

Madencilik Yöntemleri İle Ham Petrol Üretimine Teknik ve Ekonomik Yapılabilir İncelenmesi ()*

özetliyerek Çeviren: Tacettin ATAMAN (**)

ÖZET

Dünyada ve bu arada A.B.D.'de yakın bir gelecekte bir enerji, darlığı başlayacaktır. Bu dar boğazı karşılayacak bir sürü önlemler ileri sürülmüştür. Her ne kadar A. B.D.'de ve dünyanın diğer petrol üreten ülkelerinde, bulunmuş ya da bulunabilecek çok büyük petrol rezervleri var ise de, bu yatakların ancak çok az bir kısmı yer yüzünden açılan sondaj kuyularından üretilebilmektedir. Petrolün geriye kalan kısmı ise yer yüzüne çıkarılmamaktadır. İşte bu çıkarılmayan petrol kısmını Madencilik yöntemleri ile çıkaran düşünceyi günümüzün en önemli konularından birisidir.

Madencilik yöntemleri ile petrol üretimi birçok ülkelerde asırlarca önce başlamıştır. 1930'larda Avrupa'da bu yönden başarılı olmuş ve bu konu Bureau of Mines'in 351 sayılı bülteninde incelenmiş ve yayımlanmıştır. Bu incelemeye göre uygun koşullarda, bazı petrol yataklarından, arta kalmış petrolün bir kısmı ekonomik olarak üretilebilir. Bu, yazının amacı da 1930'i ardan bu yana gelişmiş olan teknoloji ve değişmiş olan ekonomik koşullar altında, ma-

dencilik yöntemi ile petrol üretiminin kârlı olup olmadığının araştırılmasıdır.

Önce, var olan petrol yataklarından madencilik yöntemine uygun olanlarının tespiti yapılmıştır. Ondan sonra, uygun görülen bu petrol bölgelerinde, en uygun olacağı düşünülen madencilik yöntemleri saptanmıştır.

Bunun üzerine, her petrol yatağı (uygun görülen) için, düşünülen madencilik yöntemine göre bir ocak planı hazırlanmış ve bu projeye göre de bu işletmenin yapılabilirlik etüdü hazırlanmıştır. Bu incelemeyi Golder Associates teknik kurulu yapmıştır. Bu kurulu oluşturan elemanlar klasik madencilerdir. Proje, normal madencilik standardlarına göre hazırlanmıştır. Dışarıdan bazı petrol jeologlarının ve mühendislerin yardımları sağlanmıştır.

1. PETROL MADENCİLİĞİNİN TARİHÇESİ

Madencilik yöntemleri ile petrol üretimi asırlarca önce yapılagelmiştir. Bununla birlikte günümüzde bu tür uygulamaların sayısı azdır. Bu uygulamaların savaş za-

(*) Bu İnceleme, Golder Associates-Kirkland, wa tarafından. Bureau of Mines için Ekim 1978 de hazırlanmıştır.

(**) Prof. Dr. Maden ve Petrol Mühendisliği Bölümü, ODTÜ, ANKARA

inanlarında stratejik petrole olan gereksinim için ne pahasına olursa olsun Dünya savaşı üretim yapılınsı düşünceci.

— Petrol üretimi kıt olan ülkelerin uygun koşullar altında petrol üretmeleri : 1920 ve 1930'larda Avrupa'deki uygulamalar (ucuz işçilik sayesinde). Planlı ekonomi uygulanan ülkelerde : Sovyetler Birliđi gibi.

— Petrol gereksinimini karşılamak için : Penna - A.B.D. gibi.

Son yıllarda petrol fiyatlarının çok hızlı yükselmesi ve Kuzey Amerika'da ortaya çıkan üretim düşüklüğü sonucunda, gerek özel girişimci ve gerekse devletçe işletilen kuruluşlar petrol üretimine adeta zorlanmışlardır, böylece :

Athabasca bitümlü kumları (Alberta - Kanada) yatağında üretime geçilmiş ve A.B. D.'de buna benzer girişimlere başlanmıştı.

