

BÖLÜM III

İDEAL ANA KAYA KRİTERLERİ

Petrol Ana Kayası: Genel bir tanım olarak; ideal bir ana kayanın ince tekstürlü, koyu renkli, pirit ve organik maddece zengin planktonik faunaya sahip olması gerekir (Guillomot, 1964). Ana kayanın kriterlerine gelince:

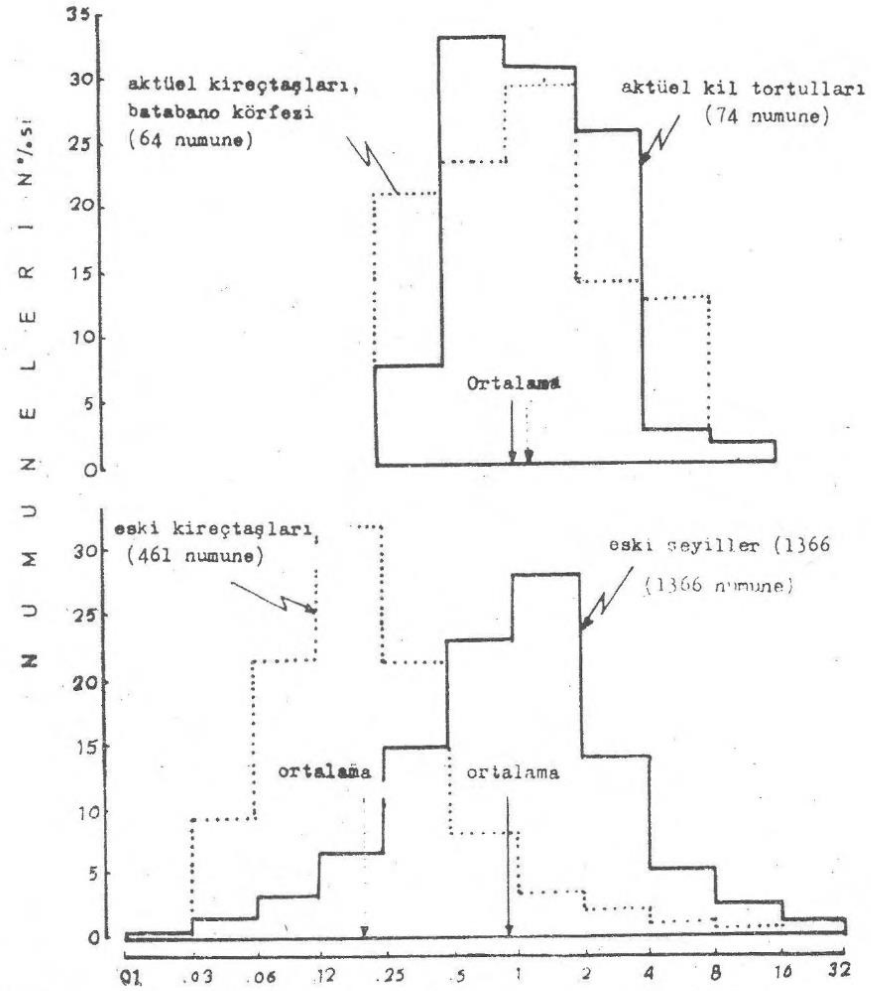
1. Organik madde ve tüm organik karbon miktarı:

Bir kayadaki organik madde miktarı ve cinsi, ana kaya potansiyeli hakkında fikir verir (Hunt ve Meinert, 1954). Bütün tortul kayaçlardaki organik madde kaya kütlelerinin ortalama % 2 sini teşkil eder. Hapsedilmiş ham petrol miktarı ise ortalama % $1,25 \times 10^{-6}$ civarındadır. Bu demektirki, sözkonusu % 2 lik organik maddeden bu kadar ham petrol oluşabilir. A.B.D.lerinde yapılan bir incelemeye göre şeyillerdeki organik madde miktarı % 5'e kadar çıkabilmektedir. Rusya'da yapılan bir araştırmaya göre Rus platformunda, Devoniyen yaşlı şeyillerde % 0.25 organik madde belirlenmiştir (Ronov, 1958).

