

DOĞAL GAZ

Doğal Gaz; metan (CH₄), etan (C₂H₆), bütan (C₄H₁₀), propan (C₃H₈) gibi hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşan bir karışımdır. Yeraltında yalnız başına veya petrol ile birlikte bulunabilir.

Doğal gaz, yüzeyde ayrıştırılarak içerisinde bulunan ağır hidrokarbonlar (bütan, pentan... vb.) uzaklaştırılır. Doğal gaz, evlerimizde kullandığımız en temiz fosil yakıttır. Doğal gazın yanması durumunda karbondioksit, su buharı ve azot oksitler oluşur.

GELENEKSEL DOĞAL GAZ

Hidrokarbon oluşumu organik maddenin biyojenik ya da termojenik bozulumu ile olur.

- ❖ Biyojenik Gazlar : sığ alanlarda
düşük sıcaklık
anaerobik (oksijensiz yerde yaşayabilen) bakteriler
çok kuru gazlardır (metan)

- ❖ Termojenik Gazlar : derin alanlarda
organik maddenin sıvı ya da gaz halindeki hidrokarbona dönüşümü (birincil)
yüksek sıcaklıkta petrolün gaza ve pirobitüme dönüşümü.
(ikincil)
kuru (metan)
ıslak gaz (etan, propan, butan)

- Kil + kuvars + karbonat + organik madde =ŞEYL
Isınır ise **Kaynak Kaya**

Denizel ve/veya karasal organik madde
(fitoplankton+zooplankton)

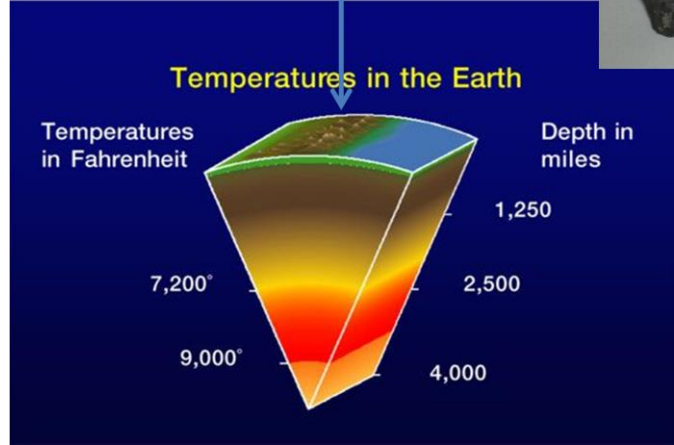
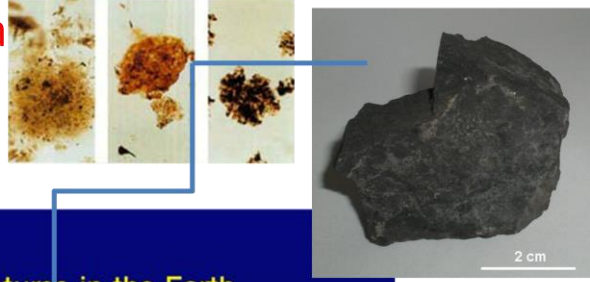
Petrol



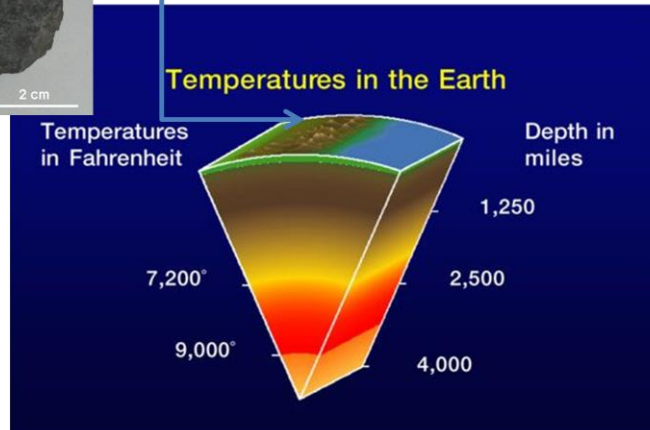
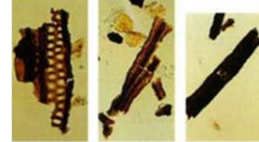
Islak gaz



Kuru gaz
(metan = CH₄)



- Kil + kuvars + karbonat + organik madde =ŞEYL
Kaynak kaya



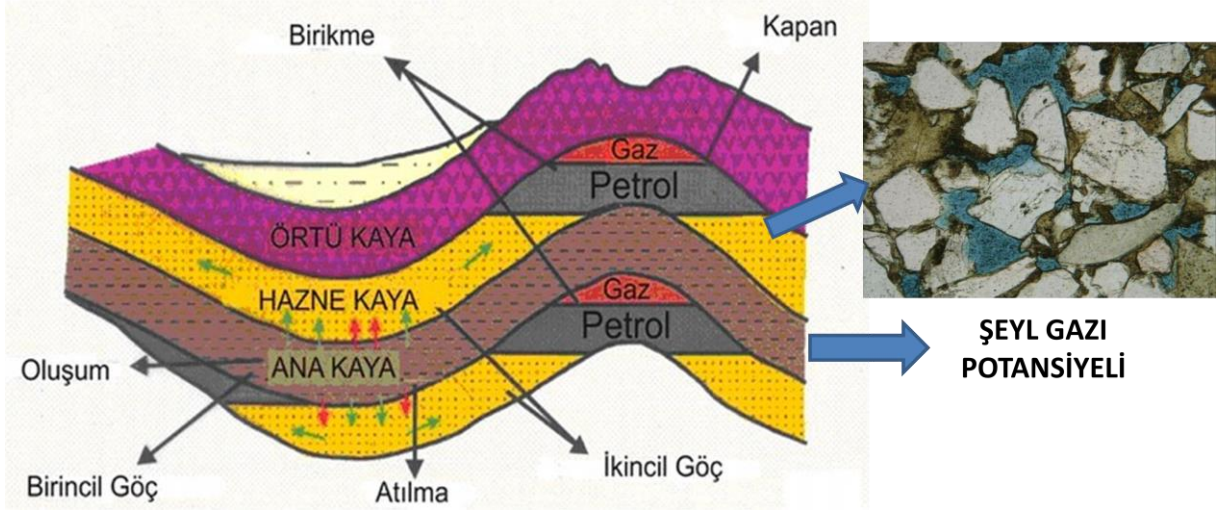
Karasal
Organik madde



Islak gaz



Kuru gaz
(metan = CH₄)