2. KAYNAK ZENGİNLİĞİ

A.B.D. dünyanın en çok petrol Üreten ülkelerden biri olduğu ve petrol yataklarının ancak çok az bir kısmında alınabildiği bilinmekle birlikte, bu yatakların rezervlerinin ne kadar büyük olduğunu bilenler azdır. Gerçekte, bütün petrol yataklarında çıkarılmayan petrol miktarı 300 milyon varil kadar olup orjinal rezervin üçte ikisi kadardır. Hatta denebilir ki, madencilik çabaları ile çıkarılabilecek petrol miktarı bundan da fazladır.

Hidro - karbon içeren diğer kayacların ve rebilecekleri petrol bu miktara dahil değildir. Zira, bu yatakların üretimi ekonomik olmadıkları için hesaba dahil edilmemişlerdir. Bu gibi kayaçlardaki ağır petrolün yüksek viskozitesi ve içinde tutuldukları kayacların yapısal özellikleri, bu ağır sıvıların sondaj kuyularına doğru akmalarını önlemektedir. Bu kayacların tipik bir örneği, bitümlü diyamotitlerdir. Ayrıca bitümlü şistler, grêler ve asfaltlı yatakları da bu gruba girerler.

3. SEÇİLMİŞ OLAN «MADENCİLİK YÖNTEMLERİ VE PETROL HAVZALARI»

Petrol Havzası Seçilmesinde :

- Yer yüzüne göre derinlik,
- Yatak büyüklüğü,
- Zahiri tenörü,
- Petrol içeren kısmın kalınlığı

gibi etkenler göz Önünde bulundurulmuş ve buna göre bilgisayarla en uygun yataklar seçilmiştir. Böylece ilk etapta 10000 petrol havzası ve bu 10000 havza içinden de, en uygun olan 50 tanesi seçilmiş bulunmaktadır.

İşin bundan sonraki aşamasında uygulanacak yeraltı ya da yerüstü açık işletme yöntemleri daha yakından incelenmiş ve bu yöntemlerin bir dökümü yapılmıştır. Ayrıca bu yöntemlerden, petrol içeren kayaların özelliğine ve yöntemin ekonomik olma derecesine göre de bunların arasından en uygun birkaçı seçilmiştir.

Bu en uygun yöntemlerin birkaçı seçilen petrol havzaları ile karşılaştırılmış ve sonuçta beş yeraltı ve dört yerüstü işletmesi üzerinde karar kılınmıştır.

Bu dokuz işletme projesinde;

- Petrol madenciliği yöntemini kapsamı içene alması,
- Seçilen bütün yöntemlerin o işletme için ekonomik olması,
- Her yöntemin en az bir işletme için ekonomik olmasıyla, bu işletmenin değerlendirilmesinde, o yöntemin esas alınması

kriterleri esas alınmıştır.

4. ELDE EDİLEN VERİLERİN SINIRLI OLUŞU

Maden jeolojisi verilerinin toplanması sırasında, bu verilerin yetersiz olduğu görülmüştür. Maden mühendisleri, özellikle rezerv miktarı ile kayacların kalitesini tayin ederken bu noksan verilerle karşılaşmışlardır. Maden mühendislerine gereken bilgiler, petrol mühendisierinkinden çok

farklıdır. Petrol mühendislerini tatmin eden bilgiler maden mühendisleri için yeterli değildir. Bu noksan jeolojik bilgiler tamamlanmadan, büyük ölçüde işletmecilik yapılamaz.

Petrolü Ayırma İşlemi (Processing)

Petrol madenciliğinde, petrol içeren kayalar yer yüzüne çıkarıldıktan sonra, o kayaların içindeki petrolü kayaktan ayırma işlemini uygulayacak bir tesise gereksinim vardır. Bu ayrılan ham petrolü de aratarak satılır ve kullanılabilir duruma getirmeye gerek vardır. Böyle bir tesis için de sermayeye gereksinim vardır. Bu işe madencilik kısmından daha çetin işlemler gerektirir.

