

Petrollü Şeylden (Bitümlü Şeyl) Sentetik Ham Petrol (SCO) Üretimi

İlker ŞENGÜLER, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı

Bitümlü şeyl, kerojen adı verilen mumsu organik madde içeren ince taneli sedimanter bir kayadır. Literatürde en yaygın kullanımı “petrollü şeyl” (oil shale) olan, ısıtıldığında petrol ve gaz üretilen bu organik kayalar, bitümlü şist (bituminous schist), bitümlü şeyl (bituminous shale) ve bitümlü marn (bituminous marl) olarak da anılmaktadır. Bitümlü şeyl oluşumu, göl ortamında yaşayan alglar ve çeşitli etkenlerle ortama karadan taşınan spor-polenin inorganik materyal ile birlikte çökmesi sonucu gerçekleşir. Kalın bitümlü şeyl yataklarının oluşabilmesi için, genellikle sakin ve indirgen bir ortam ile aynı ortamda bol organik madde bulunması şarttır. Organik maddenin oksidasyona uğramaması ve dolayısı ile korunabilmesi için organik çamur oluşturarak kısa sürede depolanması ve gömülmesi gerekir. Bitümlü şeylin inorganik ve organik olmak üzere iki ana bileşeni vardır. İnorganik bileşenler (mineraller) çökme koşulları hakkında önemli bilgiler sunar ve genellikle kuvars, kil, karbonat, sülfid, sülfat, zeolit ve evaporit minerallerinden oluşmaktadır. Organik bileşenler (maseraller) ise çökme ortamı yanında bitümlü şeylin kalitesine yönelik önemli bilgiler sunar.

Bitümlü şeyle yeterli ısı uygulandığında kerojen; petrol, gaz ve rezidüel karbona dönüşür. Kerojenin kimyasal dekompozisyonu (piroliz) 300° C civarında başlar ancak en etkili ısı aralığı 480° – 520° C dir.

Piroliz işlemi, bitümlü şeyllerin inert ortamda ısı parçalanmaya uğratılarak sıvı ve gaz ürünlere dönüştürülme işlemi olarak tanımlanabilir. Değişik literatürlerde bu işleme “retortlama”, işlemin gerçekleştirildiği reaktöre de “retort” denilmektedir. Retortlama işlemi yer altında (in-situ) ve yer üstünde (ex-situ) yapılabilmektedir.

Piroliz işlemlerine alternatif olabilecek bir diğer yöntem de ekstraksiyondur. Bitümlü şeyllerin organik yapısının değişik çözücü ortamda bozunmaya uğraması esasına dayanan bu yöntemde, koşullara bağlı olarak değişik özellikte ve verimde şeyl petrolü (sentetik ham petrol) üretilmektedir. Bitümlü şeyl yapısındaki organik maddenin çözünebilirliğini artırmak için kayacın bünyesindeki inorganik bileşenleri uzaklaştırmak gerekmektedir. Konvansiyonel yöntem olan inorganik asit kullanımı organik bileşenlere zarar verdiği için bu yöntemde petrol verimi düşmektedir. Bu nedenle asit kullanımı yerine, ekstraksiyon işlemi retort içinde yüksek sıcaklık ve basınçlarda gerçekleştirilmesine çalışılmış ve oldukça yüksek sentetik ham petrol (SCO) verimine ulaşılmıştır.

Bitümlü şeyllerin organik madde içerikleri ve petrol miktarı değişiktir. Ticari değer için 100-200 lt/ton arasında bir petrol içeriği gerekmektedir. Bir başka yaklaşıma göre ise, bitümlü şeyllerin ticari olarak değerlendirilmesi için organik madde/mineral madde oranının 0.75/5 ile 1.5/5 arasında olması istenmektedir. Kayacın petrol miktarının belirlenmesinde birçok metod geliştirilmiş olmasına

rağmen en yaygın olarak kullanılan metod Fischer assay yöntemidir. Bu yöntem ilk olarak Almanya'da geliştirilmiş olup ABD'de Green River Formasyonu bitümlü şeyllerinin analizinde US Bureau of Mines (günümüzde USGS'in bir bölümü) tarafından kullanılmıştır.

Bitümlü şeyller, dünyanın çeşitli bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Ancak bitümlü şeyl yatakları ile ilgili bilgiler genellikle arama sondajları ve analitik çalışmalar ile ortaya konulduğundan gerçek rezerv ve kalite konusunda farklı yaklaşımlar sergilenmektedir. Literatürde yer alan kaynaklara göre dünyadaki bitümlü şeyl rezervleri 300-550 milyar ton arasında (genellikle 411 milyar ton) değişmektedir. USGS in tahminleri Dünyada şeyl petrolü (shale oil) / sentetik ham petrol (synthetic crude oil / sco) rezervlerinin 3 trilyon varil olduğu yönündedir ki bu dünya ham petrol rezervlerinin iki katından fazladır. Dünyadaki bitümlü şeyl petrol eşdeğer rezervleri ABD'de 626 milyar varil, Brezilya'da 300 milyar varil, Rusya'da 41 milyar varil, Zaire'de 38 milyar varil, Avustralya'da 17 milyar varil, Kanada'da 16 milyar varil ve İtalya'da 13 milyar varil olarak hesaplanmıştır. ABD'de hesaplanan 6 trilyon varil şeyl petrolünün 600-800 milyar varilinin ekonomik olarak elde edilebileceği öngörülmektedir.

