

İNGİLTERE'DE YENİDEN ÖNEM KAZANAN YERALTINDA KÖMÜRÜN GAZ HALİNE GETİRİLMESİ ÇALIŞMASI (*)

GİRİŞ

Yüzeysel olarak bakıldığında açıkça Lenin'in koyduğu gibi «milyonlarca maden işçisinin enerjisinin» yerüstüne aktarılması demek olan «yeraltında kömürün gazlaştırılması» bir enerji üretim aracı olarak birçok avantaj sağlar gözükmektedir. Hiçbir kimsenin yeraltında çalışmasına gerek kalmayacak; bu tür işlemin minimal yüzey etkisi olacağı gibi ısı va arz kontrol problemleri nedeniyle klasik yöntemlerle derinliklerden kolayca çıkarılmayan kömürler işletilebilecektir. Öte yandan son zamanlarda yapılan bir İngiliz araştırması göstermektedir ki bir taraftan dünyanın belirli bölgelerindeki belirli tortullarda geçerli bir seçenek sunan bu süreç bir dizi sorunlar yaratırken, maliyet olarak da diğer enerji kaynakları ile rekabet edecek güçte değildir.

Geçenlerde İngiltere'de Ulusal Kömür Birliği (x) tarafından hazırlanan bir RAPOR, dünya çapında yeraltı kömür gazlaştırması (YKG) sürecinin tam olarak verildiği ilk rapor sayılabilir. Rapor gerçek pratik işlemlerden elde edilen detaya mümkün olduğu ölçüde sarılmış ve herhangi bir pratik deneyden geçmemiş süreçlerden kaçınmıştır. Raporun yeraltı gazlaştırmasına İngiltere'nin mevcut ve gelecekteki enerji temini açısından bakmasına karşın süreci ve buluşları; maliyet, çevresel sonuçlar ve emek istemi açısından diğer enerji kaynakları ile karşılaştırması değerini daha da arttırmaktadır.

SONUÇLAR

İngiltere ile ilgili olarak çıkarılan sonuçlar esas olarak olumsuzdur. Tahmin edilebilen gelecekte diğer enerji kaynakları (doğal gaz, açık ve

yeraltı kömür işletmesi, nükleer güç) yeraltı gazlaştırmasından daha ucuz olacaktır. Uzun vadede ise; erişilebilir kömür rezervleri ve doğal gaz tükendiğinde ve de yeraltı gazlaştırma teknolojisindeki ilerleme ile, bu süreç pekala rekabet edecek düzeye gelebilir. İngiltere'de uygulamayı engelleyen diğer etkenler ise YKG sürecinin işleme sokulacağı alanın geniş olması ve terkedilmiş çalışmalar yüzünden ortaya çıkabilen CO sızıntısı nedeniyle bu sürecin sadece Önceden dokunulmamış kömür alanlarında güvenle uygulanabilmesidir,

İngiltere dışında, özellikle geniş arazi alanlarına sahip SSCB, ABD Kanada gibi ülkelerde, muhtemelen bu süreç daha geniş bir kullanım bulacaktır, Amerika Birleşik Devletlerinde özellikle birçok geniş kömür rezervlerinin bulunduğu batı ABDMe bariz olarak yeraltı kömür madenlerinde çalışmamak için halkta doğal bir isteksizlik göze çarpmaktadır. Böyle durumlarda gazlaştırma, derinlerde yatan kömürün işletilmesini sağlar. Yazarlar, zaman zaman varsayıldığı gibi, yeraltı gazlaştırmasının yüzey üzerinde ihmal edilebilir çevresel etkisinin olmadığını acı acı vurgulamaktadır. YKG'nin gerekli bir özelliği damar kalınlığına bağlı olarak değişen derinliklerde sondajlar yapmak ve gerekli tesisatı yüzeye yerleştirmektir. Gazlaştırma ilerledikçe tesisatlar da yüzey üzerinde ilerler. Aynı zamanda göçük sorunu da vardır. Wyoming'de olduğu gibi yürütülen büyük ölçekli gazlaştırma projeleri seyrek topluluğun olduğu alanda yapılmış ve göçüğün etkileri pek farkedilmemiştir. Fakat derinde bir damarın yakılmasının yüzeyde göçük etkileri yaratacak bir boşlukla sonuçlanacağı gayet açıktır,

