

## KÖMÜR KÖKENLİ GAZLAR

İlker ŞENGÜLER\*

### GİRİŞ

Tüm dünyada önemli rezervlere sahip olması ve konvansiyonel sistemler ile enerji dönüşümlerinin yapılabilmesi nedeniyle fosil yakıtlar günümüzde ilgi odağı olmaya devam etmektedirler. Kömür, bitümlü şeyl, petrol gibi fosil yakıtlar grubu içinde bulunan doğal gaz, grubunun en temiz yakıtı olması nedeniyle özel bir ilgi görmektedir ve bu yüzden önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

Dünyada yaygın olarak enerji üretiminde, sanayide ve evlerde kullanılan petrol kökenli doğal gaz gibi, kömür kökenli doğal gazın da ekonomik olarak kullanılabilirliğini araştıran çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır. Başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere Çin, Avustralya, Polonya, İngiltere, ve Almanya'da önemli çalışmalar yapılmıştır.

MTA, TTK ve TÜBİTAK işbirliği ile Zonguldak Havzasındaki kömür kökenli doğal gazın oluşumu, göçü ve birikmesi araştırılmış ve sonuçta havzada gaz potansiyelinin varlığı ortaya konmuştur. Kömür gazlarına yönelik bir araştırma da Soma Havzasında başlatılmıştır. Ruhsatı TKİ Genel Müdürlüğüne ait Soma linyit havzasında entegre sismik yöntemlerle (kuyu içi ve yüzey sismiği) kömür damarının yayılımının belirlenmesi ve havzadaki biyojenik ve termojenik kökenli gaz potansiyelinin araştırılması amacıyla ile TÜBİTAK destekli bir proje hazırlanma-

sı kararlaştırılmıştır. Proje ile havzada halen devam eden sondajlardan kuyu başında alınacak olan kömür örneklerinde desorpsiyon yöntemi ile gaz içeriği tespit edilecektir. Bu kömürlerin petrografik özellikleri ve maruz buldukları basınç koşulları gözetilerek yapılacak enterpolasyon ve ekstrapolasyonlar ile havzanın basınç değerleri belirli (veya kestirilebilir) diğer bölgelerinde de gaz potansiyeli tanımlanacaktır. Ayrıca kuyu içi ve yüzey sismiği yöntemleri uygulanarak kömür damarının yayılım sınırı belirlenecektir.

“Soma Tersiyer Havzası'nda Entegre Sismik Yöntemlerle Kömür Yayılımının Tespiti ve Kömür Gazı Potansiyelinin Araştırılması ve Modellenmesi Projesi” 2009 yılında başlamıştır.

### DOĞAL GAZLAR

Oluşum koşulları ve bileşimlerine göre doğal gazları üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar biyojenik kökenli doğal gazlar, magmatik ve metamorfik kökenli doğal gazlar ile radyoaktif kökenli doğal gazlardır.

#### Biyojenik kökenli doğal gazlar

Biyojenik kökenli doğal gazlar, organik maddenin biyolojik ve fizikokimyasal proseslerle hidrokarbonlara dönüşmesi sonucu oluşur. Bunlar bataklık gazları, kömür kökenli gazlar, petrol kökenli gazlar, tuz tabakalarında oluşan gazlar ve çamur volkanı gazları olarak sınıflandırılır. Bataklık gazları, eski ve yeni bataklıklar ile delta ve alüvyonlarda görülür. Ülkemizde buna en güzel örnekler Bafra, Çarşamba ve Adana Ovalarıdır. Kömür kökenli gazlar, kömürü oluşturan bitkisel maddelerin turbidasyonla depolanarak

\* MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde ve Etüt Dairesi, Ankara

bozuşmasıyla oluşmaya başlar ve kömürleşme derecesi (rank) arttıkça gaz oluşumu artar. Buna en iyi örnek Zonguldak kömür havzasıdır. Petrol kökenli gazlar, petrol oluşum prosesleri ile meydana gelir, bileşiminde ağırlıklı olarak bulunan metan yanında, metandan daha ağır hidrokarbonlar da içerir. Ülkemizde Hamitabat ve Çamurlu Sahaları petrol kökenli doğal gazlara örnek olarak verilebilir. Tuz tabakalarında oluşan gazlar azot, metan ve karbondioksit gazları olup ağır hidrokarbonlar içermezler. Petrol ve kömür sahalarında oluşan gazlar basınçları nedeniyle çatlak boyunca yüzeye çıkarlar. Çıkışları sırasında basınçları oranında killi malzemeyi yüzeye taşıyarak, çıktıkları noktada oluşan kraterleri çevresinde bir koni oluştururlar. Bu koni nedeniyle çamur volkanı olarak adlandırılır. Bileşiminde metan, karbondioksit, azot ve hidrojen sülfür bulunan bu gaza örnek olarak ülkemizde Muş Ovasında yıllardan beri çıkmakta olan gazlar gösterilebilir.

