



Not Defteri

Vural Altın

Petrol...

'Petrol' sözcüğü, Grekçe'de 'kaya' anlamına gelen *petra* sözcüğüyle 'yağ' anlamına gelen *elaion* veya Latince *oleum* sözcüklerinin birleşimi. 'Kaya yağı' anlamına geliyor. Yerka-
buğunun bazı bölgelerinde üst kaya katman-
larında var. Doğadaki haline, rafine edilmiş
olanından ayırdetmek için 'ham petroler' de-
niyor. Çoğul, çünkü görünüşü ve bileşimi
hayli değişken. Çoğunlukla; halkalı ('aroma-
tik') yapılar barındırmayan, tekli karbon kar-
bon bağlarının düz veya dallanıp budaklanan
zincirlerinden ('alifatik') oluşan, metan ve
etan benzeri doymuş hidrokarbonların ('al-
kan'lar) karmaşık bir bileşiminden oluşuyor.
Azot, oksijen ve kükürt bileşenlerini de saf-
sızlık olarak içermekte. Fiziksel özellikleri,
keza hayli değişken ve halk arasında yaygın
olan kanının aksine; katı, sıvı veya gaz halin-
de olabiliyor. 'Yüksek graviteli' olarak nite-
lendirilen hafif petroler, genellikle açık kah-
ve, sarı ya da yeşil; 'düşük graviteli' ağır pe-
troller ise, koy kahverengi veya siyah renkli.

Oluşumu hakkında değişik kuramlar var.
Jeologlar arasında en yaygın kabul göreni, bi-
yoloji kökenli 'biyojenik' veya 'organik' ku-
ram. Bu kurama göre petrolün kökeni, mil-
yonlarca yıl önce yaşamış olan minik deniz
hayvanlarıyla tek hücreli yosunların ('alg'ler)
kalıntılarına dayanıyor. Çünkü içeriğinde
böyle kalıntılar var. Bu kalıntılar, deniz dibine
çöküp çamurla karıştıktan ve oksijensiz
ortamda çürüyerek bozduktan sonra, üst-
lerinde biriken kalın tortul katmanlarının al-
tına gömülmüş. Oluşan organik malzeme, je-
olojik zaman ölçeğine yaygın olarak çalışan
basınç ve ısı etkilerinin altında 'yapısal dönü-
şüm'e ('metamorföz') uğrayarak petrole vü-
cut vermiş. Yüksek sıcaklık ve basınç, kalıntı-
ların önce, 'kerogen' denilen mumsu bir mal-
zemeye, sonra da 'katagenez' denilen bir sü-
reçle, sıvı ve gaz hidrokarbonlara dönüşmesi-
ne yol açmış.

Kerogen diye genel olarak, tortul kayala-
rın bileşiminde genellikle var olan organik
malzemenin bir kısmını oluşturan, katı mum-
su yapıdaki maddeye deniyor. 1000'i aşan
dev molekül ağırlığı nedeniyle sıradan orga-
nik çözücülerde çözünmeyen kimyasal bile-
şiklerden oluşmakta. Çözünebilen kısmı, 'bi-
tüm' denilen katran türü. Gerçi bitüme doğa-
da da rastlanıyor. 'Katagenez' ise, bu organik
kerogen malzemenin, petrol ve doğal gaz gi-
bi hidrokarbonlara dönüştüren 'molekül par-
çalanması' süreci. Sürecin başlangıçtaki kero-
gen malzemesinin, hızlı sıcaklık ve özelli-
kle de basınca bağlı olan tepkime sabitlerinin
büyüklüğüyle belirlenen paralel bir dizi par-
çalanma tepkimesi sonucunda, zamanla hid-
rokarbonlara dönüştürdüğü düşünülüyor. Ni-
tekim, bu kerogen malzemesi, hidrokarbon



oluşum sürecinin erken bir aşamasında do-
nup kalmış olduğu sanılan 'katranlı kumul-
lar'da ('tar sands') ve 'yapraktaşı yağları'nda
(shale oil) da var.