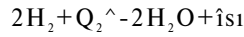
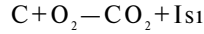
(x) «Yeraltı Kömür Gazlaştırması»-F.N. Thompson, I J.R. Mann ve F. Williams (1976 71. sayf)

SÜREÇ İLKELERİ

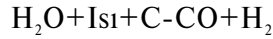
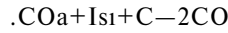
SSCB dışında dünyanın hiçbir yerinde ticari ölçekte hiçbir tesisat çalışmamış ve hatta burada İşlemlerin Ölçeği geçtiğimiz yıllarda genişlemekten çok azalmıştır. Süreç yürür fakat diğer enerji kaynaklarıyla bugün rekabet edemez.

Petrol fiyatlarındaki artıştan dolayı birçok ülke YKG'na başka türlü çıkarılmayan kömürlerin işletilmesi için bir araç olarak bakmaya başladı. Bu ülkeler ABD, Kanada, Belçika ve Batı Almanya'dır.

YKG'nın temel kavramı basittir. Yerde sadece kül artığı bırakan kömürün tam gazlaştırılması direk olarak havada kendi yanması sonucunda kömürün ısıtılmasıyla başarılabılır. Toplam reaksiyon esas olarak şöyledir.



Kömür tümüyle gazlaşmış olurken, ürün gazlar yanmaz hale gelir ve bir kez hissedilebilir ısı miktarını yitirdikten sonra az ya da hiçbir değeri kalmaz. Fakat tüm O_2 tüketildikten sonra sıcak gazlar bir sonraki kömür rezervleriyle yan yana getirilirse, ikincil zayıflatıcı reaksiyon meydana gelir:



Bu endotermik reaksiyonlar gazın hissedilebilir sıcaklığını kullanarak yakıt olarak kullanılabilen yanıcı gazı üretebilir. Üretilen gazın kalori değeri CO ve H_2 'nin göreceli oranlarına bağlıdır; fakat 200 Btu/ft³ civarında olması gerekmektedir, Oksijen için hava kullanıldığında, havadaki Nitrojen ürün gazı seyreltir ve gazın kalori değeri 80-100 Btu/ft³ olur. Böylece YKG sürecinin ürünü, seyrelmiş düşük kalori değerli katı parçalar ve katran içeren gazdır. Eğer yeterli büyüklükteki bir kömür alanı gazlaştırılırsa bununla bir kuvvet istasyonu desteklenebilir. Mümkün olan diğer uygulamaları seramik endüstrisinde tuğla fırınına ateşleme kullanımını içerir ama, gazın değişken bileşimleri sorun yaratabilir.

YKG'nın VERİMLİLİĞİ

Sürecin verimliliği dört ana faktör tarafından etkilenir gözükmektedir : Kömür tipi (derece, koklaşma özellikleri vs); damar kahilliği; nem içeriği; ve gaz yapıcı yapının biçimi.

Düşük derece kömürler sıgıdır, ateşlemesi kolaydır ve sert kok artığı bırakmaz, Antrasitler düşük permeabiliteye sahip olup derinde bulunurlar ve ateşlemesi çok zordur, YKG en iyi kaim damarlarda başarılı olmakta ve 3 ft'ten az kalınlıktaki damarlara uygulanması zordur. Nem miktarı ile ilgili olarak, bir kez reaksiyon tesis edilince belirli miktardaki su faydalı olmaktadır. Gaz yapıcı şekille ilgili olarak, O_2 miktarını atmak için birincil bir reaksiyon gereklidir; meydana gelen sıcak gazlar yeterli uzunluk ve yüzey alanına sahip kömürdeki kanallara sevkedilip zayıf reaksiyonların oluşmasını sağlamalıdır; geniş kömür alanlarının gazsız bırakılmaması için kanallar boyunca gaz akışını denetleyen yöntemler olmalıdır; ısı transferi, gaz-katı sınırı ve konaklama zamanını optimize etmek için girdaplı akım koşulları gereklidir.