### **Magmatik ve metamorfik kökenli doğal gazlar**

Magmatik ve metamorfik kökenli doğal gazlar karbondioksit, karbonmonoksit, hidrojen sülfür, azot gibi gazların yanında su buharı ve asal gazlar da içerir. Ülkemizde Orta ve Doğu Anadolu'daki genç volkanlar ile Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'na bağlı değişik açılı faylar boyunca karbondioksit çıkışları yaygındır.

### **Radyoaktif kökenli doğal gazlar**

Radyoaktivite nedeniyle oluşan gazlar olup başlıcası helyumdur. Helyum, iki proton ile iki nötrondan oluşan bir çekirdeğe sahip

asal gazdır. Helyum atmosfer, manto ve kabuk kökenli olarak meydana gelebilmekte ve bu köken izotop çalışmaları ile belirlenebilmektedir.

### **KÖMÜR KÖKENLİ DOĞAL GAZ**

Kömürleşme prosesleri ile oluşan ve kömürün moleküler yapısında adsorbe edilmiş olarak bulunan doğal gazın bileşiminde ağırlıklı olarak metan ile karbondioksit, oksijen, nitrojen, metandan daha ağır hidrokarbonlar (etan vb), hidrojen, helyum bulunur.

Kömür kökenli doğal gaz (metan) oluşum koşullarına göre ya biyojenik ya da termojenik olmaktadır. Biyojenik metan gazı, yüzeye çok yakın sulu ortamda bitkilerin bozuşması ile oluşan turba, linyit ve alt bitümlü kömürler olarak isimlendirilen, kömürleşme derecesi düşük kömürlerde meydana gelebildiği gibi kömürleşme derecesi yüksek olan bitümlü kömürler ve antrasitlerde de oluşur. Kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlerin oluşturduğu metan gazı ekonomik rezervler sunabilir.

Kömürleşme proseslerinin ilk dönemlerinde kömürün üzerini örten tabaka ince ve geçirimli olduğundan oluşan gazın çok az bir kısmı depolanır. Kömürleşme proseslerine bağlı olarak sıcaklık, basınç yanında üzerindeki ve çevresindeki kayalar da geçirimsizleştikçe gazın büyük bölümü kömürde tutulmaya başlar. En fazla metan gazı oluşumu orta uçuculu bitümlü kömürlerden, düşük uçuculu kömürlere geçişte gerçekleşir. Bu sırada ortamın sıcaklığı yaklaşık 150° C dir. Kömürleşme derecesi arttıkça kömürün bünyesinde bulunan su tedrici olarak tabaka dışına atılır. Yüksek uçuculu bitümlü kömürlerde su miktarı % 27 iken, orta uçuculu veya

düşük uçuculu bitümlü kömürlerde su miktarı % 12 dir. Sonuç olarak kömürde oluşan metan gazı miktarının, kömür tabakasının yüzeyden derinliğine, kömürleşme derecesine (rank) ve diğer jeolojik koşullara bağlı olduğu söylenebilir.

### REZERV TAHMİNİ

Konvansiyonel yöntemlerle üretilebilecek kömür kökenli doğal gazın rezerv tahmini iki kademeli olup; yerinde gaz miktarı ile üretilebilecek gaz miktarının (rezervuarın gelecekteki üretim performansı) bilinmesini gerektirir.

#### Yerinde gaz miktarının belirlenmesi

Yerinde gaz miktarı genellikle hacimsel hesaplamalar ile yapılır. Yerinde gaz miktarının hesaplanmasında iki önemli parametre vardır. Bunlar yerinde kömür miktarı ve metan içeriğidir. Metan içeriği, kömürde ton başına bulunan gaz miktarını ifade etmekte olup doğru bir rezerv tahmini yapılabilmesi için çok iyi hesaplanmalıdır. Metan içeriğini çeşitli yöntemler ile hesaplamak mümkündür.

- *Doğrudan gaz desorpsiyon ölçümleri.*- Kömür numunesinden açığa çıkan gaz miktarı olup laboratuvarında ölçülür.

- *Metan emisyon debisi.*- Kömür ocaklarında, çalışılan damarda açığa çıkan metanın ton başına miktarıdır.

- *Sorpsiyon-izoterm bağıntısı.*- Deneyimlere dayalı bağıntılar olup belirli sıcaklıklarda değişen basınçlar ile teorik olarak kömürün ton başına tutabileceği maksimum gaz miktarı ilişkisidir. Bu yöntem genellikle doğrudan

gaz ölçümlerinin yapılamadığı durumlarda kullanılır. Her tip kömürün kendine özgü sorpsiyon-izoterm bağıntısı vardır. Sorpsiyon-izoterm bağıntısını sağlıklı olarak kullanabilmek için kömürün nem, kül, sabit karbon, uçucu madde miktarı ile basınç ve sıcaklık gradyanlarının önceden bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler gaz üretim aşamasında da çok önemlidir.