Katagenez sürecinin çalıştığı ve jeologla-
rın 'sıcaklık penceresi' olarak adlandırdığı,
belli bir sıcaklık aralığı var. Sıcaklık yeraltın-
da derinlere inildikçe arttığından, bu sıcaklık
aralığına bir derinlik aralığı karşılık gelmek-
te. Yerka-
buğundaki sıcaklık coğrafi konuma
göre değişebildiğinden, tipik petrol derinliği 4
ile 6 km arasında. Ancak, oluşan hidrokar-
bonlar, içinde oluştukları bu derinliklerdeki
'kaynak kayaç'tan, yüksek basınç nedeniyle
damlalar halinde sızarak, kaya yapılarından
daha az yoğun olduklarından dolayı, geçit
buldukça yükselirler ve civarda varsa eğer,
daha gözenekli bir yapıya sahip olan bir 'haz-
ne kayaç' ya da 'rezervuar'a göç ederler. Bu
katmanın gözenekleri arasındaki dikey geçit-
lerden yukarı doğru sızarak tırmanır ve geçir-
gen olmayan bir katmana rastladıklarında, sı-
kışıp kalırlar. Böyle; geçirimsiz bir 'örtü ka-
yaç'ın altındaki gözenekli yapıda sıkışmış bu-
lunan, sıvı ve biraz da gaz fazlarının karışımı
halindeki sulu hidrokarbon birikintisine 'pe-
trol rezervi' denmekte. Kısacası, bir coğrafya
konumunda petrol rezervinin bulunması için,
üç unsurun bir arada var olması gerekiyor:
Altta kaynak oluşturan katman, arada tır-
manma kanalları barındıran gözenekli bir
hazne kayaç ve üstte, petrolü oluşturan hid-
rokarbonların yükselerek kaçmasını engelle-
yen geçirimsiz bir örtü kayaç. Hazne kayaç

içerisindeki hidrokarbonlar yoğunluklarına
göre, yukarıdan aşağıya doğru, gaz ve ham
petrol şeklinde sıralıdır. En altta ise su bulu-
nur. Örtü kayaçla karşılaşmadığı durumlarda,
petrol yüzeye ulaştıkça, oksijenin varlığın-
da zamanla yanar.

Petrolün bir de; Eski Sovyetler Birliği dö-
neminde Nikolai Kudryavtsev tarafından ge-
liştirilmiş ve Batı'da da, Avusturyalı astrofi-
zikçi Thomas Gold'un başını çektiği bir grup
bilim insanı tarafından savunulmuş olan, 'bi-
yoloji kökenli olmayan' ('abiyojenik') bir olu-
şum kuramı var. Bu kurama göre gezegeni-
mizde doğal olarak, bir kısmı hidrokarbonlar
şeklinde olmak üzere, büyük miktarlarda kar-
bon bulunmakta. Hidrokarbonlar, diğer sulu
gözenek akışkanlarından daha az yoğun ol-
duklarından, derin çatlak ağlarından yukarı-
ya doğru yükseliyorlar. Yolda karşılaştıkları
kayalarda yaşayan 'sıcaklığa düşkün' ('termo-
filik') bakterilerin kalıntılarını bünyelerine
katmaları, petrolde rastlanan 'biyolojik işaret-
ler'in kısmi nedenini oluşturmakta. Kuram
ayrıca, petrol biliminde daha önce açıklana-
mamış olan bazı problemleri, örneğin doğal
petrolde gözlemlenen optik etkinliğin asıl ve
içsel ('intrinsic') bileşenini, farklı derinlikler-
deki petrol haznelerinin eser element özellik-
lerini başarıyla açıklıyor. Öte yandan, kuram
savunucularına göre, akademik bir öneri ol-
maktan çıkmış bir halde. Kiev'deki Jeoloji Bi-
limleri Enstitüsü'nde çalışan Ukraynalı dört
bilim insanının¹ bu kurama dayalı olarak baş-
lattıkları petrol aramalarının, özellikle de

