



Not Defteri

Vural Altın

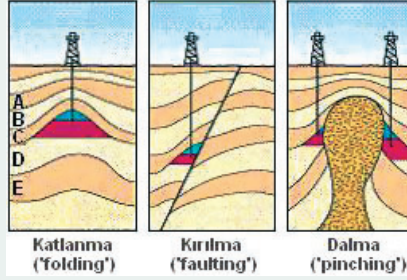
Dünya'nın Gazını Almak

Doğal gaz hakkındaki bilinen en eski anlatım, MÖ.1000 civarından kalma. Parnassus Dağ'ında keçilerini otlatan bir çoban, yağmardan alev fişkıran bir kayaya rastlamış. Çobanın keçileri kaçırıp kaçırmadığı bilinmiyor. Fakat yörenin Eski Grek sakinleri, yıldırım isabetiyle ateş almış olması gereken bir gaz sızıntısının beslediği bu 'yanar kaynak'ın ilahi kökenli olduğuna inanıp, etrafında bir tapınak yaptırmış. Tapınak 'Delfi Mabedi' olarak biliniyor. Mabe-din bekçiliğini yapan rahibeler de, kehanet gücünü sönmeyen ateşten aldıklarına inanılan "Delfi'nin Kahinleri..." Doğal gazın ilk yararlı kullanımını, bildiği kadarıyla MÖ.5. Yüzyıl'da. Çin'de kamyonların ucuna takılan aşındırıcı parçalarla açılan petrol kuyularından çıkan doğal gaz, yine kamyonlardan oluşturulan boru hatlarıyla görece yakın mesafelere taşınıp, deniz suyunun buharlaştırılmasıyla tuz ve saf su eldesinde kullanılmış.

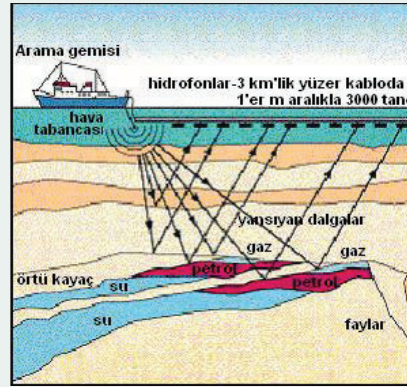
Ancak, doğal gazı yakalayıp taşımak zor olduğundan kullanımı yaygınlaşamadı. Bundan sonra gazın 18. Yüzyıl İngiltere'sinde, deniz fenerleriyle sokak lambalarında kullanıldığı görülüyor. Fakat bu, kömürün oksijensiz ısıtılmasıyla elde edilen, bizim 'hava gazı' da dediğimiz gazdı. 1885 yılında Robert Bunsen'in, kendi adıyla anılan ve gazın havayla uygun oranda karışım temiz mavi bir alevle yanmasını sağlayan ocak başlığını keşfiyle birlikte, gaz konutlara da girdi. Büyük kentlerde hava gazı üretim tesisleri kurulmaya başlandı. Halbuki petrolle birlikte çıkan doğal gaz, taşınmadığından boşuna yakılıyor veya atmosfere salınıyor.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan uzun süreli küresel ekonomik büyüme enerji gereksinimini arttırırken, geliştirilen güçlü çelik malzemeler, metal bükme ve kaynak tekniklerindeki ilerlemeler, boru üretimini kolaylaştırdı. 1974 Petrol Ambargosu'ndan sonra, petrolün daha önce 2\$ olan varil fiyatı, dört misline katlanarak 8\$'a fırladı. Artan enerji fiyatları, doğal gazı yöneliş hız kazandırmıştı. Nitekim, 1970'li yıllarda Suudi Arabistan'da bir doğal gaz altyapısının olduğu ve petrol kuyularından çıkan doğal gazın toplanarak, deniz suyunun artırılmasında kullanıldığı görülüyor. 1980 yılında ise, enerji fiyatlarının tarihindeki en büyük mutlak değer artışını beraberinde getiren II. Petrol Şoku yaşandı. Petrolün varil fiyatı 8\$'dan 20\$'a çıkmıştı. Doğal gaz arama ve boru hattı projelerinde patlama gözlemlendi.