Bu nedenle Ronov, şeyil ana kayalarda organik madde için % 1 ve organik karbon için ise % 0.5 değerlerini en düşük limit olarak belirlemiştir. Gehman (1962) ise ortalama organik madde miktarının şeyiller için % 1.14; kireçtaşları için % 0.24 olduğunu tespit etmiştir (Şekil - 1).

Sonuç olarak; Ana kaya kriterlerinden birincisi % 1 veya daha fazla organik madde içermesidir.

Hidrokarbon oluşumu için, organik maddenin, kayanın yaşına bağlı olarak belirli bir minimum sıcaklığa kadar ısınması gerektiğine inanılmaktadır (Şekil - 2). Eğer ekstrakte edilen normal parafinler "Tek sayı çokluğu" gösterirlerse kayanın kafi derecede ısınmadığı sonucuna varılır.



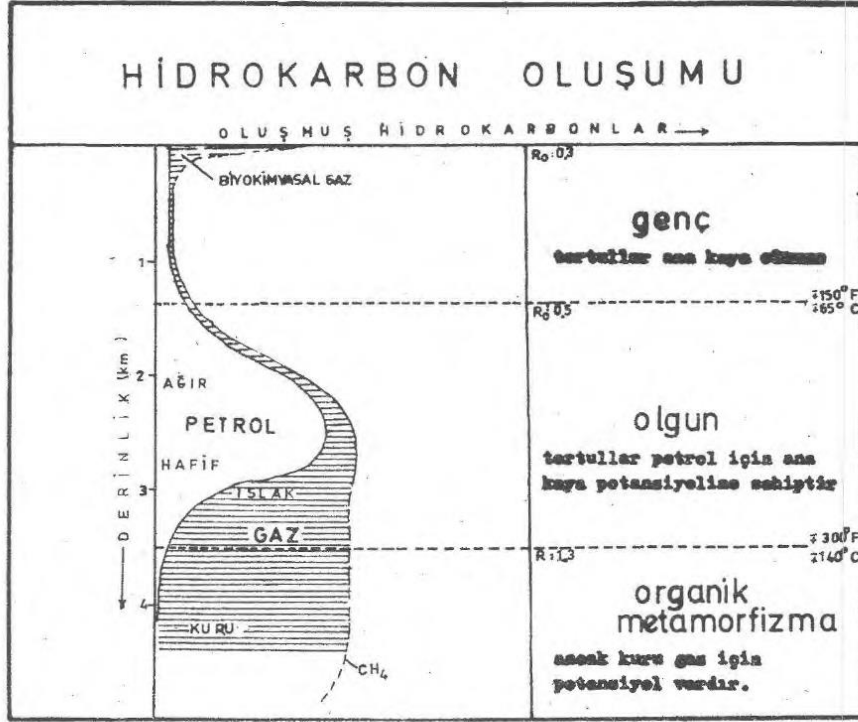
Şekil 1. Aktüel ve Eski Şeyil ve Kireçtaşlarında Tüm Organik Madde Miktarı (Gehman, 1962)

Diğer taraftan, eğer kerojen tamamen kararmış, yani karbonlaşmış ise ve yüksek derecede yansıma gösteriyorsa (vitrinit yansıması), kayanın çok fazla ısındığı sonucuna varılır. Bu durumda sıvı petrol imkanı çok azalır fakat gaz ihtimali artar.

