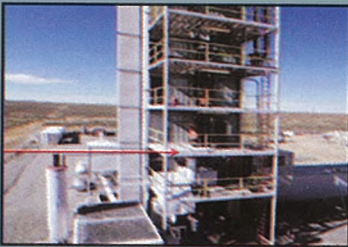


PETROLDEN HİDROJEN VE YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARINA GEÇİŞTE KÖPRÜ NİTELİĞİNDEKİ ALTERNATİF
PETROL VE DOĞALGAZ KAYNAĞI:

PETROLLÜ ŞEYL



Dr. Abdurrahman MURAT
abd.murat@hotmail.com
Dr. Gökhan KADINKIZ
MTA Genel Müdürlüğü,
Maden Etüt ve Arama Daire
Başkanlığı, ANKARA

ABD Wyoming Havzası petrollü şeyl ve trona rezervi bakımından dünyanın en büyük havzasıdır. Ereğli-Bor Havzası'nda yapılan jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmaları sonucunda Ereğli-Bor Havzası'nın ABD Wyoming, Colarado, Utah'da içine alan Green River Havzası'na çok benzer özellikler taşıdığı belirlenmiştir. Ülkemizde yeni belirlenen ve önemli potansiyel rezerve sahip olduğunu düşündüğümüz Ereğli-Bor Neojen Havzası ülkemizde yerinde retortlama yöntemi ile şeyl petrolü üretiminde ön araştırma yapılabilecek miktarda uygun petrollü şeylleri bulundurmaktadır.

1.GİRİŞ

Petrollü şeyl kayacı (oil shale) organik kayaçlar grubundandır. İçerisinde organik çözücülerde çözünmeyen kompleks hidrokarbon (kerojen) bulunduran ve ısıtıldığında petrol ve doğalgaz üretilen ince taneli tortul kayaçtır. Bitümlü şist (bituminous schist) veya bitümlü şeyl (bituminous shale) olarak da bilinmektedir.

Bitümlü şeyl bileşenleri inorganik ve organik olmak üzere iki gruba ayrılır. İnorganik bileşenler (mineraller) çökelme koşulları hakkında önemli bilgiler sunar ve genellikle kuvars, kil ,karbonat, sülfat, zeolit ve evaporit minerallerinden oluşmaktadır. Bu bileşenler aynı zamanda iklim, canlı türü ve çözeltinin kimyasal karakteri hakkında bilgiler verir. Organik bileşenler (maseraller) ise çökelme ortamı yanında bitümlü şeyl'in kalitesine yönelik önemli bilgiler sunar.

Dünya'da enerji (petrol) krizi dönemlerinde doğal ham petrol'ün yerine geçebilecek alternatif enerji kaynaklarından birisi de petrollü şeylerden üretilen şeyl petrolüdür. Dünyanın en büyük bitümlü şeyl yataklarının bulunduğu Wyoming'de(ABD) bitümlü şeylerin karakteristiklerin belirlenmesi ve yerinde damıtma teknikleri (In-situ retorting) üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Dünya rezervinin yaklaşık 2/3 üne karşılık gelen 270 milyar ton rezerve sahip Wyoming bitümlü şeylerinden 75litre/ton şeyl petrolü eldesinin mümkün olduğu belirtilmektedir. Bu miktar 1.6 trilyon varil olup, ABD' de bugün bilinen petrol rezervlerinin yaklaşık beş katına eşdeğerdir.

Brezilya da bitümlü şeyl rezervinin 2,7 milyar varil şeyl petrolüne eşdeğer olduğu tahmin edilmektedir. Bu ülkede Petrosix dizaynı ile damıtma yapılmaktadır.

İsrail'de Rotem Yamin sahasında 35-80 m kalınlık sunan bitümlü şeylerin petrol potansiyeli ise 60-71 litre/ton dur. Yıllık üretimi 450 000 ton olan İsrail' de 12 MW' lık bir santralde elektrik enerjisi üretilmektedir.

Ürdün' de bitümlü şeyl kaynağı 40 milyar ton olup, yerinde üretilen rezerv 4.00 milyar tondur.

Sentetik petrol ve elektrik enerjisi üretimine yönelik santralin fizibilite çalışmaları sürmektedir. Fas'ta bitümlü şeyl kaynağının rezervi 12.3 milyar ton olup, bunun sentetik petrol olarak potansiyeli ise 3.42 milyar varil olarak verilmektedir.