#### Üretilebilecek gaz miktarının belirlenmesi

Kömür yataklarından metan gazının üretimi, klasik gaz üretimi yöntemleri ile yapılmasına rağmen geleceğe dönük üretim tahmini yapılmasında klasik yöntemleri kullanmak mümkün değildir.

### GAZ ÜRETİM SÜRECİ

Kömür genellikle gözenekliliği ve geçirimsizliği az, su içeriği fazla bir organik kayaç olup geçirdiği fiziksel değişimler sonucu oldukça heterojen ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Bilinen hidrokarbon rezervuarları gibi mikrogözenekli matriks ve makro-gözenekli çatlak sistemine sahip kayaçlar olarak değerlendirilip irdelenebilir. Matriks kısmı gaz için hazne özelliği sunarken, çatlak sistemi formasyonun iletkenliğini kontrol eder. Çatlak sistemi içerisinde iki tip çatlak yer alır. Geniş alanlara uzanan, devamlılık gösteren ve yatay olarak bulunan çatlaklar (face) ile bu çatlaklara dik olarak bulunan ve onları kesen çatlaklar (butt) çatlak sistemini oluştururlar. Gözeneklilik, geçirimsizlik ve su içeriği kömürün, kömürleşme derecesine bağlı olarak değişen parametrelerdir.

Rezervuarda gaz genellikle üç şekilde bulunur. Gazın % 95 den daha fazla miktarı matriksin molekül yapısında ve çatlak yüze-

yinde adsorbe olarak yer alır. Diğer kısmı matriks ve çatlak gözeneklerinde serbest olarak bulunurken geriye kalan çok az bir miktarı ise suda çözülmüş durumdadır.

Petrol kökenli doğal gazlar rezervuar gözeneklerinde serbest olarak bulunurken, kömür kökenli doğal gazlar rezervuarda kömüre adsorbe olarak bulunur. Üretimde, ilk önce rezervuar basıncının düşürülmesi ile gözeneklerde adsorbe olarak bulunan metan gazı serbest bırakılarak açığa çıkarılır yani gaz desorbe olur. Rezervuar basıncı ile desorpsiyon basıncı arasındaki ilişki, metanın desorpsiyonunu başlatabilmek açısından son derece önemlidir. Desorpsiyon basıncı rezervuarın suya veya gaza doygunluğu ile orantılıdır. Suyu doygun rezervuarlarda rezervuar basıncı çatlak sistemini dolduran suyun oluşturduğu hidrostatik basınç nedeniyle, gazın desorpsiyon basıncından yüksektir. Yüksek hidrostatik basınç gazın desorbe olmasını önler. Desorpsiyonu sağlamak için rezervuar basıncının, desorpsiyon basıncına düşürülmesi gerekmektedir. Rezervuar basıncını düşürmek diğer bir deyişle hidrostatik basıncı ortadan kaldırmak ise rezervuardaki suyu almakla mümkündür.

Gaza doygun rezervuarlarda ise rezervuar basıncı ile desorpsiyon basıncı birbirlerine çok yakın olduğundan gaz desorpsiyonu hemen başlar. Ancak söz konusu rezervuarlar genellikle suya doygun oldukla-

larından metan üretimi öncesi mutlaka suyun alınması gerekmektedir. Desorbe olan gaz, belirli bir doygunluğa ulaşıncaya kadar çatlaklarda toplanır ve akışa geçer. Üretim yapılacak kuyudan uzaklıklarına göre rezervuardaki olayları üç bölge için ayrı ayrı değerlendirebiliriz.

- Kuyudan en uzak bölgede basınç düşmesi ile kuyu yönünde doygun su akışı gözlenir.
- Kuyuya biraz yaklaşıldığında doygun su akışı yerini doygun olmayan su akışına bırakır. Su içinde bulunan gaz kabarcıklarının birbirleri ile bağlantıları olmadığından kendileri akışa geçemezler ancak suyun hareketi ile bu kabarcıklar taşınırlar.
- Kuyuya en yakın bölgede, gerekli basınç dengesi olduğundan çatlaklardaki serbest gaz akışa geçerek rezervuarda belirli bir gaz doygunluğu sağlamıştır. Bu bölgede su ve gaz akışı birlikte olmaktadır.

Üretim sırasında, matriks boyunca difüzyon ile çatlaklardaki serbest gaz akışının çok iyi bilinmesi gerekir. Gaz, kömürde adsorbe olarak bulunduğu için özellikle difüzyonun uzun süreli üretimler için önemli bir parametre olduğu unutulmamalıdır. Bunun yanında kömür damarının kalınlığı, gözeneklilik, geçirimsizlik, statik rezervuar basıncı ve gaz desorpsiyon basıncı ekonomik bir üretim için mutlaka çok iyi araştırılmalıdır.