Petrol taşıyan kayalar çok farklı tiplerde ve karakterdedir. Petrolün çeşidi ve kayaç içindeki kenetlenme şekil, bu ayırma işlemi tesisini etkiler. Ayırma İşlemi üç ayrı sınıfa ayrılır :

1. Sıcak su geçirme,
2. Çözelti haline getirilerek çıkartma
3. Damıtma

Bunlara ek olarak, her özel tesis içinde değişik derecede;

- Kıırma-öğütme (Petrol içeren kayacın),
- Petrolün kayaktan ayrılması (Özellikle ince kil parçacıklarından}
- Gerekli sulandırma ya da parçalama (crecking) işlemleri ile rafineleriye verilecek duruma getirilmesi sağlanır.

Bu işlemlerin geliştirilmesi ile ağır yağlar elde edilir (Athabasca bitümlü kum yatağında uygulanan işlemler de olduğu gibi). Ayrıca bir takım araştırmacı şirketler, petrol içeren dlyatomitlerde faal araştırmalar yapmaktadırlar. Bununla birlikte, yeni gelişmelere ve kanıtlayıcı çalışmaların yapılmasına gereksinim duyulmakta ve ancak bu gelişmeler oluştuktan sonra, bu işin yapılabilirliğine varılabilecektir. Bunun içine de esaslı bir araştırma programı hazırlamaya ve pahalı olan Pilot Tesisleri kurmaya gereksinimi vardır. Ancak un-

tulmamalıdır ki, açılacak madeni etkileyecek olan petrol yatağındaki jeolojik değişimler ayrıntılı şekillen de varolabilir. Petrol taşıyan kayaların fiziksel özelliklerindeki ani değişimler ve petrol tenörlennin birden değişmesi, ayırma tesisinin çalışması üzerinde olumsuz etkiler yapabilir.

Bunu önlemek için tesise verilen kayaların önceden harmanlanması gerekir.

5. ÇEVRE KİRLENMESİ

Petrolün madencilik yöntemiyle üretiminin çevre üzerindeki olumsuz etkileri, kullanılan madencilik yönteminin özelliğine ve bazı çevrelerin duyarlılık derecesine göre değişir. Bazı etkilemeler, her maden için ve her yerde önceden kestirilebilir. Ancak bu etkilemeler çeşitli şiddetlerde olabilir

Yeraltında petrolü drene etme yöntemi dışında kalan bütün madencilik işlemleri, yer yüzü topografyasının değişmesine neden olmaktadır. Çevredeki bitkiler azalır ve yeryüzü ya da yer yüzüne yakın suların yatakları (mecraları) değişir, su birikintileri, ve/veya kirlenmeleri oluşur.

Ayrıca ortalıkta toz, gürültü ve pis kokular oluşur. Artık - pisliklerin uygun bir yere atılması, petrolü alınmış kayaç artıklarının bir yerde toplanması güçlükler doğurur ve maliyeti arttırır.

Büyük çaptaki sanayi faaliyetlerinin sosyal etkileri nüfusu büyük olan yerleri geniş ölçüde tedirgin edebilir.

Maden işletmesi kurulan yerde bir nüfus yığılması oluşur ve bu nüfus patlaması birtakım hizmetlere gereksinim doğurur (İletişim, belediye hizmetleri gibi). Bunlar da çevrede fiziksel kanşılıklar yaratır (Elektrik şebekesi, kanalizasyon, havagazı, telefon şebekeleri gibi).

Kısa ömürlü maden işletmeleri ise, kuruluş devresinde olduğu kadar kapanış devresinde de böyle tedirginliklere neden olmaktadır.

6. YERALTI MADENCİLİK İŞLEMLERİ

Beş işletmenin projesi ve hesaplamaları yapılmıştır. Bunlardan ikisi doğrudan doğruya madencilik uygulamasıdır. Diğer ikisi drenaj (sızdırma) esasına dayanırken beşincisi de, drenajdan önce, petrol taşıyan kayacın çatlatılması ve sonra da petrolün drene edilmesi esasına dayanmaktadır.