2. Hidrokarbon miktarı:

Hunt ve Meinert (1954) çalışmalarını neticesinde aşağıdaki sonuca varmışlardır.

a) Ağırlığa göre, 130 ppm. den fazla hidrokarbona sahip şeyiller, iyi



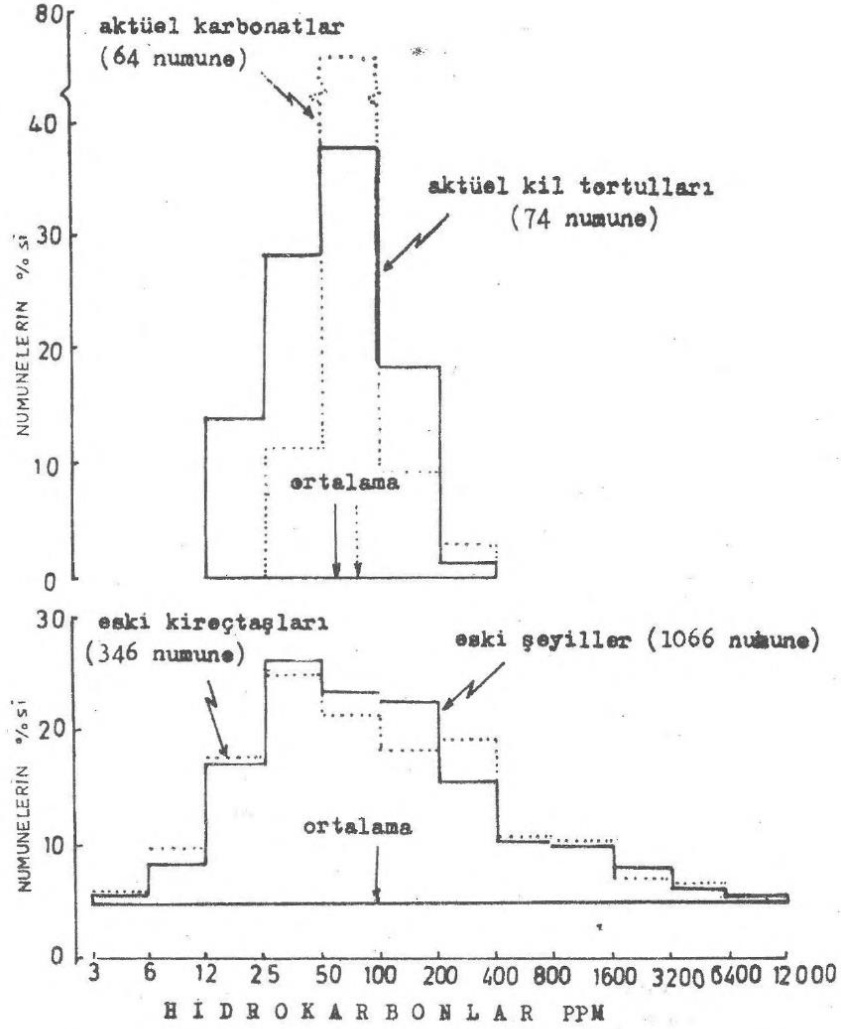
Şekil 2. Genel Hidrokarbon Oluşumunu Gösterir Şematik Diyagram; Tissot (1971, 1974), Sokolov (1969), Kartsev (1971 ve Urban (1975) den alınmıştır.

b) Ağırlığa göre, 40 ppm. den az hidrokarbona sahip şeyiller kötü, ana kayadrlar.

Fakat Phillipi (1957) yaptığı çalışmalar sonucu 500 ppm. den daha fazla hidrokarbon ihtiva eden sedimanların İYİ bir anakaya, 500 ppm. den az ihtiva edenlerinde ekonomik olmıyan anakaya potansiyeline sahip olacağı görüşündedir.