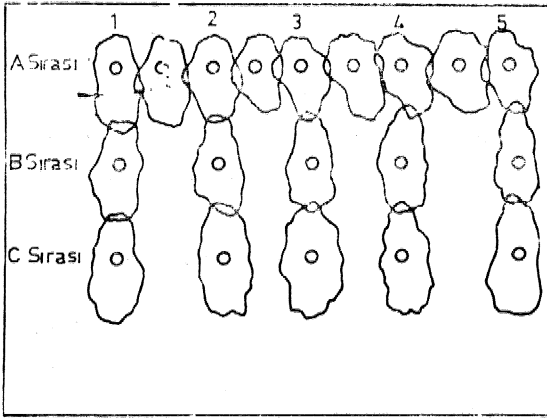
TEKNİKLER

Bütün mevcut YKG çalışmaları yüzey sondaj tekniklerine bağlıdır. Petrol endüstrisinde sapmalı sondaj, hidrolik gazı ve perméabilité araştırmaları geniş yer tutar ve bu tür tekniklerin maliyeti düşürülebildiği taktirde YKG'na uygulanabilir. Ön işletmecilik yöntemleri kullanılmaz gibi görünürse de bazı durumlarda avantaj yaratabilirler,

Bugünlerde rağbette olan dikey sondaj yöntemidir. Dikey sondaj kuyusu kömür damarına ulaşmak için en çabuk ve en kolay yoldur. Perméabilité araştırmalarında ve hidrolik kazıda son gelişmeler dikey kuyuları eskisinden daha sağlam olarak bağlamaktadır. Kuyular dik-dörtgen bir modele 75-100 ft (23-30 m) aralıklarla delinir Gerçek aralık kömür damarı permeabilitesine ve uygulanabilecek hava basıncına bağlıdır fakat kuyuların geniş aralıkla olmasının birkaç kuyu delindiği zaman bariz ekonomik

avantajları vardır. Öte yandan, bu aşamada çok geniş aralığın reaksiyon üzerindeki etkisi bilinmemektedir*.

Her sondaj kuyusunun damarda ya da «ayak izi»nde daha küçük (minor) ve daha büyük (majör) eksenli etki alanı olacaktır. (Şekil 1), İki ayak izi birbirinin üzerine geldiği zaman kuyular arasında akım kanalları düzenlenebilir. Kuyular arasında basınç farkı (bağlantı basıncı) temin ederek damardaki dikey kuyuları birbirine bağlamak için genişletilmiş bir kanal oluşturulur, Bazen su birleştirme sıvısı olarak kullanılır (hidrolik kazı). Arzulanan modelin gaz yapıcısı oluşturulur



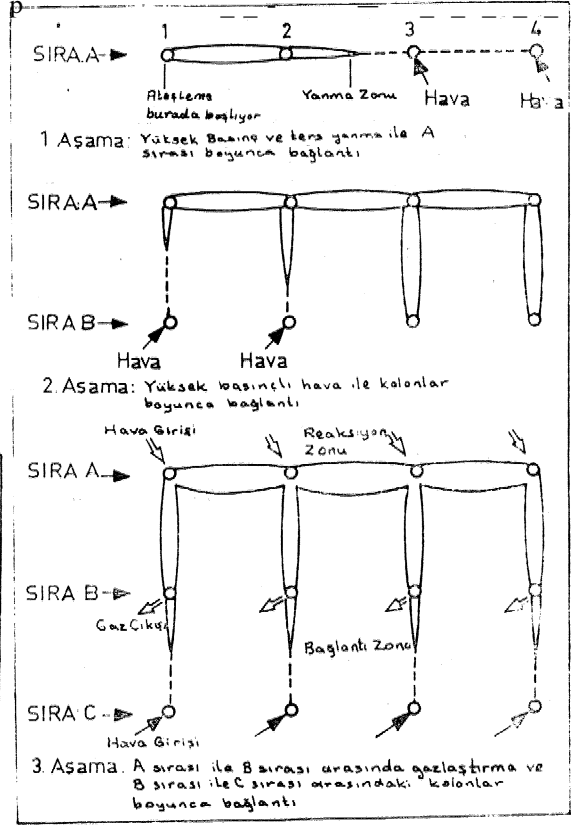
Şekil 1 - «Ayak izleri»nin bağlantısı vasıtasıyla kuyuların bağlantısı. Ayak izlerinin boyu eninden fazla şekli, A sırasındaki kuyu yerleştirilmesinin müteakip sıralara göre daha yakın olacağını göstermektedir.