Kaynak kayanın olgunlaşması sonucu veya yüksek sıcaklıklarda petrolün gaza dönüşümü bize kapandan alınan geleneksel doğal gaz oluşumu ile sonuçlanır. Bu gazlar kayaçların gözeneklerinde birikir ve sondaj ile alınır. Kaynak kayada n atılıp bir hazne kayada göç edip bir kapanda biriken gaz geleneksel petrol sistemi içerisinde. Bununla birlikte, kaynak kayada ki gazın hepsi birincil göç ile hazne kayaya atılamaz ve kaynak kaya içerisinde hapsolür. Şeyl kaynak kayası içerisinde atılamayan gaz potansiyeli “şeyl gazı” olarak değerlendirilmektedir. Bu gaz geleneksel olmayan (ankonvansiyonel) gaz kaynakları içerisinde

Geleneksel Olmayan (Ankonvansiyonel)

Doğal Gaz Kaynakları

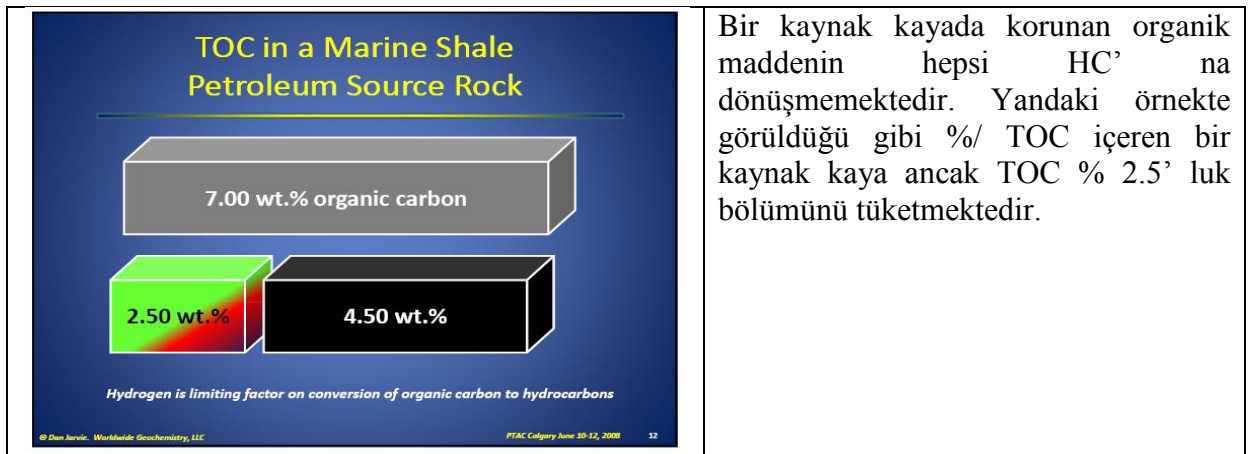
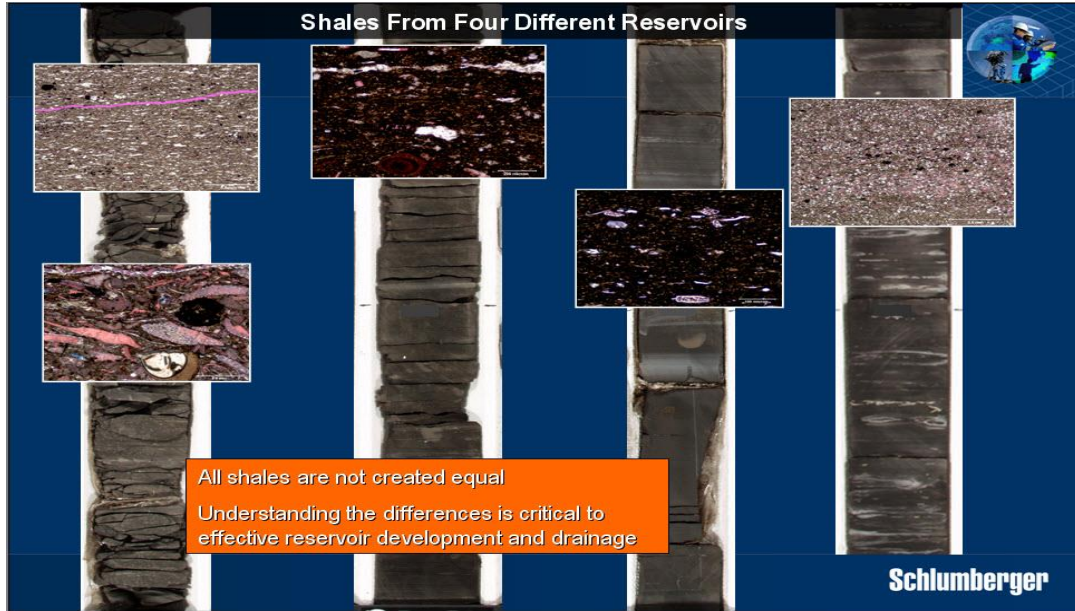
- **ŞEYL-GAZ /SHALE-GAS :** Kaynak Kaya + hazne kaya (Rezervuar)
Düşük Geçirgenlik
Gaz organik madde içindedir.
Yaygın Doğal Çatlak Ağı gerekir
- **Kömür Kökenli Metan /Coalbed Metane :** Kaynak Kaya + hazne kaya (Rezervuar)
Gaz kömürün içindedir.
Basıncın düşmesi ve suyun Azalması gerekir
- **Metan Hidratlar/ methane hydrates:** Doğal gaz'lara göre 6 kat daha az hacim
Yüksek basınç
- **Bataklık Kumlukları/Tight gas sands :** sürekli Depolanma
Düşük Geçirgenlik