Estonya'da bitümlü şeyl çalışmaları 1916 yılında başlamış ve yıllık üretim1980 'de 41 milyon tona ulaşmıştır. Estonya'da bitümlü şeylerden elektrik, gaz, sıvılaştırılmış hidrokarbon ve diğer kimyasal ürünlerin eldesinde yararlanılmaktadır. Dünya bitümlü şeyl üretiminin %70' i Estonya' da gerçekleştirilmektedir. Günümüzde bitümlü şeyl, Estonya' nın en önemli enerji kaynağı olup, ülkede kullanılan elektriğin %92' si bitümlü şeyl ile çalışan iki termik santralden elde edilmektedir. AB içerisinde uygulanmaya konulan tüm çevresel yaptırımlara karşın, Estonya'da elektrik enerjisi üretiminin 2015 yılına kadar bitümlü şeylden sağlanmasına karar verilmiştir. Şeyl petrolü üretimi 4400 varil/gün olarak gerçekleştirilmektedir.

Bu ülkelerin dışında Avustralya, Çin, Ürdün, Fas, Rusya Federasyonu ve Tayland' da bitümlü şeylerin ekonomiye kazandırılması yönünde ve enerji üretim amaçlı önemli çalışmalar ve projeler yürütülmektedir (Tablo-2).

Ülkemizde petrollü şeyl araştırmaları MTA'nın kurulmasıyla 1935 yılında başlamış ve ilk yıllardaki çalışmalar bütün dünyada olduğu gibi sentetik şeyl petrolü üretimi amacıyla sürdürülmüştür. Ülkemizde Almanya ile beraber Bolu çevresindeki bitümlü şeylerden petrol üretme çalışmaları yapılmış ancak sonuçlandırılmamıştır. Bu çalışmalara altyapı oluşturmak amacıyla 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 ve ülkemizde günümüze kadar 1.6 milyar ton petrollü şeyl rezervi belirlenmiştir, ancak bu potansiyelden henüz yeterince faydalanılmamaktadır.

Ülkemizde yeni belirlenen ve önemli potansiyel rezerve sahip olduğunu düşündüğümüz Ereğli –Bor Neojen havzası ülkemizde yerinde retortlama

yöntemi ile şeyl petrolü üretiminde ön araştırma yapılabilecek miktarda uygun petrolü şeylleri bulundurmaktadır.

2. JEOLJİK KONUM

Ereğli-Bor Neojen havzası Orta Anadolu'da 'Tuz Gölü Havzası' olarak bilinen havzanın ve Kapadokya bölgesinin güney kesiminde yer alır. Bölgede Tersiyer yaşlı sedimanter, volkano-sedimanter ve volkanik kaya birimleri geniş alanları kapsamaktadır. Bölgede daha önce çeşitli amaçlarla yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır (Blumenthal, 1956; Demirtaşlı ve diğ., 1973; Yoldaş, 1973 ve Oktay, 1982, Atabey ve Ayhan.,1986).

Havzanın kuzeydoğusunda Niğde masifi metamorfik kayaları, kuzeyinde Melendizdağı, Hasandağı genç volkanikleri ve Kırşehir masifi metamorfikleri, batısında Karacadağ volkanikleri, güneyinde Ulukışla volkanikleri ve Bolcardağı birliği karbonat kayaları, doğusunda ise Aladağ birliği karbonat kayaları (Toroslar) yer alır.

Ereğli-Bor Neojen havzası yaklaşık KD-GB yönlü uzanımına sahip tektonik kontrollü eşzamanlı bir depolanma havzasıdır(syndepositinal basin). Havzanın kuzeybatı kenarı Karacadağ yükseltisi ile Hasandağı yönünden gelen Tuzgölü fay zonu kolları