Not Defteri

Dinyeper-Don Havzası'ndaki petrol ve gaz alanlarının keşfedilip geliştirilmesine buldukları katkıları; 1951 yılına kadar 'petrol fakiri' sayılan Rusya'yı bugün dünyanın en büyük petrol üreticisi ve ihracatçısı duruma getirmiş olduğu yönünde görüşler var. Bu yüzden, sözkonusu dört bilim insanına 1993 yılında, 'Bilim ve Teknoloji Alanında Ukrayna Devlet Ödülü' verildi. Fakat yine de bu kurum, özellikle Batılı bilim insanları arasında bir azınlık görüşü oluşturmamakta. Konu gündeme, bazı havzalarda bazen, beklenmedik ilave petrol sızıntılarıyla karşılaşıldığında gündeme geliyor. Böyle durumlar kuramın karşıtları tarafından, 'jeolojik gariplikler' olarak nitelendirilmekte. Bilindiği kadarıyla, Batılı şirketlerin hiçbirisi aramalarını bu kuruma dayandırmıyor.

Her halukarda petrol, çoğu kez sanıldığı gibi yeraltında göller halinde değil, uygun kayalık katmanların gözeneklerinde gizlidir. Bu kayalık tıpkı, su emdirilmiş bir süngerin plastik bir poşetin içine konduktan sonra, poşetin ağzının iyice bağlanıp olabildiğince sıkılmış halinde olduğu gibidir. Rezervin aranması sürecinde, önce petrol barınağı olmaya uygun görünen jeolojik biçimlenmeler belirlenir. Petrolün ve de gözenekli hazne kayacın yoğunluğunun görece düşük olması, yerçekimi sabitinin rezerv yöresindeki değerinin biraz düşük olmasını gerektirmektedir. Durumun böyle olup olmadığını anlamak için 'gravimetre'ler kullanılır. Öte yandan, en dıştaki örtü kayacın demir minerali içermeye olasılığı yüksektir. Bu mineral ise, yerin manyetik alanında miknatislabilir olduğundan, ek bir manyetik alana yol açıyor. Dolayısıyla, aday bölgelerdeki doğal manyetik alan şiddetleri, 'manyetometreler'le ölçülüyor. Toplanan veriler, petrolün varlığına dair güçlü bir olasılığa işaret ediyorsa, sıra kuyu açmaya gelmiş demektir.

Kalınlığı ortalama 50m civarında olan örtü kayacında bir kuyu açılıp da atmosfer basıncı aşağıya sarkıtıldığında, gözeneklerde bulunan görece yüksek basınç altındaki petrol, kuyudaki düşük basınca doğru sızmaya başlar. Hazne başlangıçta basınç altında olduğundan, petrol bir süre için kendiliğinden yükselip yüzeye ulaşabilir. Bu durumda, haznenin çeşitli noktalarında kuyular açıp, kuyu ağzıklarını toplayıcı boru hattı ağına bağlamak yeterlidir. Kuyular birbirine fazla yakın olursa, kuyu başına verim düşer. Kuyu açmak zaten pahalı bir işlemdir. Öte yandan az sayıda kuyu, toplam üretim hızının düşük olması anlamına gelir. Dolayısıyla, haznenin topoğrafyasına, kayalık katmanlarının yapısına, petrolün diffüzyon katsayısına ve yoğunluk gibi diğer fiziksel özelliklerine bağlı olarak matematiksel bir model hazırlanıp incelenir ve açılacak optimal kuyu sayısı önceden belirlenir.

Petrol eğer akışkansa (viskozitesi düşük) kuyu başına verim (varil/gün) yüksektir. Fakat, haznedeki petrol azaldıkça gözenekli yapı rahatlar, basıncı düşer ve petrol zerreçikleriyle daha yavaş sızmaya başlar. Kuyu verimi

düşmüştür. Buraya kadarki aşamaya 'birincil çıkartma' deniyor. Birincil çıkartma yöntemiyle, haznedeki petrolün ancak %20 kadarı çıkartılabilir.