ŞEYL GAZI

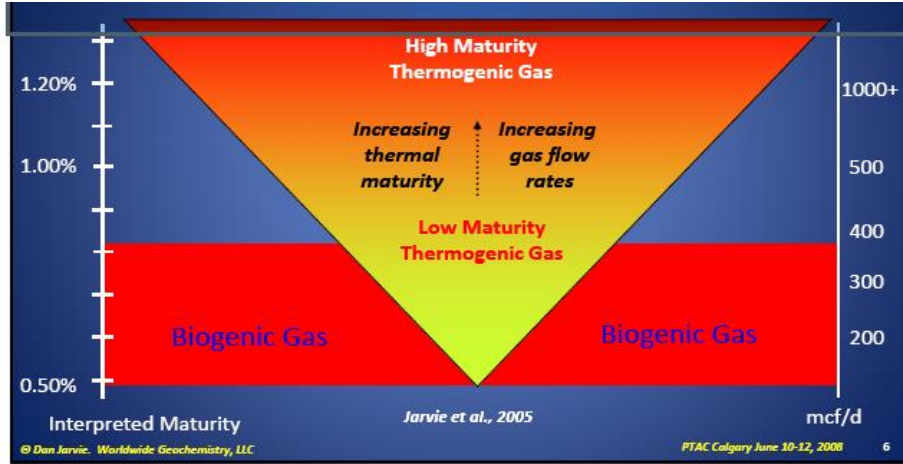
Şeyl, sedimanter kayaçlar içerisinde oldukça yaygın bulunan, düşük geçirgenliği (permeabilitesi) ile petrol ve doğalgazların hareketinde bariyer görevi yapan bir kayaçtır. 'Şeyl-gazlar' ise hidrokarbon türetme potansiyeli bulunan şeyl kaynak kayanın içinde, düşük geçirgenlikten (permeabiliteden) dolayı göç edemeyerek hapsolmuş gazlardır.

Potansiyel kaynak kaya özellikleri (organik madde miktarı, organik madde tipi, olgunluğu vb.) ile çatlatılabilir litolojik özelliklere (kuvars, karbonat, kil içeriği ve tipi vb.) sahip olması, gerekli parametreleri kabaca tanımlamaktadır.

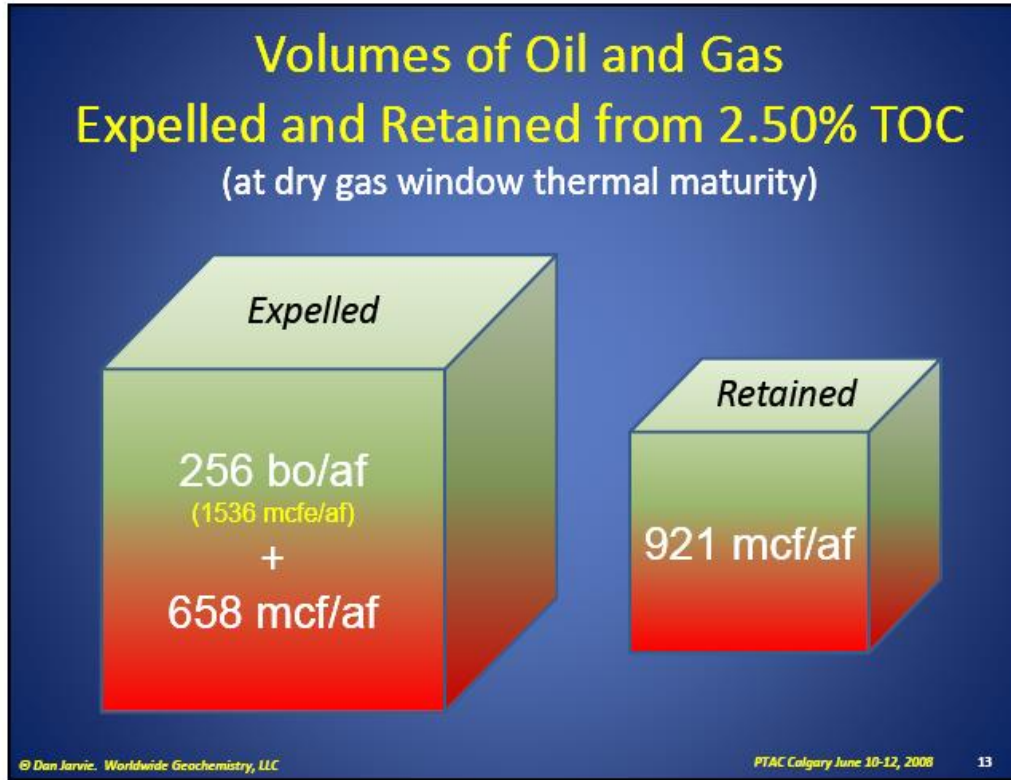
Dört Farklı Şeyl Hazne Kaya Örneği



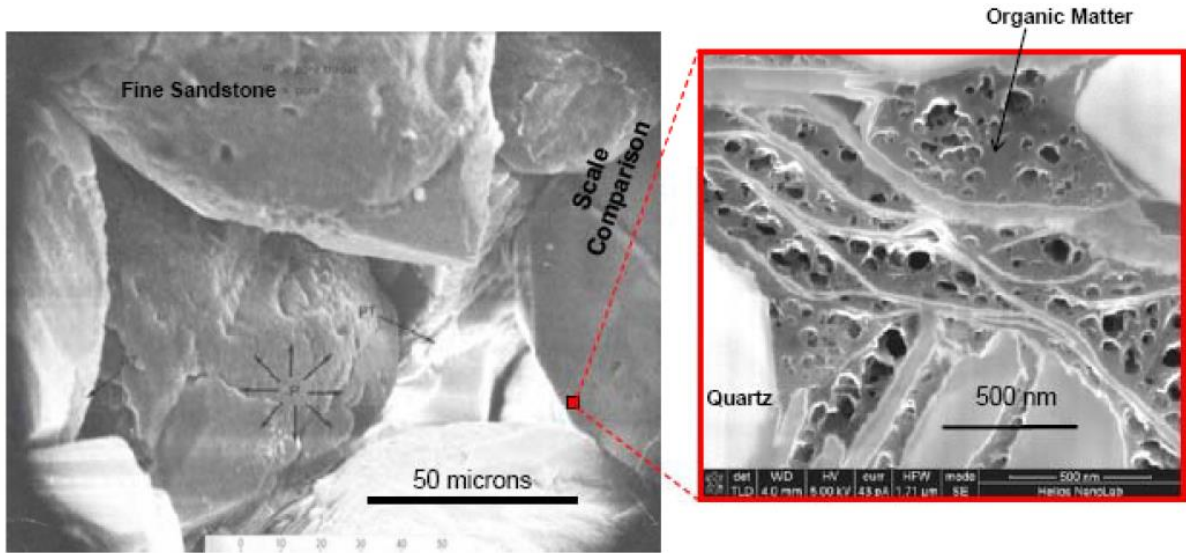
Bir kaynak kayada korunan organik maddenin hepsi HC' na dönüşmemektedir. Yandaki örnekte görüldüğü gibi %/ TOC içeren bir kaynak kaya ancak TOC % 2.5' luk bölümünü tüketmektedir.