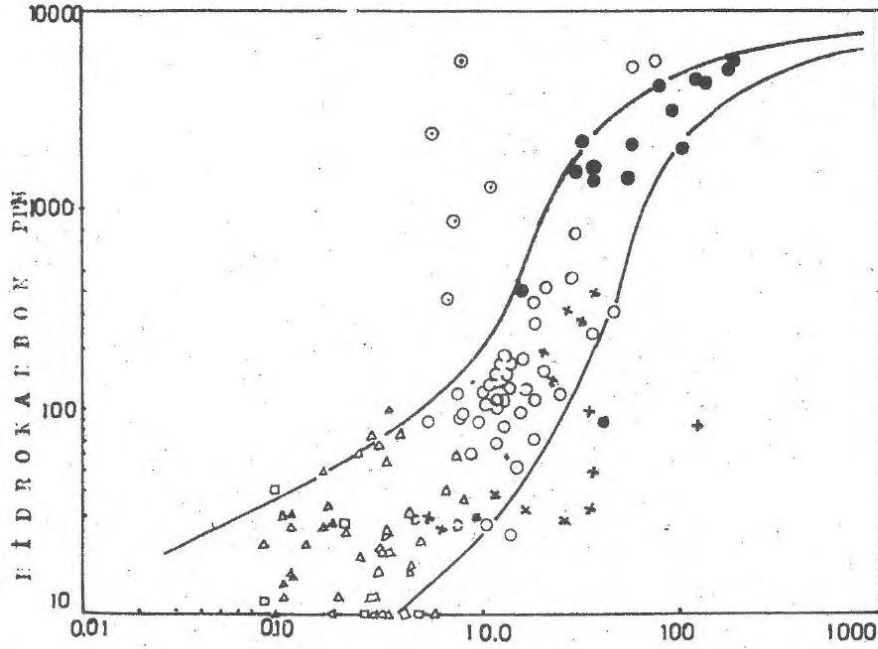
Gehman (1962) de hem eski hemde aktüel kireçtaşı ve şeyillerde yaptığı analizlerde, alınabilir hidrokarbon ortalama miktarının birbirine yakın 100 ppm civarında olduğu sonucuna varmıştır (Şekil - 3).

Baker (1962), A.B.D. de Pensilvaniyen de yaptığı bir incelemede bölgede bulunan "Cherokee" şeyillerinin bölgedeki petrolün ana kayası olduğunu göstermiştir. Araştırmacı, bölgede gördüğü şeyillerin ayrıntılı bir incelemesini yapmıştır (Şekil 4). Yöre şeyilleri değişik oranlarda karbon ve hidrokarbonlar içermektedir.



Şekil 3. Aktüel ve eski kireçtaşı ve şeyillerde hidrokarbon miktarı (Gehman, 1962)
Organik karbon % (Ağırlık)

- Yeşilimsi gri şeyiller; % 0,1-1 karbon, 100 ppm. den az hidrokarbon.
- Gri şeyiller; % 1-2 karbon, 50-200 ppm. hidrokarbon.
- Siyah şeyiller; % 2-20 karbon ve 100-nx 1000 ppm Hidrokarbon
- Kömür numuneleri hidrokarbonca zengin
- Kumtaşı numunelerinde göçmüş hidrokarbonlar belirlenmiştir.



Şekil 4. Cherokee şeyillerinde hidrokarbon ile tüm karbon miktarı arasındaki ilişki (Baker, 1962)

- yeşilimsi gri şeyiller
- gri şeyiller
- siyah şeyiller
- kömürlü killler
- kumtaşı
- + aktüel denizel killler

Verilerden görülebileceği gibi siyah şeyiller bölgedeki petrolün ana kayasını oluştururlar. İkinci kriter olarak, ideal ana kayanın 100 ppm. den fazla petrol tipi hidrokarbon içermeleri gerekir.

3. Hafif Hidrokarbonların varlığı:

Dunton ve Hunt (1962) aktüel ve eski tortullarda, ana kayalardan alınan karot ve kırıntı numunelerde yaptıkları analizlerde, önemli oranda benzin aralığında (C_4-C_8) hidrokarbonlara rastlamışlardır.

Erdman (1967) da aktüel tortulların hafif hidrokarbon ihtiva etmediğine değinmiştir. İdeal bir ana kaya için, üçüncü kriter de "hafif hidrokarbonların" (Benzin ve daha hafif) varlığıdır.

Karot ve kırıntı örnekleri anakaya değerlendirmesi için yeterli ipuçları verebilir. Bir anakayanın değerlendirilmesinde üç ana unsurun belirlenmesi gerekir.

A- Organik Maddenin Tipi :

- a. Odunumsu organik madde ekseriyetle gaz oluşturur.
- b. Odunumsu olmayan organik madde, siyah ve bitki kalıntılı ise petrol ve gaz oluşturur.
- c. Alglerden oluşan organik madde genellikle petrol oluşturur.

