

Zaman-Sıcaklık-Olgunluk İlişkisinin Filyos-1 ve Ereğli-1 Kuyularına Uygulanması

Application of the Time-Temperature-Maturation
Relationship to Filyos-1 and Ereğli-1 Wells

Ayhan BAYRAK (*)
Selahattin PELİN (**)

OZET

Bu çalışmada zaman-sıcaklık-olgunluk ilişkisinden yararlanarak Filyos-1 ve Ereğli-1 kuyuları için jeolojik model oluşturulmuştur. Havzaların termik evrimlerinden yararlanarak basen analizleri yapılabilmektedir. Çalışma ile Zonguldak bölgesi için ilgili kuyularda jeotermik gradyanlar, aşınma miktarları ve jeolojik tarihçe yorumlanmıştır.

ABSTRACT

In this study, a geological model has been submitted for Filyos-1 and Ereğli-1 wells by using time-temperature-maturation relationship. Basin analyses can be studied by using thermic evolution. Géothermie gradients, eroded thicknesses and geological history are explained for related wells in Zonguldak region.

(*)Araştırma Görevlisi, HÜZMF Maden Müh. Bölümü, Zonguldak

(**)Prof.Dr., Öğretim Üyesi HÜZMF Maden Müh. Bölümü, Zonguldak

1. GİRİŞ

Havzaların geçirmiş olduğu evrimin yorumlanabilmesi ve oluşumlarının modellenmesi ile jeolojik geçmişteki bir çok problem çözülebilir. Termik gelişimin kaya olgunluğu ile ilişkili olmasından faydalanılarak basen analizleri yapılabilmektedir. Kayaç yeterli organik madde içeriyorsa zamanla gömülmeye bağlı olarak sıcaklık da artacağından olgunlaşma derecesi yükselecek ve sonuçta organik madde türüne göre kömür veya petrol oluşabilecektir. Bazı alanlarda özellikle volkanik bölgelerde magmatizmaya bağlı ısı, olgunlaşmada önemli bir etken olabilir. Kömürde olgunlaşma sıcaklık aralığı 50-200 °C, petrolde ise 60-150 °C dir.

Jeolojik süreç içerisinde sedimanlar birikim, gömülme ve sıkışmaya bağlı olarak kayaç haline dönüşürler, böylece zamanla olgunluk gelişir. Ulaşılan olgunluk değeri, geriye dönüşümsüz bir olayın sonucudur. Yani kayacın kazanmış olduğu olgunluk, onun geçmişteki kalınlığının, sıcaklığının ve yaşının göstergesidir.

Gömülme sonucu organik maddenin oksijen etkisinden kurtulması ile transformasyon başlar, ilk aşamada bakteriyel etkileşim ön planda iken, artan sıcaklıkla yerini ısısal etkiye bırakır. Bundan sonra olgunlaşmada ısı aktif rol oynar.

Bu çalışmada birimlerin organik madde içerikleri ve tipleri dikate alınmaksızın, fiziksel parametrelere bağlı olarak Filyos-1 ve Ereğli-1 kuyularında ulaşılan olgunluk değerleri ve jeotermik gradyanlar hesaplanmıştır. Ayrıca geçmişteki stratigrafik kalınlıkların aşınma miktarları ve Namuriyen dönemi paleo-coğrafyaya ek katkı sağlanmıştır.

2. JEOTERMİK GRADYAN

Veryüzünden yerin derinliklerine doğru inildikçe sıcaklık artar. Jeotermik gradyan J'C/100m, °C/km, °F/100m, °F/km, veya °F/100' gibi çeşitli şekillerde ifade edilebilir.

Jeotermik gradyan ısı akısına ve ısıl iletkenliğe bağılıdır. Isıl iletkenlik yüksek ise havza çabuk soğuyacaktır. Yeryüzünün (karalar) ortalama gradyanı 2.5-3 °C/100m dir. Termal alanlarda ortalama değerin çok üzerinde sıcaklıklar gözlenmiştir. İtalya'da Larderella sahasında 80 °C/100m dir. Jeotermik gradyan yörenin jeolojik yapısına ve litolojik özelliklerine göre değişiklik gösterir, Gradyan değeri kayalardaki kırıntılı madde oranı artıkça azalmaktadır (1).