Oda ve Duvar Topuk Yöntemi

Yatak; Circle Ridge Bölgesi RYOMING iki üst-üste yatan ve petrol içeren formasyon.

Üst formasyon: düşey kalınlığı 15-16 metre (50') olan fosfatlı dolomit.

Alt formasyon : 100' (=30.5 metre) kalınlıkta bir kumtaşıdır. Alttan yukarı kazma - doldurma sistemiyle ve oda - duvar topuk uygulayarak çalışılacaktır.

Dolgu maddesi petrolü alınmış öğütülmüş kumtaşı (gre) dir.

Petrol içerikleri 0.18 bbl/ton olan düşük tenörlü kayaçlara madencilik yöntemleri uygulaması yerinde olur.

Düşük tenörlü petrol içeren kayaçlardan petrol üretiminin ekonomik olabilmesi için günde en az 75000 ton üretim işlemek gerekmektedir. Buna göre 75000 ton x 0.18 bbl/ton = 13500 bbl/ton'luk bir üretim yapılmalıdır. Böyle bir maden ocağında iteri düzeyde bir mekanizasyon ile yüksek bir üretim için verimi gerekir. Ayrıca su, petrol ve gaz basması tehlikesinin yanı sıra her an için bir gaz patlaması tehlikesi de söz konusudur. Bu nedenle patlatmada ya da herhangi bir işlem nedeni ile bir kıvılcımın oluşmasının önlenmesi az masrafla sağlanmalıdır.

Maden işletmesi, bununla birlikte, projelendirilerek hesapları emniyet yönüne göre çok iyimser düşüncelere göre yapılmış olmasına karşın, proje yapılabilir nitelikte çıkmamıştır.

1 varil=159 Litre

Bu işletmenin çok az bir arazi çökmesine neden olacak bir yeraltı işleme olmasına, yerüstündeki ayırma işleme tesisi ve artıkların yığılması sorunlarının büyük olması, fazla işçi istihdamı gereği ve diğer problemlerin büyük çapta oluşacağı da görülmüştür.

Blok Göçertme

Petrol yataklarını oluşturan birçok oluşumların kolaylıkla göçerti lebi ten nitelikte oldukları kabul edilince, bu yöntemle üretim yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Kaliforniya'daki Casmalia petrol sahasında birkaç yüz metre kalınlıkta petrolü oluşumlar bu yöntemle konu olarak seçilmiştir. Yatak altı ve taşıma yolları, oldukça sağlam olan silttaşı (siltstone) tabakası içinde açılacaktır. Bu tabaka petrolü oluşumunun altında bulunmaktadır. Kazılacak kayaç kitlesinin altının patlatılması alışılmadık şekilde parmak şeklindeki başyukarılarla yapılır. Buradan yelpaze kesim şeklindeki delikler delinerek patlatmalar yapılır. Projede günlük üretim 32000 ton/gün olacaktır.

Çevreyi kirletme yönünden bu sistemin çok olumsuz etkileri olacaktır. Ocak işletmesi, geniş bir alanda kitle halinde göçmelere neden olacak ve bu göçmeler uzun süre devam edecektir. Yer yüzündeki ve yakınındaki yıkıntılar, buralardaki suların akım rejimini ciddi bir şekilde bozacaktır. Ayrıca, büyük bir tesis ve onun getirdiği istihdam sorunları yaratılmış olacaktır.

Emniyet yönünden böyle bir sistemin yapılabilirliği çok şüpheli olacaktır. Daha önce anlatılmış olan yöntem gibi, rutin delik delme ve patlatma ile kayaç diliminin alt kısmını patlatmak gerekir. Bu işe getek emniyet ve gerekse ekonomi yönünden çok zordur. Bütün kayaç aktarma (doldurma ve taşıma) yerlerinde gaz yayılmasının da beklenmesi gerekir. Üretim olanaklarını ve randımanını ancak peşin hükümle kabullenmek olanaklıdır, zira emniyeti sağlamak olanaksız olmasa da çok

zordur. Casmalla petrol yatağına gelince, üst tabakalardaki sulu oluşumlar ciddi su patlamalarına neden olabilir.