B- Organik Maddenin Miktarı :

- a. Tüm organik karbon miktarı (TOK); kayanın organik maddece zenginliğinin bir ölçüsüdür.
- b. Ekstrak edilebilen organik madde miktarı (EOM); alifatik, aromatik ve asfaltik fraksiyonlara uygulanan kromatografik ayırım, petrole dönüşüm hakkında ilerlemeyi gösterir. Olgun numunelerde asfaltik bileşenler azalır.
- c. Karbon tercih indisi (KTI); normal parafinlerin tek-çift karbon sayısının oranıdır. Genç olgunlaşmamış kayalarda (KTI) değeri yüksek ham petrol de ise 1 e yakındır. KTI değeri bire yakınsa o kayaç iyi bir ana kaya olabilir.

C- Organik maddenin olgunluk derecesi :

- a. Karbon serisi (coalrank); Kerojen ısıtıldığında kömürleşir ve sonunda grafitte dönüşür. Fosil polen tanelerinin (Palinomorflar) koyulaşma dereceleri ölçülür. Bu oluşum ana kayanın olgunluğu hakkında bilgi verir.
- b. Kil minerallerinin billurlaşması, illit kil minerali yeniden billurlaşırsa bu organik metamorfizmanın son safhasını gösterir.
- c. Kerojendeki vitrinit taneciklerinin yansıması (R_o) değerlerinin ölçülmesi (vitrinite reflectance); elde edilen bir ölçü çizelgesiyle ana kayanın olgunluk safhası bulunabilir. Petrol oluşumu $R_o = 0.5-1.3$ arasında gerçekleşmektedir (Şekil 2).
- d. Gözlem metodu: Organik maddenin renk hassasiyetinin belirlenmesiyle olur.
- e. Olgunlaşma indisi (maturation index)
- f. Gözlem indisi (Visual index)

ROCK-EVAL ANALİZLERİ:

Kayaçlardaki organik madde tür ve evriminin belirlenmesi için, son senelerde geliştirilen modern laboratuvar analizleri uygulanmaktadır. Bu söz konusu analizlere Rock eval analizleri denmektedir (Espitalie ve diğ., 1977). Bu alet ile numuneler özel bir ısı programı altında, oksijensiz bir ortamda piroliz yapılmaktadır (Tissot ve Welte, 1978). Piroliz süresince sırasıyla serbest hidrokarbonlar (S_2), kerojenin içindeki karbondioksitin (S_3) ve S_2 nin uç noktasındaki sıcaklığın (T_{max}) değerleri bulunur.

Bu Rock Eval analizleriyle özel olarak şu veriler elde edilebilir.

Corg. (%) - Organik madde miktarı

S_1 (mg/g) - Serbest hidrokarbonlar

$S_1 + S_2$ (mg/g) - Jenetik potansiyel

$$(IH) - \text{Hidrojen indeksi} - (IH) = \frac{S_2}{\text{Corg } \%}$$

$$(IO) - \text{Oksijen indeksi} - (IO) = \frac{S_3}{\text{Corg } \%}$$

$$\left(\frac{S_1}{S_1 + S_2} \right) - \text{Üretim indeksi}$$

T max - Maksimum sıcaklığı (S_2 nin)

Örnek	Derinlik	Corg %	S_1	S_1+S_2	IH	IO	S_1
Pesinler-2	1624 m.	0.76	0.44	3.71	430	107	$S_1 + S_2$
(S.Pelin, 1982)							0.44/371

Ana kaya tipinin belirlenmesinde kerojen tiplerinin belirlenmesi gerekir. Bilindiği gibi üç tip kerojen vardır. Bunların kökenleri farklıdır. Bu kerojen tiplerinin petrol ve gaz oluşturma özellikleride farklıdır. Kerojen tipinin belirlenmesi yine Rock Eval analizlerinden elde edilen Hidrojen ve oksijen indeksleri ile yapılmaktadır.