Bundan sonra 'ikincil çıkartma yöntemleri'ne başvurulması, örneğin devreye pompalama gücünün sokulması lazımdır. Bu işlev, ya petrol alanlarında sıkça görülen ve bir elektrik motoruyla çalıştırılan 'tahtarevalli pompa', ya da kuyu dibine indirilen elektrikli dalgıç pompalar tarafından sağlanır. Ayrıca, ya ek kuyular açılarak, ya da eski kuyulardan bazıları kapatılarak, bunlardan içeri su pompalanır. Amaç, hazne kayaçtaki basıncı artırarak petrol zerreçiklerini daha hızlı hareket ettirerek, yeryüzüne çıkmalarına yardımcı olmaktır. Pompalanan su sıcak olursa daha etkilidir. CO₂ enjeksiyonu veya petrolle birlikte çıkmış olan doğal gazın geri pompalanması, daha da iyi sonuç verir. Fakat gazı pompalamak zor ve pahalıdır. Birincil ve ikincil çıkartma yöntemleri birlikte, haznedeki petrolün %25-35'ini çıkartabilir. Sıra, 'üçüncül çıkartma yöntemleri'nin uygulanmasına gelmiştir.

Üçüncül çıkartma yöntemleri, pahalı işlemler oluşturduklarından, ekonomik buldukları takdirde uygulanırlar. Bu yöntemlerle çalıştırılan kuyular, petrol fiyatlarının düşük olduğu dönemlerde kapatılıp, fiyatlar yükseldiğinde tekrar işletmeye alınır. Yöntemler, petrolün akışkanlığını arttırmaya yöneliktir. Bu amaçla, surfaktan denenilen ve petrol zerreçiklerinin yüzey gerilimini azaltıp akışkanlığını arttıran kimyasallar veya aynı işlevi yerine getiren bakteriler kullanılır. Ya da 'petrolün çıkarılmasını ısıyla kolaylaştırma' ('thermally enhanced oil recovery', TEOR) tekniklerine başvurulur. En sık kullanılan yöntem, ikincil kuyulara su buharı enjeksiyonudur. Bu genellikle, ısı ve elektriğin birlikte üretildiği bir 'eşüretim' ('kojenasyon') santralının yardımıyla yapılır. Santraldaki gaz türbinleri elektrik üretirken oluşan atık ısı, buhar üretimine yönlendirilmekte ve elde edilen buhar, hazneye pompalanmaktadır. Santralin kullandığı doğal gaz bazen, petrolle birlikte çıkan doğal gazın kendisidir. 'Yerinde yakma tekniği', petrolün çıkartılmasını ısıyla kolaylaştırmanın bir diğer yöntemidir. Bu yöntemde, haznedeki petrolün bir kısmı yerinde yakılır ve kalan kısmının ısınıp, akışkanlığının artması sağlanır. Üçüncül yöntemlerle, petrolün %5-15 kadarını daha çıkarmak mümkün: Toplam olarak %50 kadarını.

Petrolün katı veya yarıkatı halleri doğada, örneğin asfaltit, yüzeyel yataklar halinde de bulunuyor. Bilinen en eski asfaltit yatakları, Ölü Deniz'in kuzeyindeki Yeriko kentinde. Milattan önceki dönemde, kerpiç evlerin yapımında, tuğlalar arasında yapıştırıcı harç malzemesi olarak, ayrıca gemilerde sızdırmazlık ve suya karşı yalıtım amaçlarıyla kullanılmış. Yeriko aynı zamanda ve belki de bu yüzden, Dünya'nın içinde halen yaşanan ve kesintisiz yerleşime tabi olmuş olan en eski kenti. Buradan çıkartılan asfaltitin yakın coğrafyalara satıldığı ve hatta, Fenikeliler tarafından deniz yoluyla Kartaca'ya kadar taşındığı sanılı-

yor. Romalıların çoğunlukla kerpiçten yapılmış bir Kartaca'yı yakıp yerle bir etmesini kolaylaştıran bir unsurun, tuğlalarının arasındaki asfaltit olduğu sanılmakta.

