diğer etkilere de bağlıdır. Bununla beraber toprakta meydana gelen biyolojik reaksiyonların hızının oldukça yavaş olduğu bilinmekte, bazı çalışmalarda bu sürenin beş seneye kadar çıktığı görülmektedir.



Şekil 2: Bitkisel ve hayvansal maddelerin toprakta biyolojik reaksiyonu.

Topraktaki petrolün giderim hızını yalnızca biyolojik reaksiyonla ifade etmek hatalı olacaktır. Karada görülen kirliliklerde öncelikle petroldeki uçucu bileşenler buharlaşmaktadır. Petroldeki bazı bileşikler foto parçalanmaya, diğerleri de biyolojik olarak parçalanmaya uğramaktadırlar. Böylece petrol giderim hızı tüm giderim mekanizmalarının toplamıdır.

Sonuç olarak öncelikle petrol kirliliğinin oluşumunu önlemek, bu konuda yapılacak çalışmaların başında gelmektedir. Bu nedenle kazaların önlenmesine ve/veya en aza indirilmesine yönelik tedbirler artırılmakta ve petrol ile kirlenmiş toprakların arıtım yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik olarak araştırmalar devam etmektedir. □

Ocak 1992 sayımızda yer alan "Hava Kirliliği" başlıklı derleme yazının verilemeyen kaynakları aşağıdadır.

- 1- Amdur, M.O. (1986). Air pollutants in "Caserat and Doull's Toxicology", 3th. Macmillan Publishing Company, New York 801-825 pp.
- 2- Buel, G.C., Tokiwa, Y. P.K. (1966). Lung collagen and elastin denaturation in vivo following inhalation nitrogen dioxide. Air Pollution Control Association Meeting, 59th 66-67.
- 3- Coffin, D.L., Blammer, E.J. (1967). Acute toxicity of irradiated auto exhaust. Its indication by enhancement of mortality from streptococcal pneumonia. Arch Environ. Health. 15:36-38.
- 4- Dalhman, T. (1956). Mucus flow and ciliary activity in the trachea of heat rats and rats exposed to respiratory irritant gases (SO_2 , H^2N , HCNO). A functional and morphological study with special reference to technique. Acta Physiol Scand, 36: 1-161.
- 5- DeLucia, A.J., Mustafa, M.G., Hussain, M.Z. Cross, C.F., (1975). Ozone interaction with rodent lung. III oxidation of reduced glutation and formation of mixed disulfides between protein and nonprotein sulfidryls. J.Clin Invest 55:794-802.
- 6- Gunnison, A.F., Palmes, E.D., (1974). S-sulfonates in human plasma following inhalation of sulfur dioxide. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 35:288-291.
- 7- Ibrahim, A., Shaaban, F.E., Amrousi, S.A., Shaaban, A.A., (1981). Industrial sulfur toxicity in sheep and goats in Egypty. Assuit. Vet. Med. J., 8: 169-174.
- 8- Kotin, P., Falk, H.L., (1956). The experimental induction of pulmonary tumors in skrain-A mice after their exposure to an atmosphere of ozonized gasoline. Cancer. 9:910-917.
- 9- Menzel, B.D., (1970). Toxicity of ozon, oxygen and radiation. Annu. Rev. Pharmacol. 10:379-394.
- 10- Stokinder, H.E., (1965). Ozon toxicology. A review of research and industrial experience. Environ Health. 10:719-731.
- 11- Van Gelder, G.A., (1982). Clinical and diagnostic Veterinadry Toxicology, 2th. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa.

Kendi kendimize inanmalıyız, ama pek çabuk kanmamak şartıyla.

B.Hills