Parçalama -Sızdırma

Bu yöntemde kalın petrollü oluşumları parçalayıp petrolün sızmasını sağlamak için oldukça çok madencilik cabası harcanmaktadır. Bu parçalama yöntemi de arakatlı göçertme teknolojisine dayanır. Günde en az 24000 ton kayaç parçalanır. Bu yöntemin de önceki diğer iki yöntemler gibi bir sürü emniyet sorunları vardır. Emniyet konusunda en iyimser varsayımlar kabul edilse bile, çalışmış delik delme, patlatma, taşları yükleme - taşıma vb. gibi yardımcı işler göz önüne alındığında bu sistem bir bütün olarak çekici gözükmemektedir. Bu nedenle, grizulu taş kömürü ocaklarındaki emniyet kuralları standardı düzeyinde, böyle kayaçlardan bu şekilde petrol üretmenin ekonomik olması pek olanaklı görülmemektedir.

Bu sistemin ayrıca bazı teknik sorunları daha vardır. Büyük çapta parçalama yapılırken, üstteki kayaçların büyük çapta göçmeyeceği hususu da kanıtlanmaya muhtaçtır. Bundan başka, kayaçların parçalandıktan sonra, yeteri derecede petrol vereceği de kesin değildir.

Sızdırma Yöntemleri

Bu yöntem için iki proje yapılmıştır. Bunlar, yeraltında açılan bacalardan birbirine yakın delikler açılan iki istasyonun, petrol taşıyan yatağın altında ya da üstünde kurulması esasına dayanır.

IRMA Havzasında (Arkansas'ta) bu sistemin uygulandığı, projelerden birinde, petrol taşıyan üst oluşum içinde klavuzlar açılacak ve petrolün viskozitesini düşürmek için su buharı enjeksiyonu yapılacaktır. Bu SSCB'indeki halen Yarega havzasında uygulanmakta olan sistemin benzeridir.

California'daki Wheeler Ridge havzasında, bu yöntem için uygun görünen bir şisttaşı (siliststone) oluşumu, petrol yatağının tabanında olup bu yöntemin ikinci projesine

konu olmuştur. Bacalar bunun içinde açılmıştır. Buna göre petrolün sızması yer çekimi etkisi ile oluşacaktır. Bu bacalardan petrol yatağına doğru lağım delikleri açılacaktır. Bu projelerin herikisi için de, yeterli derecede jeolojik veriler toplanabilirse görünürde hiç bir güçlük kalmamaktadır. Bu zemin koşulları içinde petrol ve gaz akımları da vardır. Bunları uygulamadaki kolaylık daha çok görülmektedir. Zira petrol yatağının tavan oluşumu, tanımı gereğince su geçirmez formasyonlardır ve böylece oldukça kuvvetli ve sağlam kayaçlardır. Taban tabakaları için aynı varsayımlar yapılamaz.

Bu prolelerin teknik yapılabilirliği, petrollü kayaçta arta kalan petrolün alınabilecek yüzde miktarına bağlıdır. Buhar enjeksiyonunun. Özellikle sık delikler yapılması durumunda iyi sonuçlar elde edileceğine inanılmaktadır. Ancak yer çekimi; He sızdırma yöntemi için aynı şey söylenemez. Bununla birlikte, geniş aralıklı sondaj kuyuları arasındaki kısımlarda, bacalardan açılan sık deliklerle bir miktar daha üretim yapılabilmesi olağandır.

Her üç sızdırma yöntemi ile alınabilecek petrol miktarının analitik ve pratik yolla hesabının, yeterli kesinlikte olmaması nedeni ile başlangıçta, var olan petrolün % 50'sinin alınabileceği kabul edilmiştir.

