

Petrol Yatağı Bakterileri

Yaşamın hayret verici uyum becerisine yeni bir kanıt: petrol yataklarına özgü bakteri floraları

MİLYONLARCA yıl önce, çok büyük miktarlarda organik maddenin, günümüzde kullandığımız petrole dönüştürülmesinde bakterilerin önemli bir rolü olmuştur. Albay Drake'in Pennsylvania'da ilk ticari kuyuyu açarak, kimya, enerji ve sentetik malzeme alanlarında yeni bir endüstriyel döneme ilk adımı atması ise yalnızca 150 yıl önce gerçekleşmiştir. O zamandan beri mühendisler ve teknisyenler, kuyulardaki mikroskobik dünya üzerine çalışmalar yapıyorlar, ancak ne yazık ki çoğunlukla olumsuz nedenlerden dolayı. Örneğin, sondaj güvenliğini bile etkileyecek derecede önemli bir sorun, kuyudaki bakterilerin çeligin aşınmasını yol açması. Oksijensiz ortamda sülfat, bakteriler tarafından hidrojen sülfüre çevrilir. Oldukça kötü bir kokuya sahip bu gaz, aynı zamanda son derece aşındırıcı (korosif) ve zehirlidir.

Bu Bakteriler Nereden Geldi?

Bazı durumlarda, petrol yatağındaki özgün basınıcı yeniden sağlamak ve petrolü sondaj deliklerine yönlendirmek yoluyla verimliliği artırmak için, jeolojik oluşumlara su pompalandığı olur. Dolayısıyla bakteriler, bu işlemle beraber yatakları ve üretim düzeyine geline ulaşmış olabilir. Bir başka olasılık da, sondaj sırasında ya da sondaj aletleriyle bulaşmış olmaları. Öte yandan birbirine bağlı, sulu katmanlarda ya da hidrokarbon birikintilerinde, milyonlarca yıldır yalıtılmış bir yeraltı yaşamının; bir 'yerel' floranın var olabileceği savi üzerinde de duruluyor. Bu son varsayım, petrol yatağı suları ve hidrokarbon barındırmayan derin sulu katmanlarda, kısa zaman önce yapılan birçok mikrobiyolojik incelemeyle destek buldu.

Yoksa mikroorganizmalar kuyu açılmadan önce de orada mıydı? Daha 1920'lerde, Chicago Üniversitesi'nden bir mikrobiyolog olan E.S. Bastin ve ekibi, sülfatoredüktör bakterilerin petrol kuyusu örneklerinde bolca bulunduğunu göstermişti. Böylelikle Bastin, doğal olarak sözü geçen bakteri floralarının, petrol kuyularında varolduğu varsayımını bir adım ileri götürmüştü oluyordu. O zamandan bu yana, gözlemlerin yetersizliği nedeniyle, petrol yataklarındaki bakterilerin kökeni sorusu göz ardı edilemedi. Nemours DuPont ve Conoco araştırmacılarının yayımladığı bir makalenin başlığında doğal petrol alanlarında yaşayan bakterilerin özgünlüğünü düşüncesinin yer alabilmesi için 1989 yılına kadar beklemek gerekecekti.

Aynı yıl, Fransa'daki Elf Aquitaine biyoteknoloji araştırma merkezinde, petrol mikrobiyolojisi üzerine bir çalışma başlatıldı. Hâli sürdürülmekte olan bu program, yataklardaki bakteri florasının tanımı ve dağılımını inceleyerek, üretim sahalarında gözlenen bir takım olaylarla bu bakteri toplulukları arasında ilişki kurulup kurulamayacağını araştırıyor. Bu amaç doğ-