Jeotermik gradyanın bulunması için, homojen alanlarda aşağıdaki Eşitlik 1 kullanılmaktadır (2).

$$G = \frac{\emptyset}{K} \quad [1]$$

G= Jeotermik gradyan, mili°C/cm

\emptyset = Isı akısı, mikro.cal/cm².s (HFU)

K= Isıl-iletkenlik, mili.cal./cm.s. °C (CU)

Homojen olmayan alanlar için ise Eşitlik 2'den yararlanılmaktadır (3).

$$T_z = T_s + \emptyset \left(\frac{l_1}{k_1} + \frac{l_2}{k_2} + \frac{l_3}{k_3} + \dots + \frac{l_n}{k_n} \right) \quad [2]$$

T = z derinliğindeki sıcaklık, m°C

T_s = Yüzey sıcaklığı, m°C

\emptyset = Isı akısı, HFU

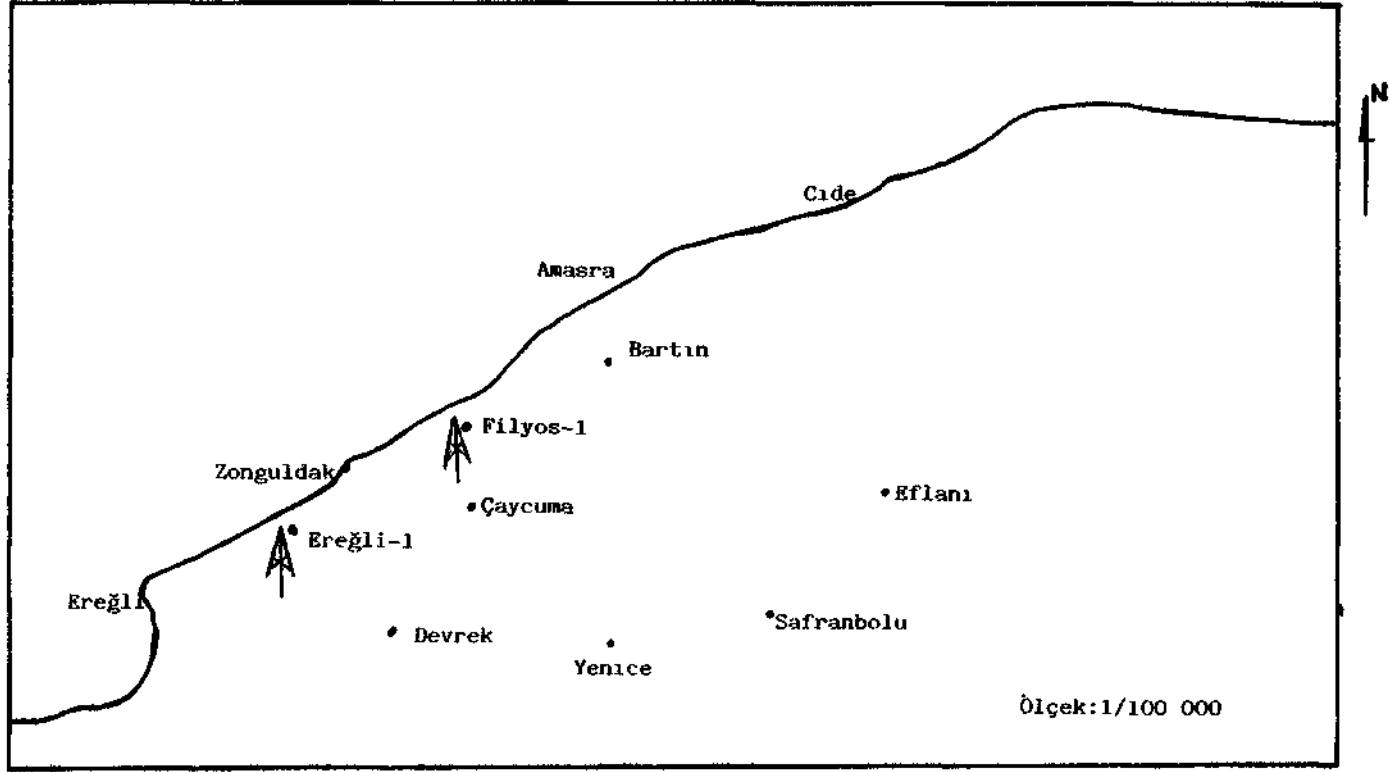
l = Formasyon kalınlığı, cm

k = Formasyon iletkenlik sayısı, CU

2.1, Filyos-1 ve Ereğli-1 Kuyularında Jeotermik Gradyanın Bulunması

TPAO tarafından açılan Filyos-1 ve Ereğli-1 kuyularından alınan verilere göre, kesilen formasyonlar ve litolojileri Çizelge 1 ve 2'de görülmektedir.