Bitümlü şeyl yanıcı özelliğinden dolayı binlerce yıldır yakıt olarak kullanılmaktadır. Orta Doğu'da Mezopotamya'da MÖ 3000 yılında yol yapımında ve inşaat işlerinde dekoratif amaçlı yapı taşı olarak kullanılmıştır. 10.Yüzyılda Arap fizikçi Masawaih al-Mardini tarafından bitümlü şeylden sentetik ham petrol üretimi için bazı yöntemler tanımlanmıştır.

Endüstriyel ölçekte bitümlü şeylden (oil shale) ilk şeyl petrolü (shale oil) üretimi, 1830 larda bitümlü şeylin ısı ile retortlanması sonucu kimyasal dekompozisyon (piroliz) ile gerçekleştirilmiştir. Dünyada bitümlü şeyl etütlerinin başlangıcı, Amerika'da ticari anlamda petrolün keşfedildiği 1859 yılından önceki yıllara dayanır. 1800' lü yıllarda maksimum düzeye ulaşan bitümlü şeyl çalışmaları, 1859 yılında ticari anlamda ham petrolün bulunmasıyla gerilemiştir. Daha sonra I.Dünya Savaşı yıllarında tekrar hız kazanan çalışmalar, keşfedilen petrol sahaları ile duraksamış; II.Dünya Savaşı yıllarında şeyl petrolü (sentetik petrol) bir kez daha dikkatleri üzerinde toplamış ancak Savaş sonrası petrol fiyatında istikrar döneminin başlamasıyla çalışmalar durmuştur. II.Dünya Savaşı yıllarında ülkemiz Mengen (Bolu) bitümlü şeyl sahasında Alman uzmanlar tarafından sentetik petrol eldesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Brezilya, Çin ve Estonya'da ticari ölçekte yıllardır şeyl petrolü üretimi yapılmaktadır. Estonya, bitümlü şeyl rezervlerinden en çok yararlanan ülke konumunda olup bitümlü şeyl çalışmaları 1916 yılında başlamış ve yıllık üretim 1980 'de 41 milyon tona ulaşmıştır. Kukersit adıyla literatürde yer alan bitümlü şeyllerden Estonya'da elektrik, gaz, sıvılaştırılmış hidrokarbon ve diğer kimyasal ürünlerin eldesinde yararlanılmaktadır. Günümüzde bitümlü şeyl, Estonya' nın en önemli enerji kaynağı olup ülkede kullanılan elektriğin %92' si bitümlü şeyl ile çalışan iki termik santralden elde edilmekte olup 1 ton bitümlü şeylden 850 kWh elektrik enerjisi ve 125 kg şeyl petrolü üretimi gerçekleştirilmektedir. Sentetik petrol (şeyl petrolü) üretimi Viru Ölitööstus AS tarafından

4400 varil/gün olarak yapılan Estonya’da çimento üretimi ise Kunda-Nordic Tsement AS tarafından yapılmaktadır. Almanya, İsrail ve Rusya’da değişik ölçeklerde üretim tesisi faaliyette olup Avustralya, Ürdün ve Fas gibi ülkelerde ise çok sayıda bitümlü şeyl projesi planlama aşamasındadır. Ayrıca, Amerika Birleşik Devletlerinde Colorado ve Utah’da ticari ölçekte araştırma ve uygulama projeleri bulunmaktadır. Ürdün’de toplam 26 ayrı sahada petrollü şeyl bulunmaktadır. Ancak bunların 8’i önemli olup batı-orta Ürdün’de, Ölü Deniz’in 20-75 km doğusunda yer alır. Kanada’da gösel Albert Formasyonu içerisinde yer alan petrol şeyllerinin verimi 25-150 lt/ton arasında değişmektedir. Fischer assay metodu ile yapılan çalışmalar 94 lt/ton SCO verimi sonucunda bölgede 270 milyon varil veya yaklaşık 37 milyon ton SCO varlığını göstermektedir.