Yerkabuğunda bulunan doğal gazın çok büyük bir kısmı, petrole benzer şekilde oluşmuş. Tek hücreli deniz hayvanlarıyla yosunların ('alg'ler) kalıntıları, deniz dibine çöküp çamurla karıştıktan ve oksijensiz ortamda çürüyerek bozduktan sonra, üstlerinde biriken kalın tortul katmanlarının altında, uzun süreli basınç ve ısı etkilerinden maruz kalıp, 'yapısal dönüşüm'e ('metamorföz') uğramış. Derinlikle bir-



likte artan sıcaklık, petrolü oluşturan hidrokarbonların daha küçük moleküllere parçalanmasına ve kısmen ya da tümüyle doğal gaza dönüşmesine yol açmış. Hidrokarbonlar zamanla, içinde oldukları 'kaynak kayaç'tan sızarak, hafiflikleri nedeniyle yükselmiş ve civarda varsa eğer, kireçtaşı veya kumtaşı gibi gözenekli bir yapıya sahip bir 'hazne kayaç'a göç etmiş. Bu katmandaki dikey geçitlerden de turmanıp, mermer veya granit gibi geçirgen olmayan bir 'örtü kayaç' katmanına rastladıklarında, sıkışıp kalmışlar. Yukarıdaki şekilde, kırmızı ve mavi renklerle gösterilen petrol ve doğal gaz birikintilerinin sıkışma biçimleri görülüyor. Birincisinde, örtü kayaç katmanının zıt yönlerden sıkışması sonucunda katlanarak yukarı doğru bükülmesiyle oluşan ('antiklinal') bombe örneği var. İkincisindeki birikinti, örtü kayacın kırılmasıyla sıkışmış. Üçüncüsünde ise, geçirgen olmayan bir kaya kütle, ergimiş halde iken hazne kayaca daldıktan sonra donmuş.



Doğal gaz aramalarına, petrolünkinde olduğu gibi, yüzey jeolojisinin incelenmesiyle başlanıyor. Yerçekimi sabiti ('gravimetre') ve manyetik alan ('manyetometre') ölçümleri, alt katmanların fiziksel özellikleri hakkında ipuçları veriyor. Ama en etkin arama aracı, yerkabuğuna zerkedilen ses dalgalarının geri dönen yansımalarının kayıtlarından oluşan 'sismograf'lar. Sesin değişik kayaç türlerindeki seyahat hızları bilindiğinden, farklı katmanların buluşma yüzeylerinden yansıyan dalgaların gidiş dönüş sürelerinden hareketle; katmanların aşağıya doğru yoğunluk sıralamasını, türlerini ve kalınlıklarını hesaplamak mümkün. Eskiden ses dalgaları

üretmek için patlayıcılar kullanılıyordu. Bu yöntem çevresel sakıncaları farkedildiğinden terkedildi. Şimdi artık, karada sırf bu amaç için tasarlanmış kamyonlar kullanılmakta. Ses dalgaları, kamyonun orta kısmından çıkan bir pistonun darbeleriyle üretiliyor. Sismograflarla donanımlı diğer araçlar da verileri topluyor. Açık deniz aramalarında ise, su altına basınçlı hava atımları püskürten tabancaların yol açtığı şok dalgalarının deniz dibindeki katmanlardan yansımaları, birkaç kilometre uzunluğundaki yüzer kabloya birer metre aralıkla dizilen binlerce su altı kulaklığı ('hidrofon') tarafından toplanıp kaydedilmekte. Bu veriler 'bilgisayar destekli arama' ('Computer Aided Exploration, CAEX') tekniğiyle işlenerek, yeraltının iki veya üç boyutlu görüntüleri oluşturuluyor. Üç boyutlu görüntü üretimi pahalı, km² başına 9 bin dolar kadar. Yerbilimciler bu görüntüleri inceleyip, kaynakların nerelerde gizlenmiş olabileceğini kestirmeye çalışıyor. Fakat, tahminlerin isabet oranı %10 düzeyinde. Bir bölgede doğal gaz bulunup bulunmadığı, kuyu açılıncaya kadar kesinlik kazanamıyor. Dolayısıyla, bir sonraki aşama 'deneme kuyusu' açmak. Arama kuyusu açma işi de 'dart' oyununa benziyor. İsa-bet kaydetme olasılığı ortalama %27.