Eşitlik 2'nin ilgili kuyulara uygulanması ile Filyos için elde



Şekil 1 - Kuyu Lokasyon Yerleri

edilen jeotermik gradyan değeri 24.52 °C/km, Ereğli içinse 19.8°C/km bulunmuştur. Hesaplamalarda Zonguldak yöresi için yüzey sıcaklık ortalamaları 13.5 °C (4), ısı akısı 0.9 (Avrupa ısı akısı haritasından) ve formasyonların iletkenlik katsayıları da litolojik özelliklerinin ortalaması olarak (5) kabul edilmiştir.

3. OLGUNLUK

Zamanın ve sıcaklığın fonksiyonu olarak kayaçların geçirdiği değişikliğin derecesi, olgunluk olarak ifade edilir. Olgunluk olayında özellikle ısı önemli bir etkidir. Örneğin Moskova havzasındaki Karbonifer yaşlı kömürler hala "kahverengi kömür" aşamasındadır. Bu kömürler 20-25 °C'dan fazla bir sıcaklık etkisine hiç bir zaman maaruz kalmamıştır. Buna karşılık, Saxonya havzasındaki Karbonifer kömürleri Mesozoyik ve Senozoyik'de daha derinlere (2000-4000m) gömülmüşlerdir ve 100 milyon yıldan fazla bir süreçte 80-140 °C'lık sıcaklık etkisine maaruz kalmışlardır (6).

Bu çalışmada kayaçların ulaştığı olgunluk değerlerinin bulunması için aşağıdaki Eşitlik 3 kullanılmıştır (7).

$$C = \ln \int_0^T 2^{T/10} . dt \quad [3]$$

C = Olgunluk

t = Kayacın yaşı, my

T = Sıcaklık, °C

3.1. Filyos-1 ve Ereğli-1 Kuyularında Olgunluk Değerlerinin Bulunması

Eşitlik 2'nin yardımı ile bulduğumuz sıcaklıkları (T) ve birimlerin yaşını (t), Eşitlik 3'de kullanarak, her formasyon için olgunluk değerleri (C) elde edilmiştir. Bu değerler minimum olgunlukları ifade eder, çünkü hesaplamada aşınmalar ve diğer yapısal unsurlar değerlendirilmemiştir. Olgunluğun gerçek değerine ancak tam serilerde

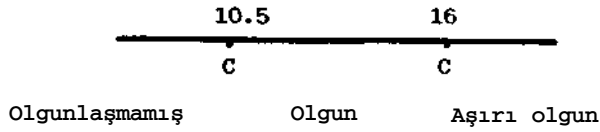
Çizelge 1- Filyos-1 Kuyusu İçin Kullanılan Değerler ve Sonuçlar

Kuyu Adı : Filyos-1		
1. Birim Yemişliçay Fm.	2. Birim Çağlayan Fm.	3. Birim Yılanlı Fm.
Yaş Üst Kretase	Yaş Albiyen	Yaş Vizeen
Litoloji mukçit, andezit, tuf, sıyıl, kumtaşı, argilonda	Litoloji kumtaşı, glaukonit, kumtaşı	Litoloji dolomit, dolosparit
$l_1 = 3664$ m	$l_2 = 281$ m	$l_3 = 345$ m
$k_2 = 3.25$	$k_2 = 6$	$k_3 = 4$
Yüzey sıcaklığı 13.5 °C	Yüzey sıcaklığı 13.5 °C	Yüzey sıcaklığı 13.5 °C
Isı akısı $\phi = 0.9$	Isı akısı $\phi = 0.9$	Isı akısı $\phi = 0.9$
$T_1 = 98.4$ °C	$T_2 = 106.2$ °C	$T_3 = 116$ °C
$t_1 = 97.5$ my	$t_2 = 150$ my	$t_3 = 340$ my
Olgunluk değeri $C_1 = 12$	Olgunluk değeri $C_2 = 12.3$	Olgunluk değeri $C_3 = 13.8$
Olgun	Olgun	Olgun
T_z (4180 m derinlikteki sıcaklık) = 116 °C (TPAO=114 °C)		
Jeotermik gradyan = 24.52 °C/km		