Rock Eval analizleri Ana kaya potansiyelini bulmada yardımcı olur. S_1 değeri, jenetik potansiyelin derhal hidrokarbonlara dönüşebilen miktarlarını, S_2 ise jenetik potansiyelin, kerojenin ısıl kırılması sonucu ortaya çıkan hidrokarbon miktarını gösterir. Jenetik potansiyelin

$(S_1 + S_2)$ bir ton ana kayada kiloğram hidrokarbon cinsinden ifadesine ana kaya potansiyeli denir. Bir ana kayanın jenetik potansiyeli Welte ve Tissot (1978)'a göre şöyledir;

- $(S_1 + S_2 < 2 \text{ kg/ton})$: Petrol ana kayası olamaz, nadiren doğal gaz ana kayası olabilir.
- $2 \text{ Kg/ton} < S_2 + S_2 < 6 \text{ kg/ton}$: Orta derecede ana kaya potansiyele sahiptir.
- $S_1 + S_2 > 6 \text{ kg/ton}$: İyi derecede potansiyele sahip ana kaya.

OLGUNLAŞMA

Petrol oluşumunun son safhasında, birincil göçme veya daha sonra, hazne kaya veya yakın civarında olgunlaşmanın gerçekleştiği birçok araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. Bu safha daha ağır bileşenlerden düşük molekül ağırlığında hidrokarbonların meydana gelmesini yansıtan bir dizi değişimleri içerir. Bu safhaya OLGUNLAŞMA adı verilmektedir (Şekil 5).

PETROL OLUŞUMU			
ORGANİK DOKULAR			
I	ESAS	(PROTO)	HAM PETROL
II		GENÇ	HAM PETROL
III		OLGUN	HAM PETROL

Şekil 5. Petrolün Olgunlaşma Safhaları.

Buna göre petroler iki gruba ayrılmaktadır.

A. GENÇ (Nafta veya Asfalt tabanlı): Yüksek molekül ve düşük API ağırlıklı, düşük N ve C oranı, yüksek sülfür ve oksijen miktarı vardır. API değeri (American Petroleum Institut) bir ağırlık ölçөгüdür. API nin yüksek değerleri özgül ağırlığın düşük değerine karşı gelir. API nin düşük değerleri de özgül ağırlığın yüksek olduğunu gösterir.

$$API = \frac{141.5}{60^\circ F \text{ de özgül ağırlığı}} - 131.5 \text{ tir}$$

Buna benzer, Avrupa'da başka bir ölçek kullanılır. Bu Baume derecesidir. Her iki ölçekte özgül ağırlıkla ilişkilidir.

$$\text{Baume derecesi} = \frac{140}{60^\circ\text{F de özgül ağırlık}} - 130 \text{ dur.}$$

B. OLGUN (Parafin Tabanlı): Sedimanlar içinde dağılmış organik madde artan ısı ve basınç etkisiyle bileşiminde değişikliklere maruz kalır. Bu değişiklikler çeşitli araştırmacılar tarafından ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve değişik isimlendirmeler verilmiştir. Şekil 2'de genç, olgun ve organik metamorfizma safhaları ayırd edilmiştir. Bu ayırt edilen safhalarda artan derinlik, sıcaklık ve basıncın rolü büyüktür. Organik maddenin bu koşullar karşısındaki davranışlarında farklı olmuş ve çeşitli safhalarda üretilebilecek hidrokarbonlarda şekilde gösterilmiştir.

Isının olgunlaşmadaki etkisi: Birçok araştırmacı hidrokarbon oluşumunda ısının önemine değinmişlerdir (Stevens, Bray ve Evens). Ayrıca aktüel tortullarda az miktarda bulunan hidrokarbonlardaki n-parafinlerin dağılımıyla ham petrol ve ana kayadakilere çok farklı olduğunu görmüşlerdir.