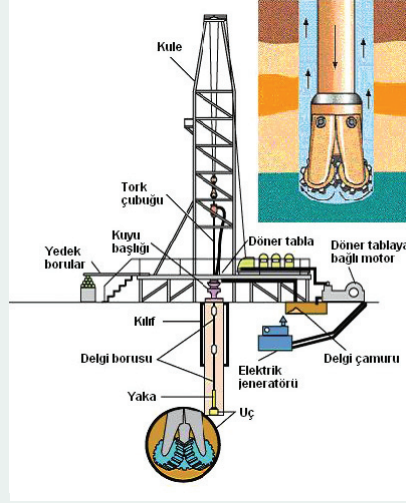
Kuyunun açılacağı noktanın belirlenmesinden sonra, ulaşım yollarının açılması ve civardaki alanın, çalışmaya engel olabilecek bitki unsurlarından temizlenip kısmen düzeltilmesi gerekiyor. Güç kaynağı olarak, varsa yakından elektrik hattı çekilmesi, aksi halde bir dizel motor-jeneratörün getirilmesi lazım. İşlem sırasında bol miktarda su da kullanılmakta. Dolayısıyla, tesisat suyuna ulaşamayıp yüzeyde yeterince hacimli bir doğal su kaynağının da bulunamaması halinde, önce bir su kuyusu deliniyor. Atıklar için bir çukuru açılması ve dibinin, yeraltı sularına olası sızıntıları önleyecek şekilde plastik malzemeyle kaplanması gereği var. Nihayet, delme noktasını merkez alan dikdörtgen şeklinde bir çukur daha açılıyor. Kule, 'bodrum' denilen bu çukurun üzerine inşa edilip, delme işlemi burada yapılacak.

Kuyu için önce, örneğin bir kamyonun arkasına takılı halde çalışan bir burguyla, 40-50 cm çapında ve 6-15 m derinliğinde bir 'kılavuz delik' açılıyor. Kuyu ağzının daha sonra çökmesi için, içi metal veya beton bir boruyla kılıflanıp, kılıfın dışı betonlanıyor. Kılavuz deliğin işlevi, kuyunun daha sonraki kısımlarının ve içine indirilecek olan donanımın kararlılığını sağlayıp, asıl delme işleminde kullanılan aşındırıcı kafayı koruyan 'delgi çamuru'nun dipten yukarı doğru dolaşımını kolaylaştırmak. Kule ve delgi donanımı bundan sonra kuruluyor. Kulenin zemininde, motor-jeneratöre bağlı bir döner tabla ve zeminin üst kısmında bir vinç düzeneğiyle, rahat çalışma hacmi sağlayacak bir yükseklilik var.

Not Defteri

Döner tablanın ortasından, kare ya da altıgen yatay kesitli bir tork çubuğu geçiriliyor. Üst ucu şekilde görülen vinç halatına bağlı. Alt ucu ise, şimdilik serbest. Çubuk gerektiğinde yanlamasına sıkıştırılıp, tablaya sabitlenebiliyor ve bu durumda iken motor-jeneratör çalıştırıldığında, tablayla birlikte dönmek zorunda. Çubuk gerektiğinde gevşetip, vinç askısıyla yukarı kaldırmak veya aşağıya indirmek de mümkün. Delgi borusu bu çubuğun alt ucuna takılacak ve tabla döndükçe boruyu döndürecek. Borunun diğer ucunda delgi kafası var. Kafa, şekilde görüldüğü gibi parçalı ve parçalar, tungsten-karbür çeliğinden yapılma veya 'elmas' olabilir. Delme işlemine başlamadan önce, 10 m uzunluğundaki bir delgi borusunun alt ucuna, 'yaka' veya 'gömlek' denilen kalın etli bir boru geçirildikten sonra, uca delgi kafası takılıyor. Yakanın işlevi, kafanın üzerinde ağırlık oluşturmak. Borunun üst ucu daha sonra, 'kuyu başlığı' denilen silindirik simetrik bir vananın ortasından geçirilip, enlemesine sıkıştırılıyor ve başlık kuyunun ağzına oturtulup sabitlendiğinde, delgi borusuyla kafası kuyunun içine sarkmış oluyor. Başlığın görevi, kuyu içeriğinin dışarı fışkırmamasını önlemek. Delme sırasında karşılaşılabilecek yüksek basınçlara dayanıklı olması ve gerektiğinde emniyet sübapı gibi davranıp, altındaki basıncı rahatlatabilmesi gerekmektedir. Aksi halde delgi kafasının yolda rastladığı, yüksek basınç altında sıkışmış haldeki gaz ve su birikintilerinin kuyunun içine girip çamura karışması ve hatta, taşmalara yol açması mümkün. Kuyunun, özellikle hazne kayacın yüksek basıncına ulaşıldığında patlaması olasılığı bile var. Bazı filmlerde sevinç çığlıklarıyla karşılandığı görülen ve fakat aslında, kulenin sağlığı açısından yer alması hiç istenmeyen bir şekilde...