A sırası çapraz bağlantı için yakın olarak yerleştirilmiştir.

Diğer sıralar çapraz bağlantıyı önlemek için geniş olarak yerleştirilmiştir.

A ve B sırabn arasında gerekli bağlantı modelleri tamamlanınca (şekil 2), üzerinden hava geçirilerek A sırası boyunca yüksek yoğunlukta reaksiyon zonu tesis edilmiş olur, A sırasının tümünden yanmasıyla gaz B sırasındaki kuyulardan dışarı çıkar, A ve B sıraları arasında gazlaştırma ilerlerken, C sırası boyunca üçüncü bir kuyu dizisi delinir ve bunlar önceden olduğu gibi B sırası ile birleştirilir. Bu yöntemle, gaz yapıcı genişletilir ve reaksiyon damar içinde sıradan sıraya kaymış olur. Bu temel sistem ya da değişik

biçimlerinin birçok seneler Rusya'da kullanıldığı sanılmaktadır.



Şekil 2 - Dikey sondaj yöntemi gelişiminin üç aşamasını göstermektedir, 1940 yılında Ruslar, Moskova havzasının Tula bölgesinde kahverengi kömürün daha yüksek permeabilitesi düzgün dikey kuyular arasında basınçlı bağlantılar kurmalarını sağladı. Bir dikey kuyuya sağlanan 88 lb/in² deki hava kömür damarlarından geçerek 25 m ötedeki ikinci kuyuda gözükür. Alıcı kuyunun tabanında ateşleme yapılır ve hava geçiti ters yanma ile yakılır, Seçilmiş modele göre birbirini izleyen kuyular arasında bu sürecin yinelenmesiyle hemen hemen her şekil ve ebatta gaz yapıcı yaratılabilir. En elverişlisi üstte gösterilen modeldir,

Belçika'da bu sistemin 3000 ft (1000 m) deki damarları gazlaştırmaya uygulanması tasarlanmaktadır.

Hava bağlantısı ve hidrolik kazı, damarın sıvı vasıtasıyla gelişigüzel delinmesine bağlıdır. Kuyu aralıkları büyüdükçe yanlış kuyuyla bağlantı kurmak ve muhtemelen gaz yapıcılığı berbat etme şansı fazlaşmaktadır. Fakat büyüyen uzaklıkla birlikte bağlantıya olan güvende bir düşüş olduğu konusunda bilgilenme azdır.

Dikey kuyular damara bir kuyu delinmesi ile bağlanabilir ama bunun gelişigüzel bağlantıyla karşılaştırıldığında bunun ne zaman ekonomik bir prosedür olacağı kesitirilememektedir. Yönlü sondaj (eğik kuyular) bir başka olasılık olup Lisichansk YKG projesi için Rusya'da kullanılmaktadır. Tüm işler yüzeyde yapılmakta, yöntem uygun olarak düz dikey ya da az eğimli bir kuyu ile başlanmaktadır. Çamurlu turbo sondaj makinası kullanılarak damara düşük bir açıyla girmek ve bilmen bir uzaklıkta kalmak için kuyu eğri bir yol izler, Masraf ve yavaş sondaj hızı YKG'ındaki bu yöntemi sınırlar. Bir başka seçenek yeraltı yollarından daman delmektir ve bu ön işletmecilik yöntemi olarak bilinmektedir. Yani bu yeraltında insan çalışmasını içermekte ve normal işletme derinliklerindeki damarlarda kısıtlanmaktadır.