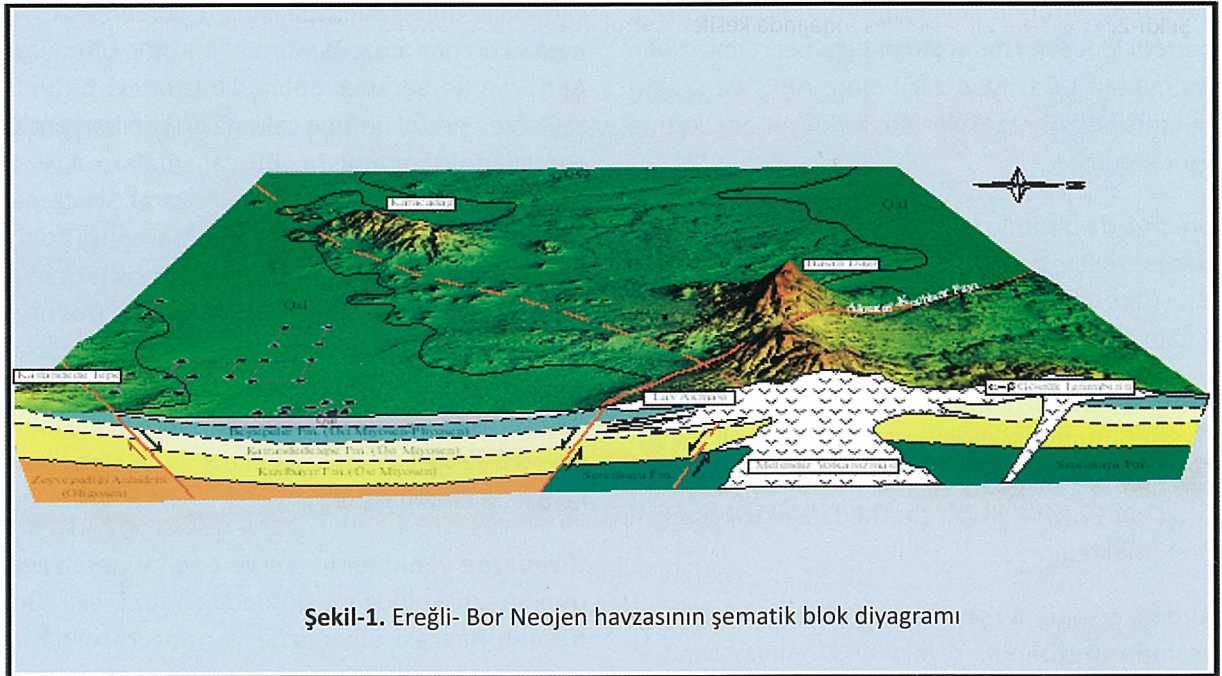
tarafından denetlenmektedir. Havzanın doğusu ve güneyi ise KD-GB doğrultulu Niğde fayı zonu ile kontrol edilmektedir(şekil-1).

3. EREĞLİ (KONYA)-BOR (NİĞDE) NEOJEN HAVZASINDA

PETROLLÜ ŞEYL VE PETROL POTANSİYELİ

MTA, Orta Anadolu Endüstriyel Hammadde Arama Projesi çerçevesinde havzada 2006 yılından beri önemli çalışmalar yürütmektedir. Proje programı çerçevesinde yürütülen Uzaktan Algılama, jeolojik ve jeofizik etüt çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda havzada araştırma amaçlı toplam 9 adet sondaj gerçekleştirmiştir. Bunların dört tanesinde petrol emareleri ve kalın petrolü şeyl seviyeleri kesilmiştir.

Proje çerçevesinde 2007 yılında Niğde-Bor-Badak Köyü kuzeyinde açılan 1168.40 metre derinliğindeki araştırma kuyusunda (NBK-07/02) 1035.00-1168.40 metreleri arasında sıvı petrol bulgusuna rastlanmıştır. Ayrıca 2008 yılında Konya- Ereğli-Yeniköy ve Acıkuyu köyü çevresinde açılan iki kuyuda da sıvı petrol ve petrolü şeyl bulgusuna rastlanmıştır. KEY-08/02 no'lu Yeniköy karotlu araştırma sondajında 437.80 metreden itibaren, KEY-08/04 no'lu Acıkuyu köyü sondajında ise 350.00 metreden



Şekil-1. Ereğli- Bor Neojen havzasının şematik blok diyagramı

itibaren petrolü şeyl seviyeleri ve sıvı petrol emareleri ortaya çıkmıştır (şekil-2,3).

Sıvı petrol, havzadaki Üst Miyosen yaşlı Katrandede formasyonu gölsel çökelmelerinden oluşan dolomit, silttaşı ve petrolü şeyllerin yapraklanmaları arasında, gözenek ve çatlakları içerisinde sıvı halde olup, yoğun miktardadır. Petrol ve petrolü şeyller 437.80-608.70 metreleri arasında 170.90 metrelik bir zon içerisinde. Petrollü şeyler Yeniköy kuyusunda toplam 85.00 metre kalınlığa ulaşırken, Acıkuyu köyü sondajında ise 55.00 metre kalınlıktadır. Havzada açılan diğer iki sondajda da