Bir şeyl kaynak kayasının gaz üretme potansiyeli olgunlaşma %R0 1.2 olduğunda daha yüksek olmaktadır. Bu evrede kuru gaz evresidir ve metan gazı hâkimdir.

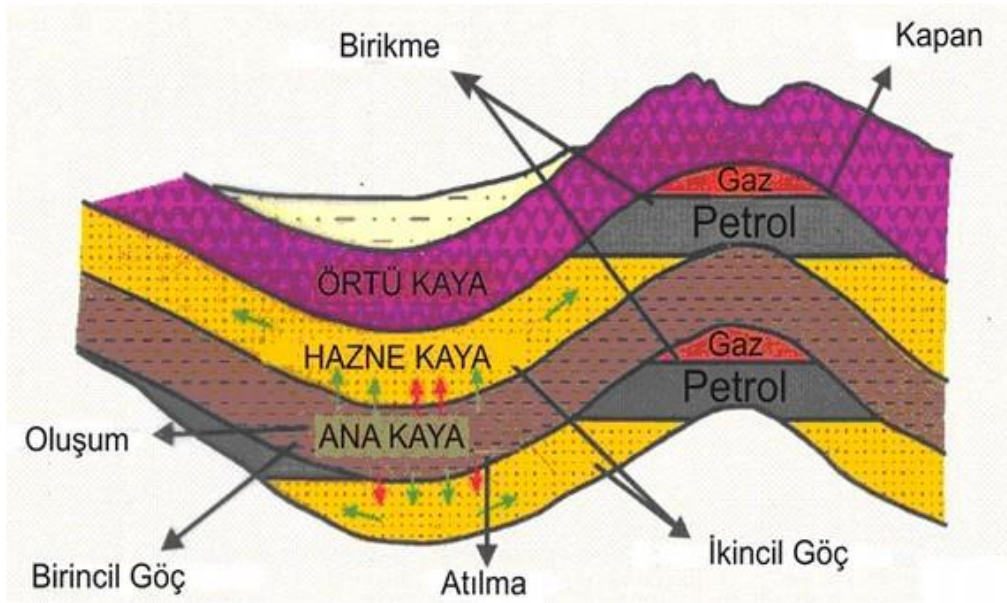


% 2.5 TOC' den türeyen HC' nun hepsi kaynak kayadan atılamamaktadır. Kaynak kaya "kuru gaz" termal olgunluk evresine ulaşp göç ettiğinde ürettiği tüm gazı atamamaktadır. Gözeneklerinde tutulan gaz şeyl gazı için potansiyeldir.



Geleneksel doğal gazlar hazne kayaların gözeneklerindedir. Şeyl gazları ise organik madde gözeneklerinde tutulmaktadır.

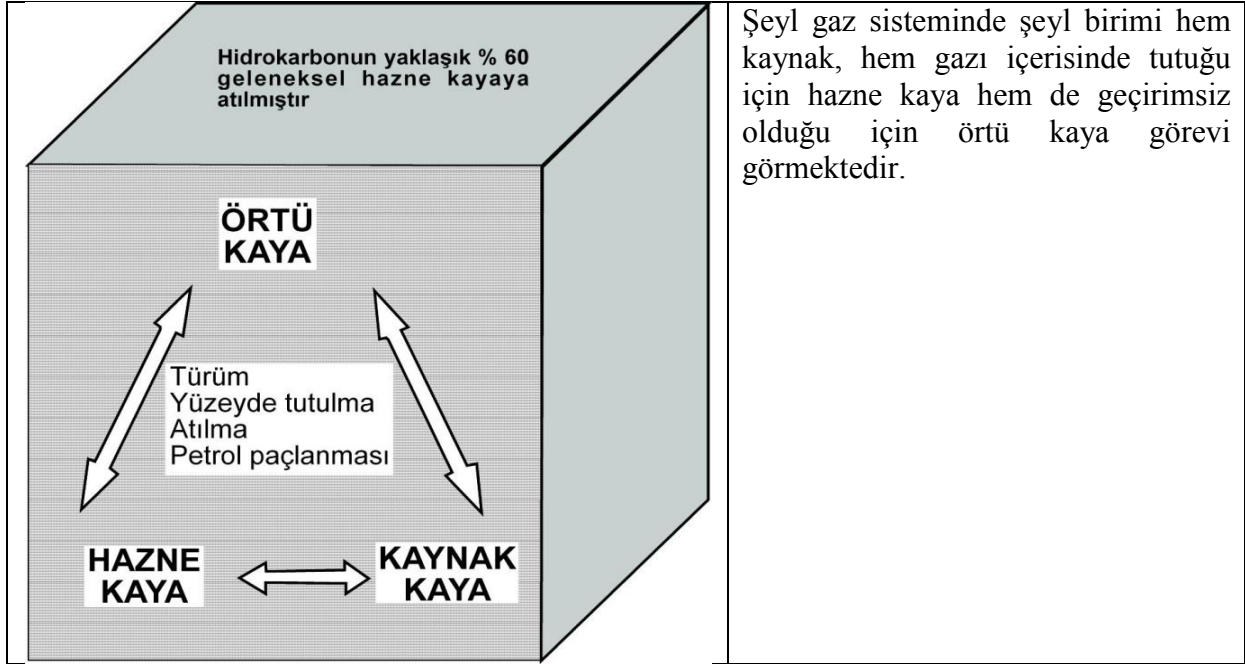
GELENEKSEL PETROL/GAZ SİSTEMİ



Geleneksel petrol/gaz sistemi kaynak kaya, hazne kaya, örtü kaya ve kapan elemanlarından oluşmaktadır. Sistemde bir eleman eksik olduğunda doğal gaz oluşumu beklenmez.

Buna karşılık, “şeyl gaz sistemi” farklıdır.

GELENEKSEL OLMAYAN GAZ SİSTEMİ



Bir havzada şeyl gaz potansiyelinden söz edilebilmesi için aşağıdaki şartların bulunması gerekir. Bu değerleri taşıyan bir şey kayası şeyl gazı potansiyeline sahiptir denilebilir.