MALİYETLER

İnceleme göstermiştir ki ön işletmecilikle üretilen gaz tüm gelişmelerin yüzeyde meydana geldiği yöntemden çok daha ucuza gelmektedir. Fakat sonucusu madencilğe elverişli yerlerin dışında derinlerdeki damarlara uygulanabilir*tedir. Maliyet araştırmalarında, kullanılan sondaj kuyuları arasında kabul edilen mesafenin (30rn= 100 ft) iki katma çıkarılmasıyla dikey sondaj yöntemi (maliyet açısından) ön işletmecilikle yapılan azıcık altına getirilebilir.

Maliyet sondaj kuyusu aralığının karesine bağlıdır, öyle ki kuyular arasındaki mesafenin iki katma çıkarılması gaz maliyetini 4 kat düşürür. Bağlantının geniş aralıklarla olanaklı olduğunu göstermek için deneyler gereklidir.

Maliyet düşürmenin öbür yaklaşımı ise gazlaştırmanın verimliliğini yükseltmektir; örneğin kömürden kazanılan ısı oranının yükseltilmesidir. YKG tesisinin % 51 den daha fazla verimli oldu-

ğuna ilişkin hiçbir kanıt yoktur. Maliyeti etkileyen diğer etkenler işletme basıncı, hava temin hızı ve üretilen gazın kalori değeridir. Daha yüksek kalori değerli bir gaz üretmenin bazı ekonomik avantajları vardır fakat bir 160 Btu/ft₃ (6 Mj/m₃) değerini elde etmek güç olacak ve bir mükâfatla doğrulanmayacaktır. (Bkz. : Tablo » 1)

OKSİJEN

Gazlaştırmada hava yerine oksijen kullanılması daha yüksek kalori değeri (250 Btu/ft₃) olan bir gaz verir ve serbest Nitrojen Doğal Gazın yerine kullanılmak (DGY) üzerine artılmaya elverişli daha iyi bir besleyici stok olduğundan; aynı zamanda ulaşımı da daha ucuza gelir. Fakat oksijen maliyetlidir ve üretilen gaz, hava ile üretilenden ısı birimi başına 13-14 p daha pahalıdır, Aynı zamanda, bir 100 M W YKG şilesinin günde 2,500 ton Ö₂ ye ihtiyaç vardır; bu da İngiltere'de Ö₂ üreten herhangi bir fabrikanın kapasitesinden çok çok büyüktür.

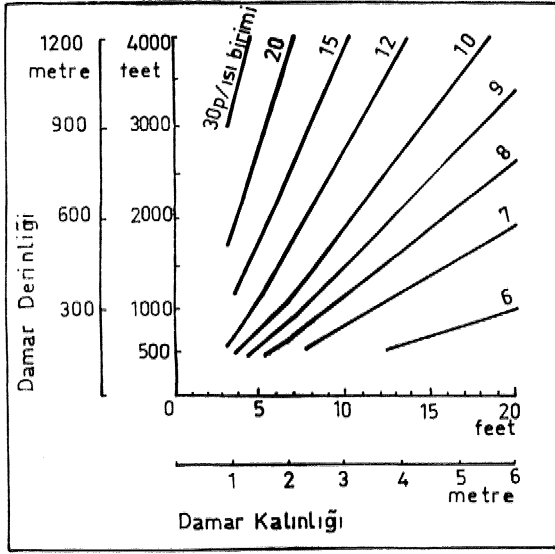
Gazın 10 mil (16 km) den daha öteye taşınması pahalı olmaktadır. Bu nedenle kullanma yeri ya da artırılması YKG sitesine mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır. YKG gibi bir enerji üretim sürecinin, maliyet ve işletme verimliliği gibi ölçütlerle ve kullanışlı enerjiye net katkısıyla beraber düşünülmelidir, YKG yeraltı madenciliği ve açık işletme ile karşılaştırıldığında YKG için harcanan bir ısı birimlik enerji, üretilen gazda 3 ile 5 ısı birimi oluşturacaktır, Aynı ısı harcamasının açık işletmede yapılması durumunda 13 ısı birimi ve derin madencilikte ise 20 ısı birimi üretilmiş olacaktır. YKG tarafından üretilen düşük kalori değerli gaz, yakıt yada kimyasal madde üretiminde besleyici stok olarak kullanılabilir. Tablo; 2 YKG projesinin sağladığı avantaj ve dezavantajların özetini vermektedir.