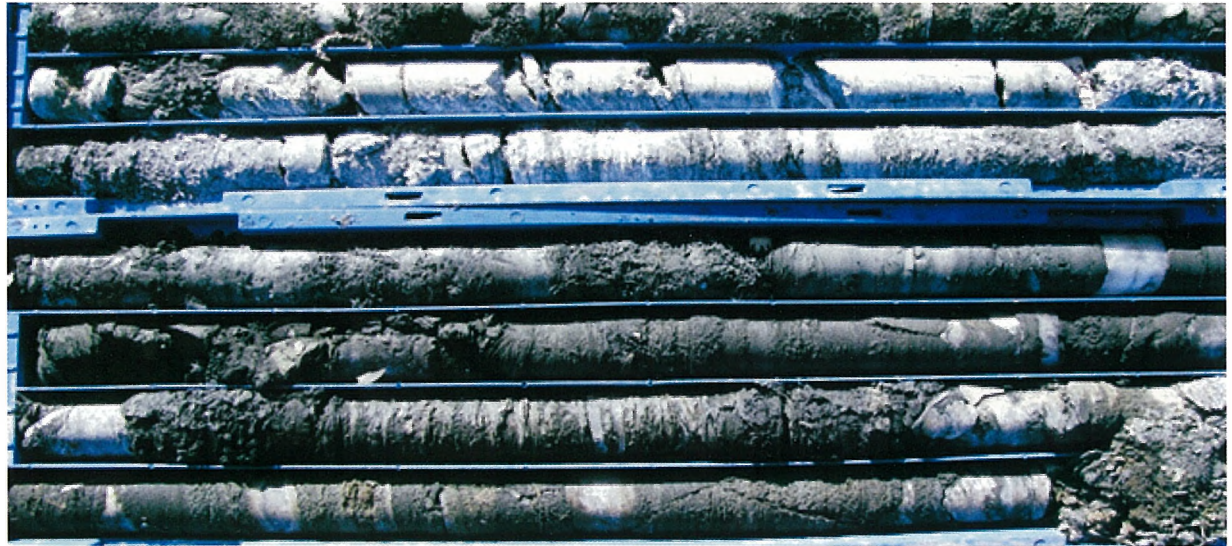
sırasıyla 1.00 ve 18.00 metre kalınlığında petrolü şeyl seviyeleri kesilmiştir.

Bor-Badak Köyü ve Ereğli- Yeniköy ve Acıkuyu köyü karotlu sondajlarında önemli petrolü seviyelerinin belirlenmesinden sonra, TPAO'da havzada sismik, gravite-manyetik etüt çalışmaları yapmış, 2008 yılında bir lokasyonda 2500 metre derinlikte araştırma kuyusu (TPAO-Bor-1) açmış, ancak ekonomik boyutta petrole rastlamamıştır.

Ereğli-Bor havzasında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen veriler doğrultusunda petrolü şeylerin



Şekil-2. Konya-Ereğli-Yeniköy sondajında kesilen petrolü şeyl ve sodyum sülfat tuzu-halit ardalanması.



Şekil-3. Konya-Ereğli-Acıkuyu sondajında kesilen petrolü şeyl ve sodyum sülfat tuzu ardalanması.

petrol ürettiği gözlenmiştir. Petrollü şeyl numunelerinde yapılan petrografik incelemelerde eser miktarda pirit ve %10 oranında petrol kökenli organik madde içerdiği belirlenmiştir. KEY-08/02 no'lu sondajda 437.00-598.00 metreleri arasında kesilen petrollü şeyller arasında 124.00 metre kalınlığındaki bir tuz zonu içerisinde halit seviyeleri ile aralanmalı sodyum-magnezyum sülfat tuzlarından globerit, blödit ve az miktarda da tenardit belirlenmiştir (Şekil- 2).

Konya-Ereğli-Yeniköy(Acıkuyu) çevresinde gerçekleştirilen ikinci sondaj ise KEY-08/04 no'lu karotlu sondajdır. Bu sondaj, ilk sondajın 2 km kadar güneybatısında gerçekleştirilmiştir. Bu sondaj da 350.00 metreden itibaren petrollü şeyl birimleri kesilmeye başlanmış, 480. metreye kadar devam etmiştir. Bu birimler içerisinde de beyaz renkli killi sodyum sülfat tuzu (globerit) seviyeleri kesilmiştir. Bu birimlerdeki petrollü şeyller de sıvı petrol içermekte olup, petrollü şeyller 130 metrelik bir zon içerisinde izlenebilmiştir.

Havzadaki petrol oluşumları muhtemelen havza tabanındaki petrollü şeyl birimlerinden kaynaklanmaktadır (TPAO ile sözlü görüşme).