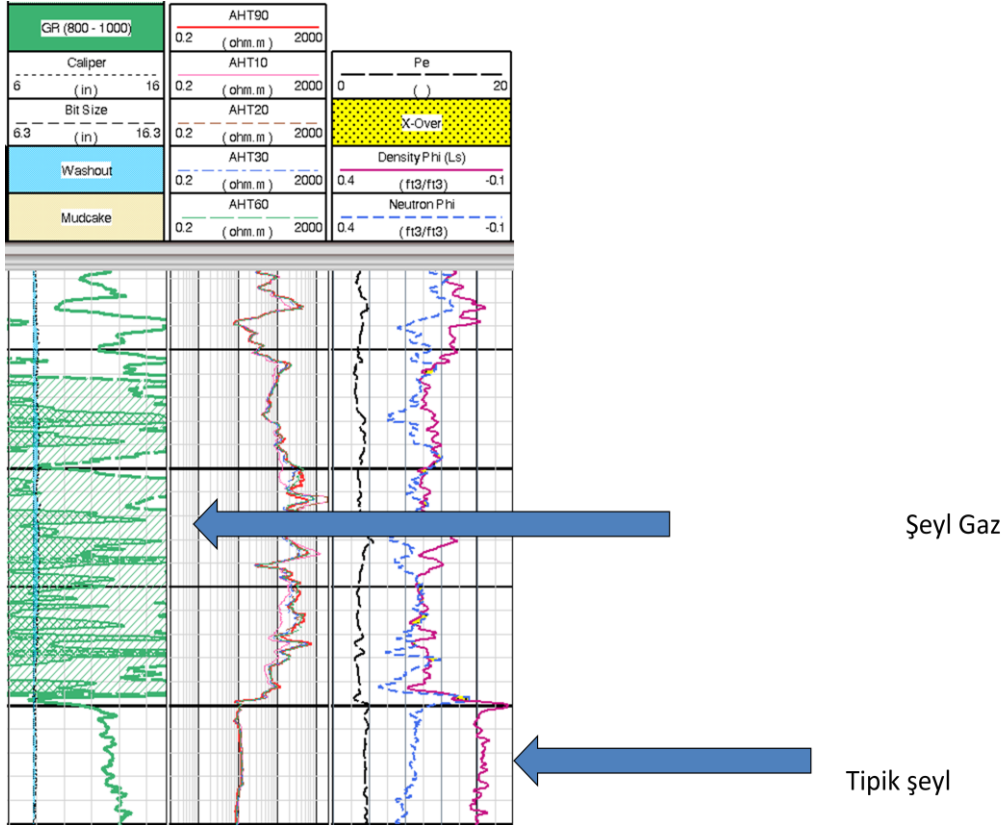
Interpretive Guidelines for evaluating shale-gas prospects

- TOC: >1.00 wt.%
- %Ro: >1.20 (1.00 – 1.20 gray area)
- Tmax: > 455°C
- TR: > 80%
- HI: < 100 (assumes 350 or higher HI₀)
- Dry Gas Ratio: >80%
- C20-: >95%

© Dan Jarvic. Worldwide Geochemistry, LLC

PTAC Calgary June 10-12, 2008 17

Yukarıdaki jeokimyasal şartların yanında kuyu logu verilerinden bir kuyuda şeyl gazı potansiyeli varlığı belitlenebilir. Bunlar:



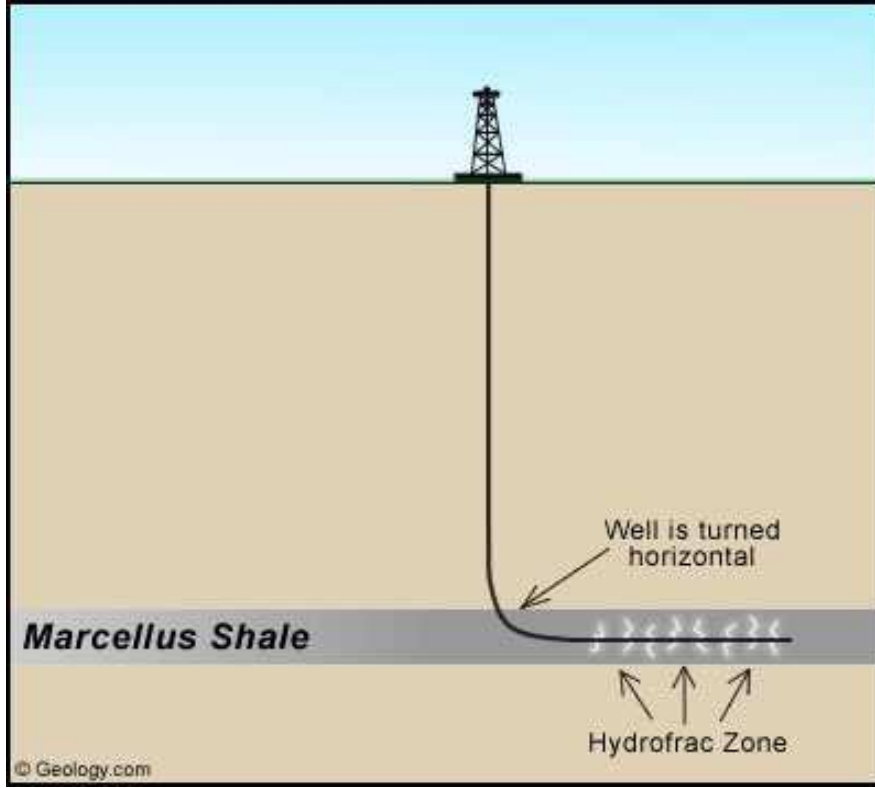
- Yüksek-çok yüksek GR verisi
- Yüksek direnç
- Yüksek nükleer ve sonik gözenekliliği