rultusunda, 1989-1993 yılları arasında Fransa (Alsace, Aquitaine ve Paris havzaları), Afrika (Kamerun, Kongo) ve Kuzey Denizi'ndeki işletme kuyularından toplam 71 su örneği toplandı. İncelenen üretim katmanlarının jeolojik yaşı trisyastan tersiyer döneme, 35 ile 220 milyon yıl arasında değişiyordu. Taranan kuyuların yaklaşık yarısı, sahip oldukları sıcaklık ve tuzluluk oranı nedeniyle bakteri barındırmıyordu. Elde edilen su örneklerinin diğer yarısı ise, içlerinde mikroorganizma yaşamı rastlanmış olanlar. Bunlardan ikisi, yüzeğe göre yakın bulunan (500 m), dolayısıyla yerel sıcaklığı düşük (yaklaşık 30 °C), az tuzlu ve su pompalanmasıyla oluşmuş sulu katmanlardan alınmıştır. Bu örneklerdeki bakteri türü sayısı çok olup, tatlı su ortamında genelde benzerlik gösterir. (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Cardobacter*, vb.). Böyle bir durumda, özgün bakteri florasıyla, dışarıdan gelmiş bakteriler arasında ayırım yapmak olası değildir. Daha yüksek sıcaklığa ve tuzluluk oranına sahip, su verilmiş diğer kuyularda, sadece birkaç türün yaşadığı özgül (spesifik) bakteri floralarına rastlanmıştır. (60 °C'tan ve 100 gr/l toplam tuz oranından başlayan). Örneğin 105 gr/l tuz bulunan, 30 °C'taki bir kuyu florasında, hiçbiri daha önce tanımlanmamış, iki metanojen bakteri türü ve fermenter bakteri cinsi olan balobakteriyodes bulunmuştur. Su verilmiş kuyu örneklerinde, bütün bakteriler, sadece oksijensiz ortamda üreyebilen (katı) anaerobiklerdir. Çoğalma hızları, değişken sıcaklık ve tuzluluk oranlarına göre ölçüldüğünde, değerlerin kuyulardaki koşullara tam olarak uyduğu görüldü. Bu karakteristik özellikler, petrol ekosistemine tam uyumun göstergesi olarak yorumlanabilir. Ayrıca bu kuyulardan toplanan örneklerin yansına yakın özgün organizmalardır. Yapılan saptamalar, aynı kuyudan alınan örneklerde, benzer kökenden gelen bakterilerin birbirinden birkaç metabolik ve genetik özellikte ayrıldığını gösteriyor. Sözü geçen ayırım, ancak bir-iki besin maddesine bağlı kalmaktan ya da genetik kodlarındaki çok ufak

farklılıklardan kaynaklanıyor olmalı. Böylesi bir çeşitlilik, kapalı ekosistemlerdeki özelleşme olgusunu anımsatıyor. Dolayısıyla bütün bu gözlemler, araştırmacıları, belki de on milyonlarca yıldır süregelen, kuyuların oluşumuyla eşzamanlı olabilecek, dış etkilerden uzak, kapalı bir ekosistemin varlığı düşüncesine yaklaşıyor.

Yapılan son çalışmalar, petrol ortamında yaşayan bakterilerin, kendilerine özgü biyokimyasal özellikleri olduğunu gösterdi. Örneğin, ortamda tiosülfatın bulunması (sülfürün oksidasyonunda bir ara bileşim), mikroorganizmaların metabolik kapasitelerini derinden etkileyebilir. Bu gözlemler, bazı bakteriyel aşınmaları ya da yataklardaki bozulmaları (souring) yeniden yorumlama şansını verdi. Son çözümlemede, petrol yatağı bakterilerinin, karbon moleküllerini kullanarak hidrokarbürleri değişime uğratarak uğratmadığı sorusuna yanıt getirilmesi umuluyordu. Nitekim yapılan araştırmalarda, Kongo'daki Emeraude petrol yatağında, metanojen ve sülfatoredüktör bakterilerin petrol kaynaklı sıvıları değişime uğratarak metan ve hidrojen sülfür ortaya çıkardıkları gösterildi.

Ağır n-alkanların (12 ile 35 arası karbon atomu) degradasyonu gibi başka değişimlerin kökeninde, özellikle (katı) fermenter anaerobik bakteriler gibi başka mikroorganizmalar olabilir. Laboratuvarında yapılan deneyler bu yönde gelişmeler göstermekte. Ancak şimdilik, hidrokarbürlerin anaerobik biyodegradasyon tepkimelerinin uzun sürmesi (altı ay) nedeniyle kesin kanıtlar henüz elde edilmemiş durumda.

Gelecekte hidrokarbürlerin yeraltı mikroorganizmalarına kullanımından, özellikle çeşitli çevre sorunlarının çözümünde yararlanılabilir. Bu bakterilerin metabolizmasının incelenmesi, hidrokarbürlerin nasıl değişime uğradığının anlaşılmasını ve dolayısıyla da degradasyon veriminin iyileştirilmesini olası kılabilir. Aynı doğrultuda bir başka güncel araştırma konusu da, petrol kuyularının verimliliğinin artırılmasında mikroorganizmaların kullanılması yönünde. Jeolojik oluşumların bulunduğu ortamları salıyan bakteriler, bazı çözücüler, tensiyoaktifler, gazlar veya polimerler üretirek, şu anki teknolojiyle bazen % 30'ye varan verimsizlik oranının yükseltilmesine yarayabilir. Doğal ortamı petrolü sıvı alan bu canlı organizmaların kullanım alanları, parlak bir gelecek vaat etmektedir. Her durumda, bu ilginç bakteri topluluklarının yaşadığı ortamda uygun yerileri be petrolün oluşumuna ilişkin içerdiği ipuçları, keşfedilmeyi bekleyen heyecan verici konular olarak gündemde kalacağı benziyor.

Michel Magot
La Recherche Eylül 1994
Çeviri: Kuyuş Ors



Paris Havzası'ndaki bir petrol kuyusundan alınan örnekte ilk defa karşılaşılan bir bakteri görülmüştür. Yeni keşfedilen bu tür, petrolün ilk oluşum aşamasına dokunabilecek ipuçları zincirinin ilk halkasını oluşturuyor.