En eski petrol kuyusu, 4. Yüzyıl'dan önce Çin'de; bir kamışın ucuna aşındırıcı bir metal parçası takıp, diğer ucundan tutup döndürerek ve aşındırıcı uç derine indikçe, üstteki uca başka kamışlar ekleyerek açılmış. Halen yapılmakta olana benzer şekilde. Kuyuların derinliği 243 metreyi buluyor. Çinliler petrolü yakıp, deniz suyundaki suyu buharlaştırıp tuz elde etmek için kullanmışlar. 10. Yüzyıl'a gelindiğinde, çeşitli tuz üretim merkezlerinin birbirlerine, yine kamıştan yapılmış boru hatlarıyla bağlanmış olduğu görülüyor.

Orta Doğu'da ise, eski Pers tabletleri, toplumun üst katmanlarında petrolün, tıp uygulamalarında ve aydınlatma amacıyla kerosen eldesi için kullanıldığından bahseder. İran, ateş yakmanın *Homo Sapien*'ler arasında erken bir aşamada keşfedilip kullanılmaya başlandığına dair kanıtlar barındıran ilginç bir coğrafya. Yüzeysel petrol yatakları, Ahura Mazda inanışının (Zerdüştlük) ateşi simge olarak kabulünü tetikleyip yayılmasına yardımcı olmuş ve ateş tapınaklarını ayakta tutmuş olabilir. Öte yandan, 'bitüm' sözcüğünün Persçe karşılığı *mumiye*. Bu sözcük daha sonra Arapça'ya *mumya*, bir olasılıkla oradan da İngilizce'ye *mummy* olarak geçmiş. Bugünkü kullanımındaki anlamı Arapların, sargısı açılmış mumyaların ten renginin siyah olması nedeniyle, Eski Mısırlıların mumyalama süreci sırasında bedeni dezenfekte etmek için bitüm kullandığını düşünmüş olmalarından kaynaklanıyor.

8. Yüzyıl'da Abbasiler, yeni başkentleri olarak inşa ettikleri Bağdat'ın sokaklarını, bölgedeki yüzeyel alanlardan elde ettikleri petrolü damıtarak ürettikleri katranla kaplamış. 9. Yüzyıl'da Azerbaycan'ın Bakü kenti civarındaki petrol alanları, nafta eldesi için kullanıma açılmış. 10. Yüzyıl coğrafyacısı Mesudi, anlatımlarında bu alanlardan bahseder. 13. Yüzyıl'da ise Marko Polo, çıkartılan petrolün 'yüzlerce gemi dolusu' olduğunu söyler.

Fakat, petrolün çağdaş tarihi, Polonyalı Ignacy Lukaszewicz'in 1852 yılında, daha önceleri kömürün damıtılmasıyla elde edilmekte olan keroseni, daha kolay bulunabilen petrol-den damıtmanın yöntemini keşfiyle başlar. İlk petrol kuyuları ertesi yıl, Polonya'nın güneyinde açılır. Keşifler tüm dünyaya hızla yayılır. 1861 yılında Bakü petrol alanlarında ilk Rus rafinerisi inşa edilmiş olup, dünya petrolünün %90'ı bu alanlarda üretilmektedir. Fakat gelişme yavaştır. Çünkü petrolün hemen tek kullanımlı alanı, başta sokak lambalarında olmak üzere, aydınlatma amaçlı kerosen üretimidir. 20. Yüzyıl'ın başlarında, içten patırlı motorun keşfi ve başta ulaşım olmak üzere tüm sektörlerle hızla yayılmasıyla birlikte, alıp başını gider.

Devam etmek üzere...

¹ V. A. Krayushkin, T. I. Tchebanenko, V. P. Klochko, Ye. S. Dvoryanin.