ŞEYL GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ

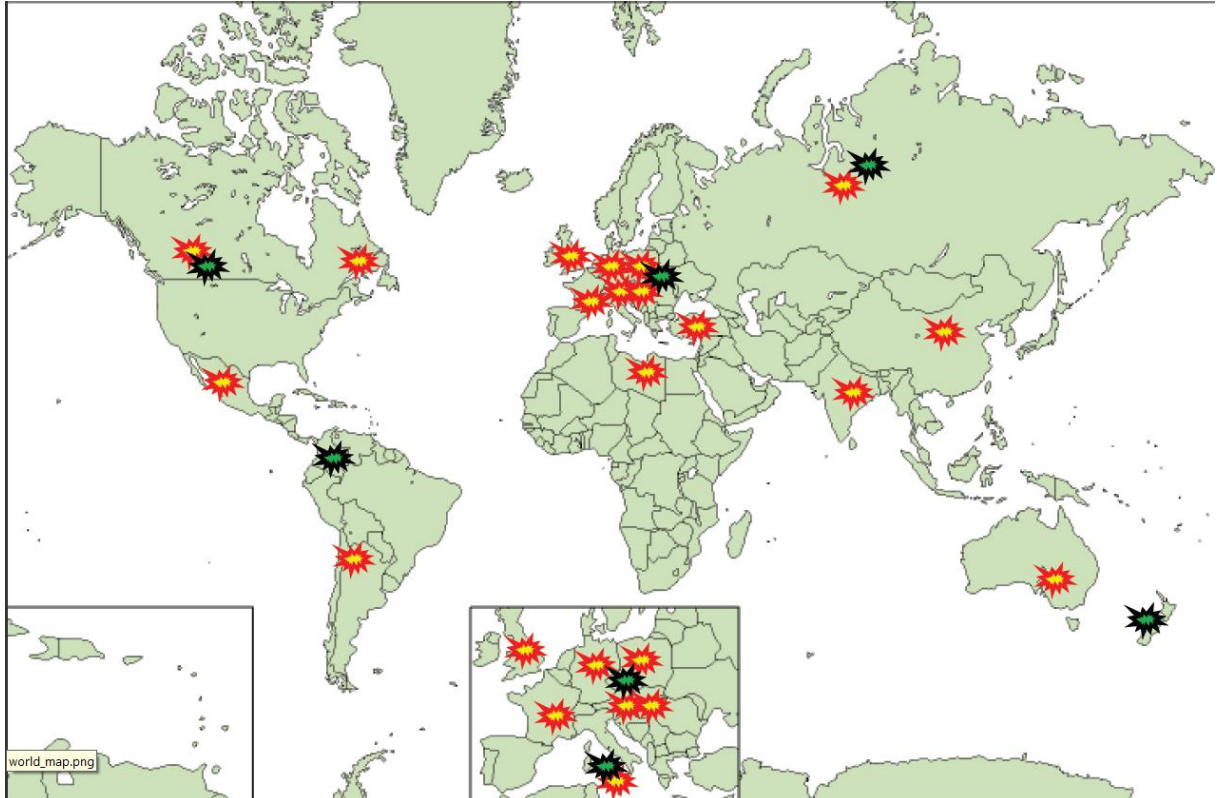
Üretim , kaynak kayanın yatay bir sondaj ile kesilmesi ve geçirimsiz olan şeyllerin özel bir yöntemle çatlatılarak rezervuar kayaca dönüştürülmesi ile olur. Önce düşey sondaj ile şeyl formasyonuna ulaşılır. Daha sonra yatay sondaj ile devam edilir.

- Üretimin yapılacağı zon önceden belirlenir ve perfore edilir sonrasında formasyona akışkan ve propant pompalanır.
- Basit bir çatlatma işlemini için (öncesinde ekonomik görünse de) su+kuvars+kum yeterli sayılabilir; pompalanan bu karışım ile çatlatma yapılır ama akışkan içinde proppant olmadan çatlak uzun süre açık kalmaya dayanamaz
- İstenilen üretim için işlem tekrarlanabilir.(Çatlatma işlemi kuyu toplam maliyetinin kabaca %25' ni oluşturur)

Formasyon belli aralıklar ile perfore edilip, su+kum+gerekli akışkan ile çatlatılır, tapan konulur. Çatlatma işlemine kullanılan su tahminen “4 milyon gallon” dur (1 galon = 3,78541178 litre).



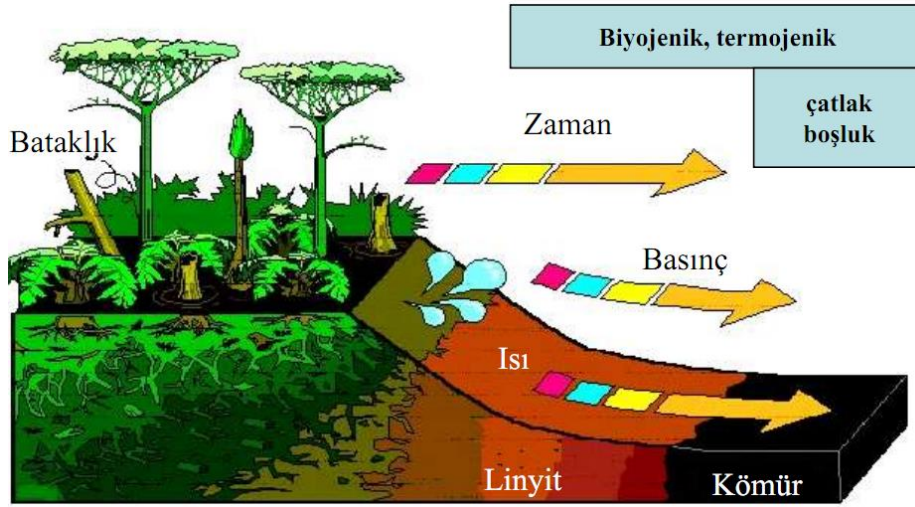
Global Şeyl Gaz Potansiyel Kaynak Play'leri