Her iki sondaj arasındaki 2.00 km mesafede petrollü şeylerin ve sodyum sülfat tuzlarının kesilmiş olması ve petrollü şeylerin ortalama 40 metre kalınlıkta, sodyum sülfatlı seviyelerin 175 metrelik bir zon içerisinde ortalama 25 metre kalınlıkta gözlenmesi bu havzanın önemli boyutta petrollü şeyl ve sodyum sülfat tuzu rezervine sahip olduğuna işaret etmektedir (tablo-1).

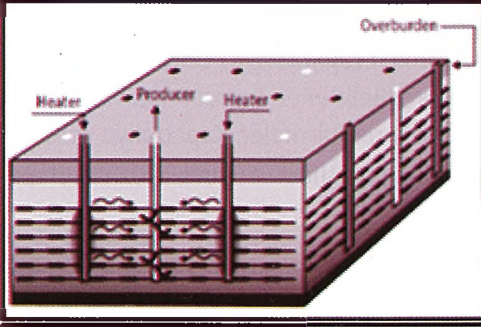
Ereğli-Bor havzasında yapılan jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmaları sonucunda Ereğli-Bor havzasının ABD-Wyoming, Colarado, Utah'da içine alan Green River havzasına çok benzer özellikler taşıdığı belirlenmiştir. ABD bu havzada 1850 yılından beri bilimsel çalışmalar (250.000 adet makale) gerçekleştirmiş ve havzadaki petrollü şeyllerin ekonomik potansiyeli ve şeyl petrolü üretimi ile ilgili sayısız AR-GE çalışmaları yapmıştır.

	SONDAJ ADI	PETROLLÜ ŞEYL DERİNLİĞİ	PETROLLÜ ŞEYL KALINLIĞI	YÜZEY ALANI(ort .)	ORTALAMA KALINLIK(m)	YOĞUNLUK (ort.)	POTANSİYEL REZERV (ton)
1	KEA-07/01	184.15	18.00	100 km ²	40.00	2.00 gr/cm ³	8 milyar
2	KEY-08/02	437.80	85.00				
3	KEY-08/03	204.30	1.00				
4	KEY-08/04	350.00	55.00				

Tablo-1: Ereğli-Bor Havzasında yapılan sondaj çalışmaları ile hesaplanan petrollü şeyl potansiyel rezervi.

ÜLKE	PETROLLÜ ŞEYL SAHASI	REZERVİ (milyar ton)	ŞEYL PETROLÜ ÜRETİMİ ALT SINIRI (Galon/ton) (1Galon=3.78 lt)	ÜRETİLEBİLİR ŞEYL PETROLÜ MİKTARI (milyar varil)
ABD	Utah, Colarado, Wyoming	213.00	20.00-30.00	1621
AVUSTURALYA	Doğu Queensland	67.00	14.02	1.72
ESTONYA	Rakvere	1.50	44.17	---
BREZİLYA	---	9.60	17.23	---
KANADA	Nova Scotia	1.50	---	0.25
İSRAİL	Necef Çölü	15.36	16.42	0.60
ÜRDÜN	GB Amman	60.00	26.45	4.00
UKRAYNA	---	8.80	33.33	0.30
FAS	Tarfaya	12.30	15.87	3.42
TÜRKİYE	Ülke Geneli + Ereğli-Bor havzası	1.64+8.00	14.81	2.10

Tablo-2: Ereğli-Bor Havzası petrollü şeyl potansiyel rezervinin dünya petrollü şeyl rezervleri ile karşılaştırılması.



Shell, 20 yıldır ABD Colorado, Piceance havzasında arazi deneyleri ile petrollü şeyllerden petrol üretme testleri gerçekleştirmektedir (U.S. Geological Survey)



Şekil-4. Shell Petrol Şirketinin ABD-Colarado-Piceance Havzasında petrollü şeyllerden yerinde (in-situ) retortlama yöntemi ile petrol üretiminden bir görünüm.

ABD Wyoming havzası, petrollü şeyl ve trona rezervi bakımından dünyanın en büyük havzasıdır. Shell Petrol Şirketi son 20 yıldır Colarado-Piceance Havzasında petrollü şeyllerden yerinde (in-situ) retortlama yöntemi ile petrol üretimi konusunda sayısız araştırmalar ve testler gerçekleştirmektedir (Şekil-4). Önceki yıllarda 40 dolar/varil'i bulan şeyl petrolünün üretim maliyeti bugün, 20-25 dolar/varil seviyesine kadar düşmüştür. Petrol fiyatları yükseldikçe şeyl petrolü üretimi ekonomik boyutlara ulaşmaktadır.