Delgi borusunun üst ucu tork çubuğuna takılarak, ikisi birlikte olabildiğince aşağıya indiriliyor. Delgi kafası kuyunun dibine değişorsa, tork çubuğu sıkıştırılıp motor jeneratör çalıştırılarak, delme işlemine başlanıyor. Değişmiyorsa, tork çubuğu gevşetiliip yükseltiliyor ve delgi borusu çubuktan ayrıldıktan sonra, serbest kalan üst ucuna 10 metrelik bir boru kesiti daha takılıp, boyu uzatılıyor. Ardından, tork çubuğu tekrar indirilip, delgi borusuyla birleştiriliyor ve ikisi birlikte, tekrar kuyuya indiriliyor. Bu işlemin, delgi borusunun boyunun uzatılması gereken durumlarda tekrarlanması lazım. Aralarda 10'ar metrelik delme işlemlerinin gerçekleştirilmesi mümkün. Delme sırasında; döner tabla tork çubuğunu, çubuk da delgi borusunu döndürdükçe, delgi kafası karşılaştığı katmanı aşındırıyor. Bu sırada, delgi borusunun içinden aşağıya doğru 'delgi çamuru' pompalanmakta. Çamur delgi kafasının parçaları arasından çıkıp, delgi borusunun dış yüzeyiyle kuyunun iç çeperi arasındaki boşluğu doldurarak, yukarıya doğru tırmanıyor. Borunun içinden pompalandığı sürece, çamurun akışı, şeklin sağ tarafında gösterilen biçimde. İşlevi; delgi kafasını temizleyip yağlayarak çalışmasını kolaylaştırıp aşınmasını yavaşlatmanın yanında, onu bir yandan da soğutarak, aşırı ısınma sonucunda malzemesinin niteliklerinin değişmesini önleyip ömrünü uzatmak. Çamur aynı zamanda, delgi kafasının



öğüttüğü kaya parçalarını yukarı taşıyor. Yukarıda bir süzgeçten geçtikten sonra, 'çamur çukuru'na ulaşıyor ve buradan kuyuya geri pompalanıyor. Bir işlevi daha var, o da önemli. Kuyuyu doldurmuş olması nedeniyle, delgi kafası üzerinde 'durağan sıvı basıncı' ('hidrostatik basınç') oluşturmakta. Bu basınç, yakanın ağırlığıyla birlikte, kafanın karşılaştığı geriye teptirici basınçları dengelediği gibi, kafanın ilerlemesine de yardımcı oluyor. Çünkü bunun dışında, örneğin delme borusuna, kafayı aşağıya doğru itiren herhangi bir kuvvet uygulamak mümkün değil. Uygulansaydı eğer, uzunluğu yüzlerce metreyi aşacak olan delgi borusu, böyle bir sıkıştırma kuvvetinin doğrultusunun hafifçe dahi eksen dışına kaymasıyla yol açacağı momentin etkisiyle, enlemesine bükülerek yamurlurdu. Delgi borusunun bu açıdan yegane işlevi, tork çubuğundan aldığı torku delgi kafasına aktarmaktan ibaret. Dolayısıyla, kafa üzerinde basınç sağlama işlevi, gömlekle çamura ait ve çamurun bu işlev açısından, kafanın karşılaştığı basınç düzeyindeki değişimlere bağlı olarak, yoğunluğunun zaman zaman değiştirilmesi gerekmektedir. Bu, yukarıdaki çamur çukurunda yapılıyor. Çamur esas olarak, sulandırılmış kil (bentonit) oluşmakta. Fakat içine, akışkanlığını ayarlamak için organik maddeler, topaklanmayı önleyici 'anyonik polielektrolit'ler veya taniik asit türevleri katılıyor. Yoğunluğunu arttırmak için hematit ve baryum sülfat gibi ağır, azaltmak için de kalsiyum karbonat gibi görece hafif katkı maddeleri eklenmekte. Çamurun kimyasından sorumlu görevliye 'çamur mühendisi' diye takılmak adetten. Genellikle, çamur ve katkı malzemelerini satan şirketin elemanı. Aslında bir 'akışkan bilimci', 'reoloji' mühendisi. Kuyudan kuyuya koşarak, her kuyunun o aşamadaki gereksinimlerini karşılayacak karışımı yakalamaya çalışıyor.