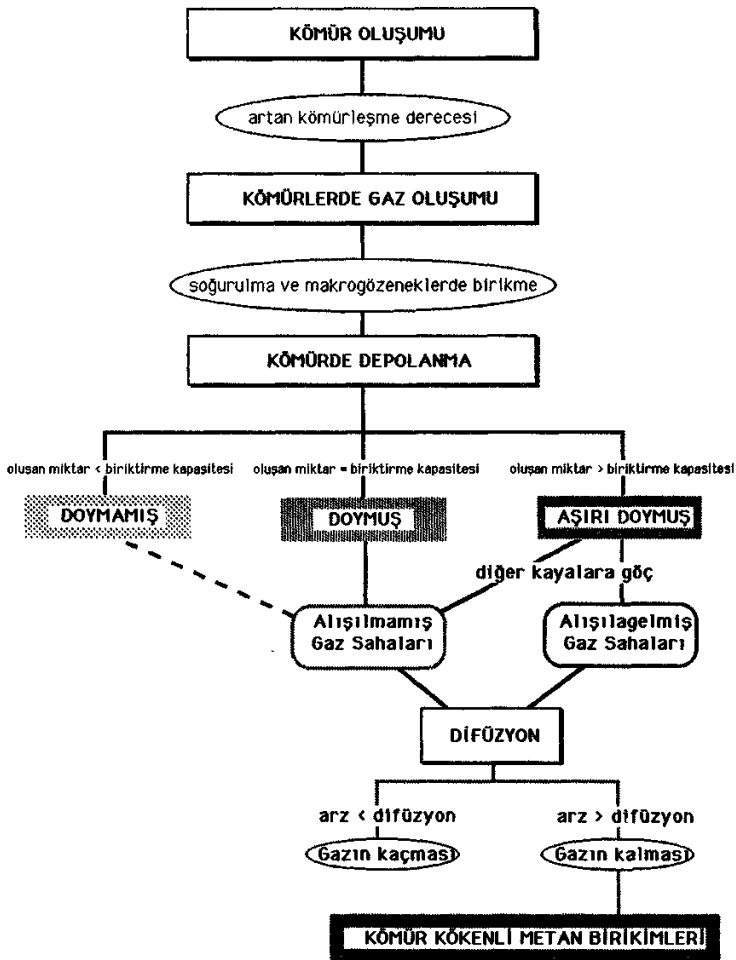
Dünyada şeyl gaz potansiyeline sahip alanlar haritada gösterilmiştir. Ayrıca aşağıda USA' da ki bazı şeyl gaz havzaları verilmiştir.

1. Yüksek Termal Olgunluk içeren Şeyller (e.g. Barnett Shale).
2. Düşük Termal Olgunluk içeren Şeyller (e.g. New Albany Shale).
3. Mixed-Litolojik formasyona sahip Şeyller (e.g. Bossier Shale of East Texas).
4. Konvansiyonel ve konvansiyonel olmayan gaz üretiminin yapıldığı Şeyller (e.g. in Woodford shale gas and conventional gas accumulation in Anadarko Basin) olarak sınıflandırılmıştır.

Kömür Kökenli Metan (KKM)=Coalbed methane

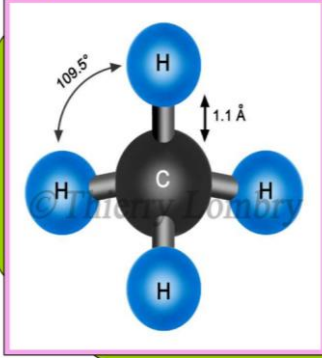


Kömürün kolloidal yapısı, bir kömürün hacminin 1 ile 40 misli kadar metan gazını içinde tutmasına imkân verir



Kömür kökenli doğal gazın oluşumundan birikmesine kadar etkili olan mekanizmalar ve sonuçları

Metan gazının özellikleri

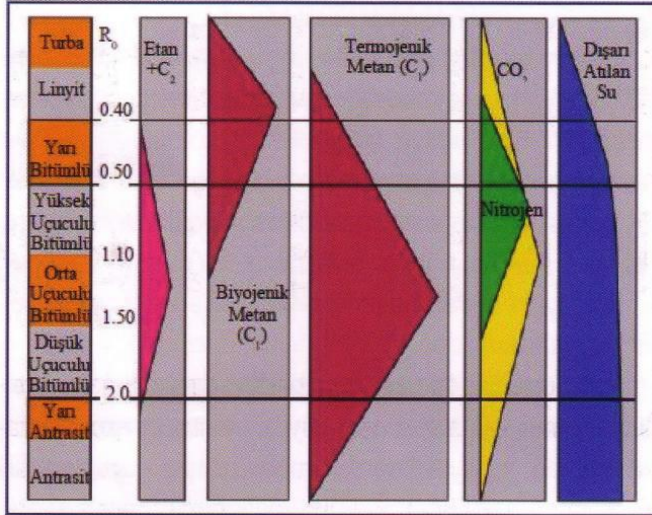


Renksiz
0,716 kg/m³
1.6 kat hızlı yayılır
Solunum
oran 0,554

KÖMÜRDEKİ MASERAL GRUPLARI VE HİDROKARBON POTANSİYELİ

Maceral Group	Macerals	Hydrocarbon Potential
Exinite (Liptinite)	Sporinite Cutinite Resinite Liptodetrinite Exsudatinitite	Hydrogen-rich; precursors for oil and gas
Vitrinite	Telinite Collinite Vitrodetrinite	Hydrogen-poor; mainly precursors for gas
Inertinite	Semifusinite Fusinite Macrinite Sclerotinite Inertodetrinite Micrinite	Very hydrogen-poor; largely inert, but may produce gas at very late stages of maturation

From Boreman and Powell, 1993, after Stach and others, 1975



Kömür ve Metan Oluşumu (Arthur vd., 2003; Yalçın ve Durucan, 1992)

Gazın depolandığı alanlar

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Organik yüzeylerde (kömür yüzeyinde) soğurulmuş gaz molekülleri olarak 2) gözenek ve çatlaklar içerisinde serbest gaz fazı şeklinde 3) gözenek ve/veya çatlak suyu içerisinde erimiş olarak.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Konvensiyonel rezervuar ve kömür yatağı metanı rezervuarının karşılaştırılması

Karakteristik	Konvensiyonel	Kömür Yatağı Metanı
Gaz Oluşumu	Gaz kaynak kayacıkta oluşur ve rezervuara göç eder	Gaz kömürde oluşur ve kapanlanır.
Yapı	Rastgele boşluklu çatlaklar	Düzenli boşluklu klit
Gaz Depolama Mekanizması	Sıkıştırma	Yüzeye adsorpsiyon
Taşıma Mekanizması	Basınç gradyanı (Darcy Kanunu)	Derişim gradyanı (Fick Kanunu) ve Basınç Gradyanı (Darcy Kanunu)
Üretim Performansı	Gaz üretim oranı başta yüksektir sonra azalır. İlk su ya çok azdır yada yoktur. Gaz su oranı zamanla azalır.	Gaz üretimi önce artar sonra düşmeye başlar. Öncelikle su üretimi gerçekleşir. Gaz su oranı zamanla artar.
Mekanik Özellikler	Young module $\sim 10^6$ (N/m ²) Gözenek sıkıştırılabilirliği $\sim 10^{-6}$ (1/psi)	Young module $\sim 10^5$ (N/m ²) Gözenek sıkıştırılabilirliği $\sim 10^{-4}$ (1/psi)

FRUITLAND KÖMÜRLERİNDEKİ KLİTLER

Bunlar çoğunlukla damarın tabakalaşmasına dik yönde gelişen paralel çatlak takımları ile temsil ediliyor.