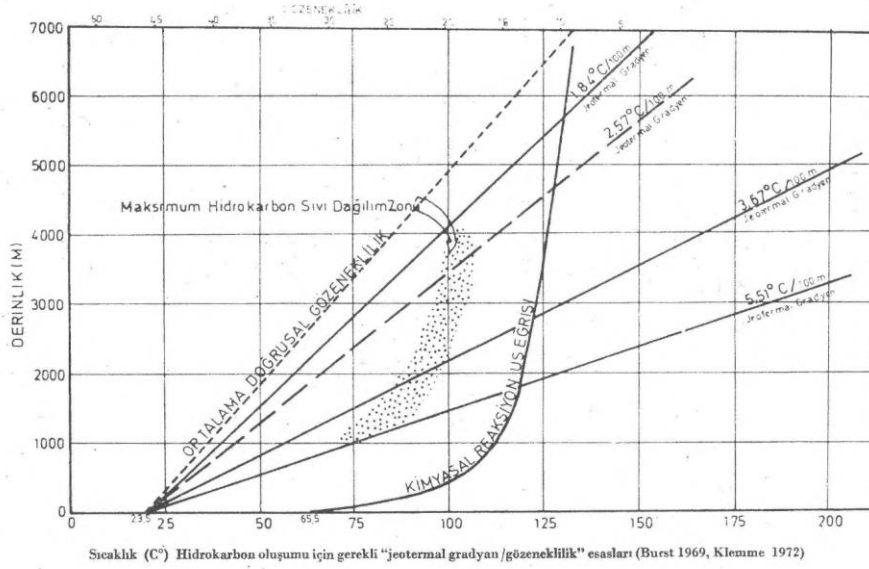
Philippi (1965); ABD de Ventura havzasında miyosen yaşlı ana kaya tortullarında petrolün 115°C'i aşan örtü ısısında oluştuğunu ve şeyil-hidrokarbon bileşiminin olgunlaşması içinde 150°C örtü ısısına ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

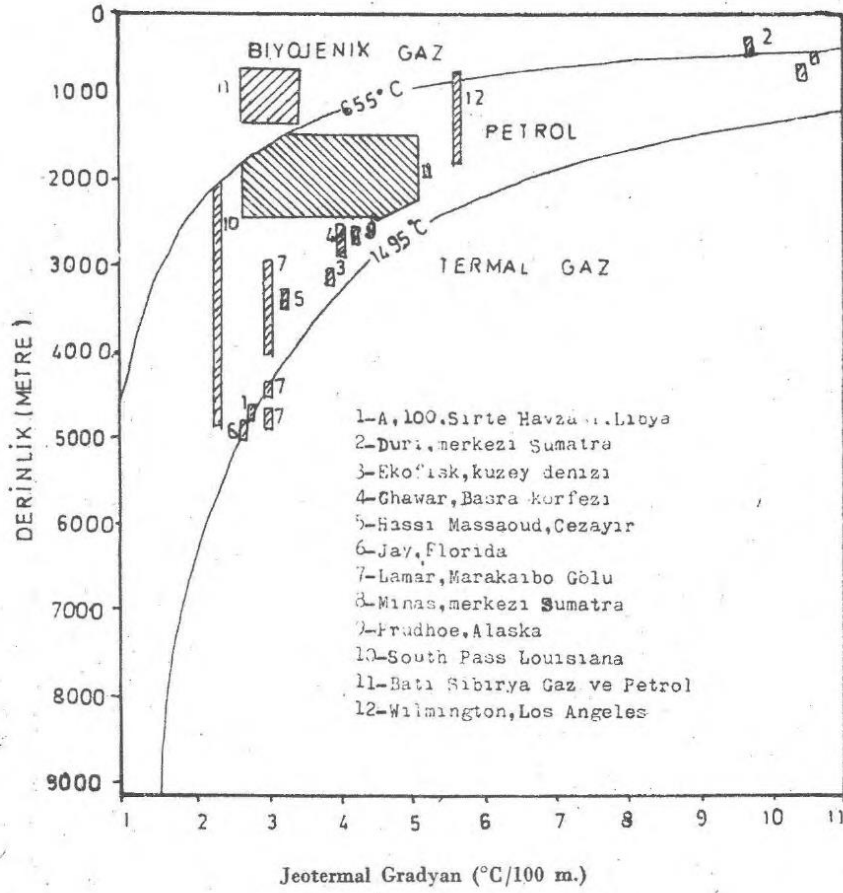
Daha önce, petrolün tortullar içinde dağılmış organik maddenin termokimyasal işlemlerle oluştuğuna işaret edilmiştir. Petrol oluşumunu sağlayan ısıl parçalanma (thermal craking) reaksiyonlar için, kil minerallerinin katalizörlüğü ile uzun süre etkin ısı gereklidir.