Bu tahmin çok iyimser bir tahmin olup ekonomik hesaplamalarda bunun altına düşülmeli ve yer çekimi ile yapılan sızdırmada buhar enjeksiyonu kullanılmalıdır.

7. ACIK OCAKLA ÜRETİM

Bir kısım petrol taşıyıcı oluşumların örtü tabakaları kalınlığı, bunların açık işletme ile alınabileceği kadardır. Bunun için dört yatak ele alınmıştır :

1. UTAH'daki Sunyside yatağı :

0 — 800' (0 — 244 m) kalınlıktaki bir örtü tabakasının altından ortalama kalınlığı 350' (=107 m) olan bir bitümlü gre.

— Ekskavatör - kamyon sistemi uygulanacaktır.

— Günde 100000 ton=51300 bbl. ham petrol verecektir.

— Örtü kazı oranı 2.55=1

— İşletme ömrü=28 yıl

2. California'daki Kern River Yatağı

Ortalama 500' (=152.5 m) kalınlıktaki bir örtü tabakası altında, 700' (=213.5 m) kalınlıktaki petrol taşıyan Kum - çakıl yatağı.

— Kovalı - çarklı ekskavatör (Örtü tabakası gevşek kayalardan oluşmaktadır) ve bandkonveyör.

— Günde 130 000 ton=50 000 bbl ham petrol verecektir.

— Örtü kazı =3.85=1

— İşletme ömrü =27 yıl

3. California'daki Santa Cruz Sahası

50' (=15.25 m) kalınlıktaki bir örtü tabakası altında, 15' (=4.575 m), kalınlıkta bir bitümlü gre

— Örtü tabakası dragline ile önden arkaya doğru kaldırılacaktır.

— Cevher ise ekskavatör - kamyon sistemiyle kazılıp taşınacaktır.

— 4200 ton/gün =2160 bbl/gün ham petrol üretilecektir.

— İşletme ömrü : 12 yıl

4. California'daki Edna Yatağı

Geniş kısmı % 10 bitüm içeren, bitüm ile enprenye gre,

— Açık ocak 350' (=106.75 m) derinliğe kadar inecektir.

*

— Ekskavatör - Kamyon sistemi uygulanacaktır.

— Örtü kazı oranı : 1.1

— Günde 50 000 ton/gün =28000 bbl/gün bitüm üretilecektir.

8. EKONOMİK İNCELEME

Yukarıdaki projelerde uygulanacak madencilik sistemlerinde gerekli yatırımlar ve ma-

liyetler, ayrıntılarına kadar hesaplanmıştır. Yatırım tutarları maden teçhizatı ve tesislerini içermektedir. Madencilik işleri, arama ve proje masrafları ve gerektiği yerlerde petrol ayırma işlemlerini yapan tesislerin yatırım tutarı ve üretim maliyetleri hesaplanmıştır. Sermaye itfa hisseleri de göz önüne alınmıştır. Ancak petrol sahasının satın alınması hesaplara girmemiştir. Ayrıca, gerektiğinde yararlanılacak alan bedelleri yatırım dahil edilmemiştir. Bu etüdde maliyet karşılaştırmaları yapıldığı için bu sonuncu konulara önem verilmemiştir.

İşletme masrafları ve maliyetleri alışlagelmiş yollarla hesaplanmıştır. Her işlem için gerekli işçilik ve malzeme hesaba katılmıştır.

Ocak artıklarının atık alanına taşınması, düzenlenmesi ve çevre kirlenmesini önleme masrafları hesaplanmıştır.

Üç yeraltı işletme yönteminde : Üretim maliyeti 30 dolar/bbl'dir. Doğrudan baca açma yöntemi ile üretimde üretim maliyeti 60\$/bbl'dir.

Düşük tenörlü yataklar olmakla birlikte, maliyet 30 \$/bbl altına düşmemektedir.

iki yeraltı sızdırma yönteminde üretim maliyeti 10 \$-17 \$/bbl'dir. Ancak burada, görülen kurtarma {(recovery) oranına ulaşma koşulu vardır.