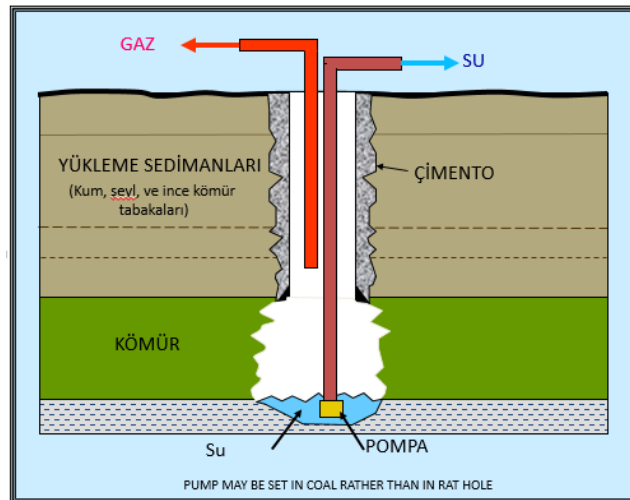
Bunlar çoğunlukla damarın tabakalaşmasına dik yönde gelişen paralel çatlak takımları ile temsil ediliyor.

Kömürün Metan İçeriğini Etkileyen Faktörler

- *Kömürleşme derecesi*
- *Gaz Basıncı ile artmakta,*
- *Sıcaklık;*
- *Nem miktarı;*

Kül miktarı arttıkça azalmaktadır.

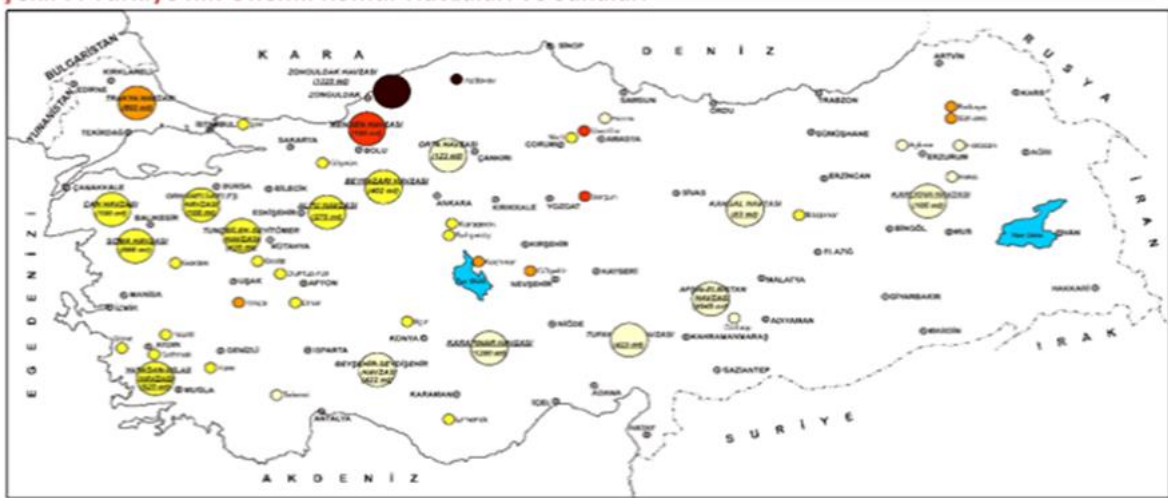
KUYU TASARIMI



Kömür kökenli metanın kullanım/ emisyon azaltım seçenekleri

Kullanım/azaltım seçenekleri	Doğal gazın yerine kullanılması	
	Direkt olarak kullanılması	Kömürle birlikte gazın müşterek yakılması (ısı üretmek için)
		Kömürün kurutulması
		DRENAJLA ÜRETİLEN SUYUN BERTARAFI
		Maden binalarının ve havasının ısıtılması
		Yerel sanayiler tarafından değişik amaçlarda kullanımı
	Havalandırma havasının oksidasyonu (ısı üretmek için)	
	Elektrik üretimi	Kömürle birlikte gazın müşterek yakılması (elektrik üretmek için)
		İçten yanmalı motorlar
		Türbinler
Yakıt hücreleri		
Havalandırma havası oksidasyonu		
İmha (yakma, havalandırma havasının oksidasyonu)		

Türkiye'nin Önemli Kömür Havzaları ve Sahaları



LEJAND

- 80 milyon tondan fazla rezerve sahip havzalar
- 80 milyon tondan az rezerve sahip sahalar
- Pliyosen linyitleri
- Miyosen linyitleri
- Oligosen linyitleri
- Eosen linyitleri
- Karbonifer taşkömürü

KÖMÜRÜN SIVILAŞTIRILMASI

“PİROLİZ”

- Kömür; düşük sıcaklıklarda 450 – 700 0C ve yüksek sıcaklıklarda (1000 0C) damıtılarak koklaştırılması sırasında; katran (tar)

- hafif petrol
- kömür gazı
- amonyak vb ürünler verir.

Katran ve hafif petrol arıtılarak ----→ benzin ve mazot üretilir.

FischerTropsch (F-T) Yöntemi **-Dolaylı sıvılaştırma Yöntemi-**

- Kömür den elde edilen sentez gazı (H₂ + CO) içindeki H, demir, kobalt veya nikel bazlı katalizörler kullanılarak,
- 200-350 0C sıcaklık altında CO ile birleştirilmekte ve sentetik sıvı HC ve H₂O üretilmektedir.
- $(2n+1)H_2 + nCO \text{ ----} \rightarrow C_nH_{(2n+2)} + nH_2O$

Doğrudan Sıvılaştırma **-Bergius Yöntemi-**

- Toz haline getirilmiş linyit, ağır petrolle karıştırılmakta,
 - Kalay ve nikel bazlı katalizörler kullanılarak,
 - 200-250 atmosfer basınç altında,
 - 400-450 0C' ye kadar ısıtılmakta ve H basılmaktadır (*Hidrojenlenme*)
 - $nC + (n+1)H_2 \text{ ---} \rightarrow C_n H_{(2n+2)}$
- 1 ton linyitten 150 lt benzin, 190 lt mazot ve 130 lt fuel-oil üretilmektedir.