Dünya Enerji Konseyi (WEC) üyesi ülkelerin raporlarından derlenen “Dünyada Petrollü Şeyl Kaynakları, Rezervleri ve Sentetik Ham Petrol (SCO) Üretim miktarları 1999 yılı sonu verileri ile Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Dünyada Petrollü Şeyl Kaynakları, Rezervler ve Üretim (1999 yılı sonu)						
	Üretim	Gör+Muh	İşletilebilir	Petrol	Ek	Üretim Miktarı (1999)
ÜLKE		milyon ton şeyl	milyon ton petrol	kg petrol/ton	milyon ton petrol	1000 ton petrol
Fas	Yüzey	12 300	500	50 - 64	5 400	
Güney Africa	Yer altı	73		10		
ABD	Yüzey	3 340 000	60 000 - 80 000	57	62 000	
Brezilya	Yüzey			70	9 646	195
Tayland	Yer altı	18 668	810	50		
Türkiye	Yüzey	1 640	269	56		
Arnavutluk	Yüzey	6			5	
Estonya	Yüzey	590		167		151
	Yer altı	910				
Ukrayna	Yer altı	2 674	300	126	6 200	
İsrail	Yüzey	15 360	600	62		
Ürdün	Yüzey	40 000	4 000	100	20 000	
Avustralya	Yer altı	32 400	1 725	53	35 260	5

Ülkemizde bitümlü şeyl etütleri MTA Enstitüsünün kurulmasıyla başlamış ve ilk yıllardaki çalışmalar bütün dünyada olduğu gibi sentetik petrol eldesi amacıyla sürdürülmüştür. Bu amaçla Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Hatıldağ (Bolu), Himmetoğlu (Bolu), Mengen (Bolu), Ulukışla (Niğde), Bahçecik (Kocaeli), Burhaniye (Balıkesir), Beydili (Ankara), Dodurga (Çorum), Çeltek (Amasya) sahalarında etütler yapılmış bu çalışmalar sonucunda ülkemizde 1.6 milyar ton (görünür+muhtemel) bitümlü şeyl rezervi belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Ülkemiz Bitümlü Kayaçlarının Rezervleri ve Ortalama Isıl Değerleri

Saha	Rezerv (1000 ton)	Ortalama Isıl Değer (kcal/kg)
Çayırhan (Beypazarı, Ankara)	327648	966
Seyitömer (Kütahya)	122170	860
Hatıldağ (Göynük, Bolu)	359959	774
Himmetoğlu (Göynük, Bolu)	65968	1390
Ulukışla (Niğde)	130000*	851
Mengen (Bolu)	50000*	1000
Bahçecik (İzmit)	42000*	1060
Burhaniye (Balıkesir)	15600*	732
Beydili (Nallıhan, Ankara)	300000*	800
Dodurga (Çorum)	138000*	365
Çeltek (Amasya)	90000*	541

TOPLAM 1641345

(*Muhtemel Rezerv)

Ereğli-Bor Neojen havzasında Genel Müdürlüğümüz tarafından Orta Anadolu Endüstriyel Hammadde Aramaları Projesi kapsamında 2006 yılında çalışmalara başlanmış ve 2007 yılında Badak Köyü (Bor, Niğde) kuzeyinde açılan araştırma kuyusunda 1035.00-1168.40 metreler arasında petrol emaresine rastlanmıştır. Yeniköy ve Acıkuyu köyü (Ereğli, Konya) civarında 2008 yılında açılan iki kuyuda ise petrol emaresi yanında bitümlü şeyl de kesilmiştir. Yeniköy civarında yapılan sondajda 437.80 metreden itibaren, Acıkuyu köyü civarında yapılan sondajda ise 350.00 metreden itibaren bitümlü şeyl seviyeleri ve petrol emareleri gözlenmiştir. Bölgedeki araştırma ve incelemeler, oluşturulan yeni projeler ile 2012 yılında devam edecektir.

Eskişehir havzasında kömür aramaları amacıyla 2008 yılında başlatılan sondajlı çalışmalarda da bitümlü marnlar kesilmiştir. Genel Müdürlüğümüze ait ruhsatlarda 5-60 m arasında değişen

kalınlıkta bir zon içerisinde bitümlü marnlar yer almakta olup kayacın kalitesine yönelik araştırmalar devam etmektedir.

Genel Müdürlüğümüzde 2011 yılında başlatılan bir proje ile, ülkemizdeki petrolü şeyllerin sentetik petrol potansiyelinin belirlenmesi ve kullanım imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu proje ile; Hatıldağ-Himmetoğlu (Göynük, Bolu), Çayırhan (Beypazarı, Ankara), Beydili (Nallıhan, Ankara), Mengen (Bolu), Seyitömer (Kütahya) ve Alpu (Eskişehir) sahalarının organik jeokimyasal-petrografik bir envanteri oluşturulacaktır. Ayrıca yapılacak olan Fischer assay analizleri ile söz konusu sahaların sentetik ham petrol (synthetic crude oil / sco) imkanları araştırılacaktır.