Dört açık işletmede üretim maliyeti; örtü tabakası sert ise 21 \$/bbl, örtü tabakası yumuşak ise 12\$/bbl'dir.

Bu maliyetler; petrol tenörüne, örtükozi oranına ve örtü tabakasını oluşturan kayaların sertlik derecesine göre değişmektedir.

9. GENEL SONUÇLAR

Bureau of Minestın 351 sayılı bülteninde 1930 larda incelenmiş olan yeraltı pettol madenciliğinde varılmış olan sonuçlar, geçen yarım asırlık süre içinde geçerliliklerini kaybetmemiştir. Yeraltı bacalarına petrolü sızdırma yönteminde ise, petrol alınma

yüzdesini arttırma daha ümitli görülmekte ve daha kasti olduğunu göstermektedir.

Petrol içeren kayacların, yeraltından doğrudan doğruya üretilmesi henüz, emniyet ve kârlılık yönünden ümitli gözükmemektedir.

Acık ocak madencilik tekniği, örtü tabakasının az kalın olduğu yataklarda düşük üretim maliyetleri sağlamaktadır.

Petrollü kayaçtan hidrokarbonlu maddeleri ayırma yöntemleri çevre kirlenmesini önleme ve sorunları çözülmek koşuluyla bu yöntemlerin insanlığın akaryakıt gereksinimini karşılamada yararlı olacakları ve bunu bugünkü petrol fiyatları düzeyinde kalınarak kalınmak yoluyla sağlıya bilecekleri görülmektedir.

En önemli konu işletilebilir rezerv miktarının saptanmasıdır. Rezerv ve hidrokarbonların, yatak içindeki dağılımı ve bu rezervin alışlagelmiş tükenme hesaplamaları hiç bir zaman yapılamamıştır. Aynı belirsizlik, petrol içeren kayacların fiziksel özelliklerinin bilinmesinde de vardır. Bir ya da daha çok petrol yataklarının özelliklerinin var olan bilgilen taranmış olması ve bunların petrol tenörlerinin ve kayaç özelliklerinin saptanması çok önemlidir. Sistemli bir numune alma ve Jeoteknik sondajlar yapıp bunlardan azami şekilde yararlanılarak değerlendirilmesi gerekir. Bu iki araştırmayı birleştirerek sade bir program hazırlanmasıyla esaslı tasarruflara ulaşmak olanaklıdır.

Açık ocak işletmesini kuvvetle etkileyen araştırma gereksinimi, çözümlenme aşamalarında olup, bu konu A.B.D.'de özel girişim endüstrisinde çok işlenmiş ve gelişmektedir. Bu konuda açık işletmeye konu olan bir yatakta, yapılabirlik ön raporu için yeterli bilgiler vardır. Böyle bir başarılı proje, petrol madenciliği için çok değerli dayanak olabilecektir. Ayrıca araştırmanın iterletilmesi de yardımcı olacaktır.

Başarılı yeraltı madenciliğine gelince, en önemli etken kayaçta petrolün alınabilecek yüzdesini kestirebilmektir. Yerinde sızdırma işlemleri yapılırken karşılaşılan emniyet sorunları sınırlı olmaktadır. Çevre kirlenmesi sorunları da azdır. Bunlardan başka gerektirdiği sermaye miktarı da azdır. Bu işlemlerin ekonomik geleceği, bununla birlikte kayaçta artan kalan petrolün önemli bir kısmının alınabilmesine bağlıdır. Bu hususta da dikkatli bir rezervuar mühendisliği ve madencilik olanaklarının iyice bilinmesi ve bu bilgilerin birleştirilmesine bağlıdır.

Özet Olarak :

Bu gözlemlerin uygulanma kapasiteleri 1932 yılındaki kadar gerçekçi olup enerji gereksinimine katkıda bulunacak niteliktedir. Bugünkü yöntemlerin uygulanmasından artakalan zengin petrol kaynaklarının alınabilme olanakları bu yöntemlerle belirlenmiş bulunmaktadır.