Bütün dünya ülkeleri petrollü şeyller üzerinde şeyl petrolü üretimi amaçlı birçok çalışma gerçekleştirmiş ve sonuçta üretime geçmiştir. Diğer ülkelerin bu konuda yapmış olduğu çalışmalar sonucunda bulunduğu petrollü şeyl rezervleri ve üretilebilir şeyl petrolü miktarları tablo-2'de verilmiştir. Ülkemizdeki petrollü şeyl potansiyel rezerv durumu da diğer ülkelerle karşılaştırılmıştır.

Havzadaki bu yeni bulguların netleştirilmesi ile ülkemizdeki petrollü şeyl rezervinin ve üretilebilir şeyl petrolü miktarının belirlenmesi, ülkemiz için acil araştırılması gereken enerji projelerinin başında gelmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin petrol ve doğalgaz ihtiyacının büyük bir bölümü ithalat yapılarak karşılanmakta, bunu için önemli miktarda döviz harcanmaktadır. Petrol ve doğalgaz arama ve üretim çalışmalarının hızla devam ettiği ülkemizde petrol ve doğalgaz krizi henüz çözülmüş değildir.

Ereğli-Bor havzasındaki petrollü şeyllerin kimyasal, mineralojik-petrografik ve teknolojik özellikleri ile beraber, şeyl petrolü-doğalgaz verimliliğinin ve şeyl petrolü-doğalgaz üretilebilecek seviyelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Havzada, MTA-TPAO ortak çalışma projesi oluşturarak, MTA Genel Müdürlüğü arazide jeolojik etüt ve sondaj programını yürütürken, TPAO da laboratuvar analizlerini gerçekleştirebilir. Petrollü şeylerden yerinde retortlama yöntemi (in-situ) ile şeyl petrolü üretmek için ön araştırma niteliğindeki çalışmaların bütünü MTA-TPAO imkanları ile yürütülebilecek bir çalışmadır.

Havzadaki petrollü şeyler arasında bulunan çözünebilir kimyasal tuzların (halit, globerit, tenardit) çözelti madenciliği ile üretilmesi sonucu yeraltında oluşacak boşluklarda hava ve doğalgazın yakılması ile petrollü şeyler yerinde ısıtılarak petrol üretimi çok daha kolay ve düşük maliyetle gerçekleştirilebilir.

Dünyada yakın zamanlarda yaşanması muhtemel petrol krizi sebebiyle, petrollü şeylerden üretilen şeyl petrollerinin hidrojen ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişte köprü olması beklenmektedir. Tüm dünya ülkeleri yerli enerji kaynakları üzerinde AR-GE çalışmaları gerçekleştirerek alternatif petrol ve doğalgaz kaynak araştırmaları yapmaktadır.

Bu sebeplerle, Ereğli-Bor havzasında ülkemizdeki özel ya da kamu kuruluşlarının sıvı petrol araştırma ve petrollü şeyl kayaçlarından yerinde retortlama yöntemiyle şeyl petrolü üretmek amacıyla ön araştırma projeleri oluşturarak çalışmalara acil olarak başlaması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Murat, A. 2007, Ereğli(Konya)-Bor(Niğde) Neojen Havzasında Yeni Belirlenen Petrol Bulgusu Üzerinde Ön Jeolojik Değerlendirmeler, Kapadokya yöresinin jeolojisi Sempozyumu bildiri özleri, Niğde

Murat, A. 2008, MTA'nın çalışmaları sırasında tespit edilen yeni bir petrol bulgusu (Niğde-Bor-Badak sahası), MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, Sayı.4, 23-25, Ankara

Köker, A ve Tola, N., (1989), Bolu, Göynük Bitümlü şeystlerinin detay analizleri ve retortlama yöntemi ile sentetik ham petrol eldesi imkanlarının araştırılması, MTA raporu, Ankara.

Şengüler, İ., 2004, Asfaltit ve bitümlü şeylin Türkiye'deki potansiyeli ve enerji değeri TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu, küresel enerji politikaları ve Türkiye gerçeği, 186-195.

Türk standardı TS 729 ISO 647, kahverengi kömürler ve linyitler-düşük sıcaklıkta damıtma ile katran, su, gaz ve kok veriminin tayini.

Tüysüz, O.1998, Petrol jeolojisi, Avrasya yerbilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.