Delgi kafasının etkin yarıçapı, kuyu derinleştikçe kademeli olarak küçültülecek. Dolayısıyla, kuyunun dikey kesiti teleskop şeklinde. Kademelerin sayısı genelde üç ve iç yüzeylerinin metal ya da beton bir boruyla kılıflanıp, kılıfın dışının betonlanması gerekiyor. Bunun amacı, oluşabilecek basınç farklılıkları karşısında kuyunun yapısal bütünlüğünün korunmasını sağlamanın yanında; kuyunun işletilmesi sı-

rasında yükselen hidrokarbonların çeperden sızarak veya daha derinlerdeki tuzlu suların yükselecek, tatlı yeraltı sularına karışmasını önlemek. Kuyu ağzından hemen sonra gelen ve ağzın içine oturan ilk kısım, 100-600 m derinliğindeki 'yüzeysel kılıf'. Ardından, genellikle en uzun bölümü oluşturan 'orta kademe kılıfı' gelmekte. Son kademe ise, hazne kayacın içinde olacak. Toplam derinlik 12 km'yi bulabiliyor.

Kuyunun derinliği ilk kademe için hedeflenen rakama ulaştığında, delgi borusu yukarı çekilip, parça parça sökülüyor. Kuyu başlığı yerinden çıkartılıp veya girişi genişletilip, bu sefer içine; yukarıdan parçalar eklendikçe boyu uzayan, ek yerleri eksenele düzgünlüğü sağlamak amacıyla dıştan bileziklenen ve boyu uzadıkça kuyuya indirilen bir kılıf borusu geçiriliyor. Borunun dış yarıçapı, kuyu ağzının içine tam oturacak büyüklükte. Boyu ise, alt ucu kuyunun dibine değdiğinde, üst kısmı kuyu ağzıyla kısmen çıkacak uzunlukta. Böylelikle kuyu, çeperinden içeriye olası sızmalara karşı yalıtılmış oluyor. Ancak kuyunun işletilmesi sırasında kılıfın maruz kalacağı sarsıntılar karşısında yapısal kararlılığını da koruyabilmesi için, dışının betonlanması lazım. Bunu kılıfın dışına, yukarıdan aşağıya doğru harç dökerek başarmak mümkün değil. Çözüm şu: Çelik bir halatın ucuna, silindirik şekilde ve kılıfın içine tam oturan yarıçapta bir tıkaç takılıp aşağı sarkıtılıyor. Tıkaç dibine değdiğinde, üst yüzeyiyle kılıfın alt ucu arasında bir miktar boşluğun kalması gerekmektedir. Ardından kuyu başlığı kapatılıyor ve kılıfın içinden aşağıya, uygun miktarda harç pompalanıyor. Halatın üst ucundan bir tıkaç daha geçirilip aşağı kaydırıldığında, dipte biriken harç, iki tıkaçın arasında kalmış oluyor. Sıra, delgi çamuru pompalamakta. Çamurun basıncıyla sıkışan harç, kılıfın dış yüzeyinden yukarıya doğru yükselerek, kuyu çeperiyle aradaki boşluğu dolduruyor. Harç tutmaya yüz tuttuğunda, kuyu başlığı açılıp, halatla birlikte tıkaçlar da çekilip çıkartılıyor. Kılıfın içi temiz. Birinci kademe bitmiş halde. İkinci kademe, daha küçük bir delgi kafasıyla, benzer şekilde...

Delme işlemi sırasında delgi çamurunun yukarıya taşıdığı kaya parçaları, bir jeofizikçi tarafından mikroskop altında incelenip, fiziksel özellikleri ve hidrokarbon içeriği kayda geçiriliyor. 'Çamurun kaydını tutmak' ('mudlogging') olarak nitelendirilen bu işlem, hazne kayaca yaklaşıldıkça sıklaştırılmak durumunda. Hazne kayac delinip de, bu son kademe kılıflandığında, delme işlemi bitiyor. 'Kuyunun tamamlanması' için, hidrokarbonların kuyuya sızmasını kolaylaştırmak üzere, son kademe kılıfının hazne kayactaki kısmında deliklerin açılması lazım. Bu eskiden, kuyuya küçük bir tabanca sarkıtılıp ateşlenerek yapılırdı. Şimdi ise, elektrikle ateşlenen minik patlayıcılar kullanılmakta. Ardından kuyuya asit çözeltisi zerkediliyor ve bu minik deliklerden geçip, hazne kayacın içindeki çatlakları genişletmesi sağlanıyor. Son olarak kuyu başlığına, çeşitli vanalar ve basınç göstergelerinden oluşan bir 'noel ağacı' takılıyor.

Kuyu bitti... Doğal gaz yola çıkmak üzere...