Isıl enerji, dünyanın merkezinden yüze doğru kayaların özelliklerine bağlı olarak ısı akımına dönüşür. Bu ısı akımı jeotermal gradyan (Geothermal Gradient) deyimi ile ifade edilir. Bu derinlik ile ısının artışı gösterir. Jeotermal Gradyan değerleri 1.8°C/100 m ile 6°C/100 m arasında değişir (Şekil-6). Şekil-6'da derinlik /jeotermal gradyan ilişkilerini ve petrol oluşumunu göstermektedir.

Genel olarak petrol oluşumunun 65°C ile başladığını ve 149°C a kadar devam ettiğini kabul etmekteyiz (Şekil 2, 7). Şekil 7, Petrol oluşumunun, Jeotermal Gradyan ve derinliğe bağlı olarak nasıl geliştiğini göstermektedir.

Kartsev ve diğerleri (1971); Hedberg (1974); Tissot ve diğ. (1974) 1000 m. ile 4500 m. arasında bir sıvı penceresinin oluştuğuna inanma-



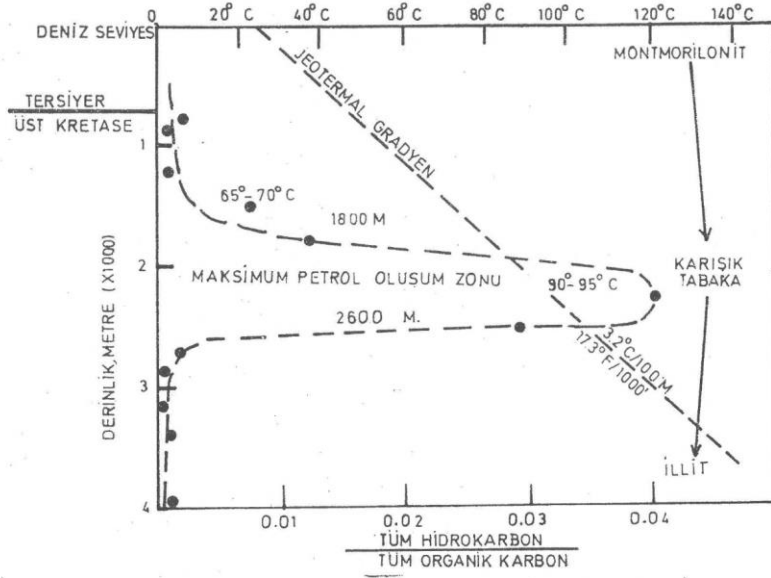


Şekil 7. Sıvı Penceresi kavramı (Pusey, 1973)

maktadırlar. Bu değerler yazarlara göre değişebilmektedir (Şekil-8). Şekil 8'de en fazla petrol oluşumu, 1800 m. ile 2600 m. arasında, fakat jeotermal gradyan $3.2^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$ olarak gösterilmektedir.

Derinlik değerleri yöre nin jeotermal gradyanına bağlı olarak petrol oluşumunu etkilemektedir.

Petrol, yüksek jeotermal gradyanla, sıg derinliklerde oluşabilmektedir. Örnek: Sumatra, 65°C sıcaklık altında oluşmuş petrol yataklarında dünyada mevcuttur. Burada tektonik etkisiyle oluşan petrolün yer değiştirdiğini ve uzun mesafeli bir göçü düşünebiliriz.



Şekil 8. Petrol oluşumu - Kamerun batı Afrika Tersiyer ve üst Kretase doula havzası (Albricht, 1970)