Tablo - 1

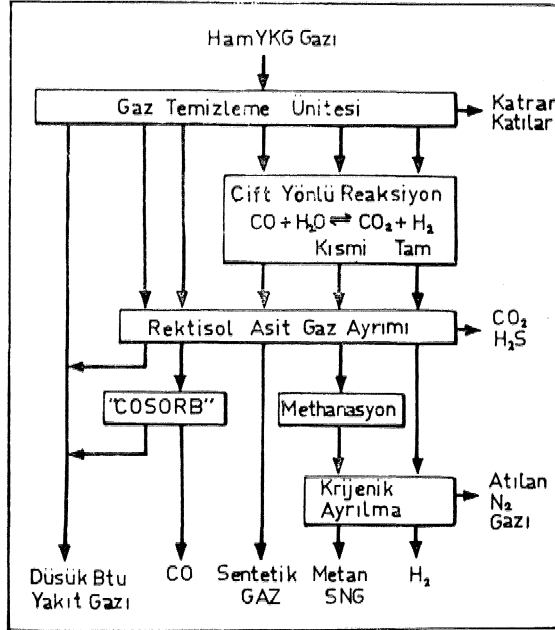
Maliyet/Gaz ısı birimini çeşitli aralıklarla karşılaştırılması

1000 ft (300 m) derinlikte 4 ft (L2 m) kalınlığı olan damarda, dikey sondaj yöntemiyle açılan kuyu aralıklarının değişmesinin ekonomik etkisine örnek:

Kuyular Arasındaki	60	ft	100	ft	200	ft	400	ft
Mesafe	(18 m)		(30 m)		(60 m)		(120 m)	
Maliyet/ısı birimi	27,8 p		12.4 p		7,3 p		5,9 p	



ŞeL 3 - Dikey sondaj yöntemi için maliyet konturları. Maliyet konturları, 3 ile 20 ft (1-6 m) arasındaki damar kalınlığı ve 500-4000 ft (150-1200 m) arasındaki derinliğin herhangi bir bileşiminden doğan gaz maliyetini hesaplamada kullanılabilir. Her konturdaki hafif dirseğe 6 ft (2m) kalınlığın üstündeki damarların gaz kalori değerlerindeki yükselme neden olmaktadır. Bu konturlardan tipik gaz maliyetleri bulunabilir.



Şek. 4 - YKG ile üretilen gazın arıtılması için çeşitli opsiyonlar.

Tablo - 2

YKG'nin AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Avantajlar:

- Klasik madenciliğin sorumlu tutulamayacağı rezervlerin potansiyel işletme yöntemini sağlar,
- Yerli bir gaz kaynağı sağlar,
- Bu gaz bir potansiyel kimyasal besleyici stoktur.
- Enerji sıvı biçiminde üretildiğinden kullanımında esneklik için en azından biraz potansiyel sağlar.
- Çevresel etkiler geçici olacaktır.
- Kül yeraltında bırakılmakta ve klasik madencilğe göre daha az kullanım artışı üretilmektedir,
- Emek yoğun düşüktür. Ya hiçbir kimse-nin yeraltında çalışmasına gerek kalmayacak ya da çalışsa bile sayıca az olacak ve en büyük tehlike noktalarından uzaklaştırılacaktır.

Dezavantajlar :

- Rezervlerin çıkarılması derin madencilğe göre birazcık daha azdır. Aynı zamanda enerji dengesi derin madencilğe göre daha az müsaittir,
- Maliyetler mevcut enerji maliyetlerinin en üst sınırında bulunmaktadır. Bir ısı birimi maliyeti her zaman kaynaktaki doğal gaz ve açık işletmeden daha yüksektir,
- Yatırılan sermaye derin madencilğe yatırılandan oldukça büyüktür,
- Üretilen gaz kirli olup düşük kalori değerine sahiptir ve nitelik olarak değişkendir,
- Gazdan DGY yapım maliyeti sıvı doğal gaz ithal masrafından daha yüksektir.
- Gazın 10 mil (16 km) in çok üstünde bir uzaklığa boru ile nakletmek ve saklamak pahalıdır,
- Çevreye verilecek geçici görünür zarara sondaj tesisatı, sondaj makinası ve boru hattı

neden olacaktır, Toprağın üst kısmı ağır makineler nedeniyle zarara uğrayacaktır. Geniş arazi alanları için geçici bir istem vardır.

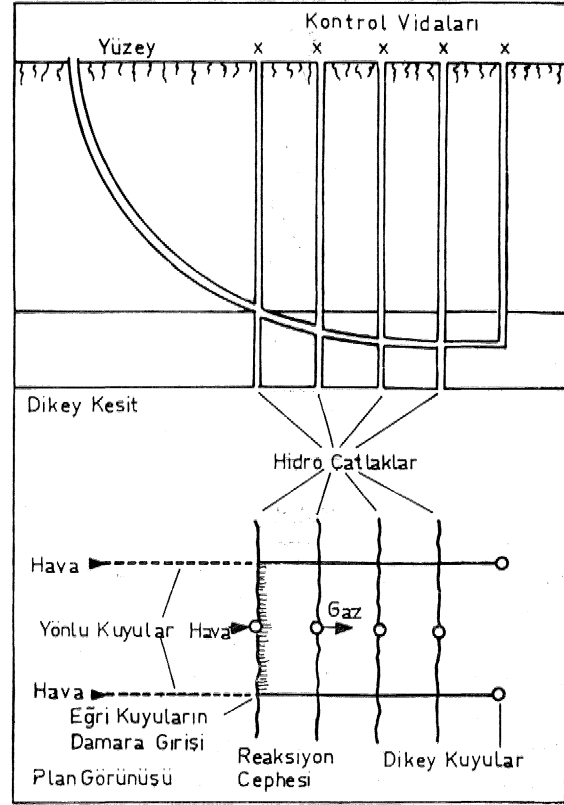
— Sondaj nedeniyle görülmüş olacaktır,

— Yeni hünerlerin öğretilmesi gerekecektir. Bir zaman için bu hünerler muhtemelen kısıtlı olacaktır.

Bugünkü Çalışmalar

Dünya çapında yapılanların kısa bir muhasebesiyle bugünkü durum yenilenmiş oldu.

ABD'de projeler, Laramie (Hanna); Morgantown (Pricetown) (Şekil 5: Bu proje için değişken plana bakınız); Teksas kamu kuruluşları; Teksas Üniversitesi; Lawrence Livermore Laboratuvarı; Pittsburgh (U.S.B.M.); ve Kentucky Üniversitesinde yürütülmektedir. SSCB'de Tula, Agrensk ve Yushno-Ârbinsk olmak üzere 3 site çalışma halindedir. Çok kısıtlı yerli enerji kaynağı olduğundan Belçika INIEX (Doğal Maddeler Endüstrisi Ulusal Enstitüsü) himayesinde temel özellikleri açıklayan bir gazlaştırma şeması bulunmuştur, Federal Alman Cumhuriyetinde devlet 1975 yılında başlayan bir YKG projesini himaye etmektedir, Kanada'da Alberta Araştırma Konseyi boru-hattı niteliğinde gaza veya DGY'ye çevrilebilen bir düşük Btu gazı üretmek amacıyla YKG yi incelemektedir*



Şekil 5 - Eğik kuyular ve hidrolik kazı kullanılarak Mar«gantown» ABD de değiştirilen plan. Pricetown W. Wdaki Morgantown Enerji Araştırma Merkezi sitesinde gazlaştırma damarı 900 ft (275 m) derinlikte 9 ft (2,75 m) kalınlığında olup kavramın kamltlma zemini için çok çetin bir yerdir, Rus Kholmogarsk sitesi için önerilen eğik sondajın hevesli uygulaması bilindiği gibi hiçbir zaman başlamadı; Morgantown «Uzunayak» üreticisinin Kholmogarsk'daki ile çeşitli benzerlikleri vardır.