Çizelge 2- Ereğli-1 Kuyusu İçin Kullanılan Değerler ve Sonuçlar

Kuyu Adı : Ereğli-1		
1. Birim Kalabaklar Çöğlevanı, İzmit Formasyonları	2. Birim Alacağzı Fm.	3. Birim Yılanlı Fm.
Yaş Üst Jura-Kretase	Yaş Nanuriyen	Yaş Vizeen
Litoloji kireçtaşı, marmer, kumtaşı, maltaşı, seyl	Litoloji kumtaşı, kilttaşı, kumur	Litoloji dolomitlik kireçtaşı
$l_1 = 760$ m	$l_2 = 1036$ m	$l_3 = 632$ m
$k_2 = 4.5$	$k_2 = 5$	$k_3 = 4$
Yüzey sıcaklığı 13.5 °C	Yüzey sıcaklığı 13.5 °C	Yüzey sıcaklığı 13.5 °C
Isı akısı $\phi = 0.9$	Isı akısı $\phi = 0.9$	Isı akısı $\phi = 0.9$
$T_1 = 19.27$ °C	$T_2 = 45.52$ °C	$T_3 = 61.55$ °C
$t_1 = 160$ my	$t_2 = 330$ my	$t_3 = 340$ my
Olgunluk değeri $C_1 = 6.3$	Olgunluk değeri $C_2 = 9$	Olgunluk değeri $C_3 = 10.08$
Olgunlaşmamış	Olgunlaşmamış	Olgunlaşmamış
T_z (2427 m derinlikteki sıcaklık) = 61.55 °C (TPAO=66 °C)		
Jeotermik gradyan = 20 °C/km		

ulaşılabilir. Çizelge 1 ve 2 Filyos ve Ereğli bölgesi birimlerinin minimum olgunluk değerlerini göstermektedir. Olgunluk sınırlarının bulunmasında Şekil 2'den yararlanılmıştır (7).



Şekil 2- Olgunluk (C) sınırları diyagramı

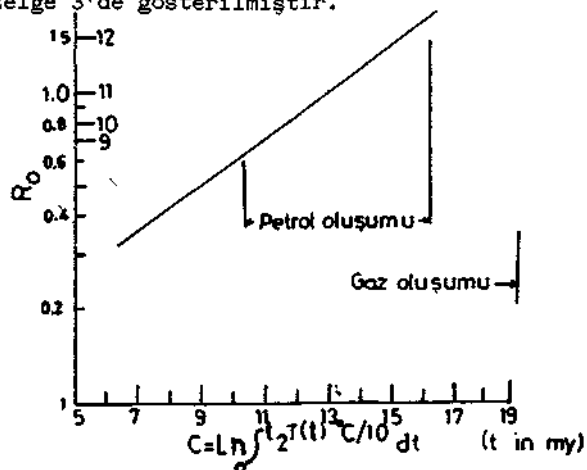
4. AŞINMA MİKTARLARININ BULUNMASI

Aşınma miktarlarının bulunmasında ölçülen olgunluk değerlerine karşılık gelen stratigrafik kalınlık ile minimum olgunluk değerlerine karşılık gelen stratigrafik kalınlık farkı esas alınmıştır. Vitrinit yansıtması (E) cinsinden ölçülmüş olgunluk değerlerinin (8) bu çalışmada

o

yararlanılan C cinsinden olgunluklara dönüştürülmesinde şekil 3'deki grafikten yararlanılmıştır (7)

Elde edilen olgunluk değerleri Eşitlik 3'de kullanılarak, sıcaklıklar (T) hesaplanmıştır. Bu sıcaklık değerleri bölgesel jeotermik gradyanlara göre yorumlanmış ve jeolojik devirlerde ulaşılan gerçek stratigrafik kalınlıklar bulunmuştur. Bulunan değerlerle bugünkü kalınlıklar arasındaki farktan aşınma miktarlarına ulaşılmıştır. Tüm değerler ve sonuçlar Çizelge 3'de gösterilmiştir.



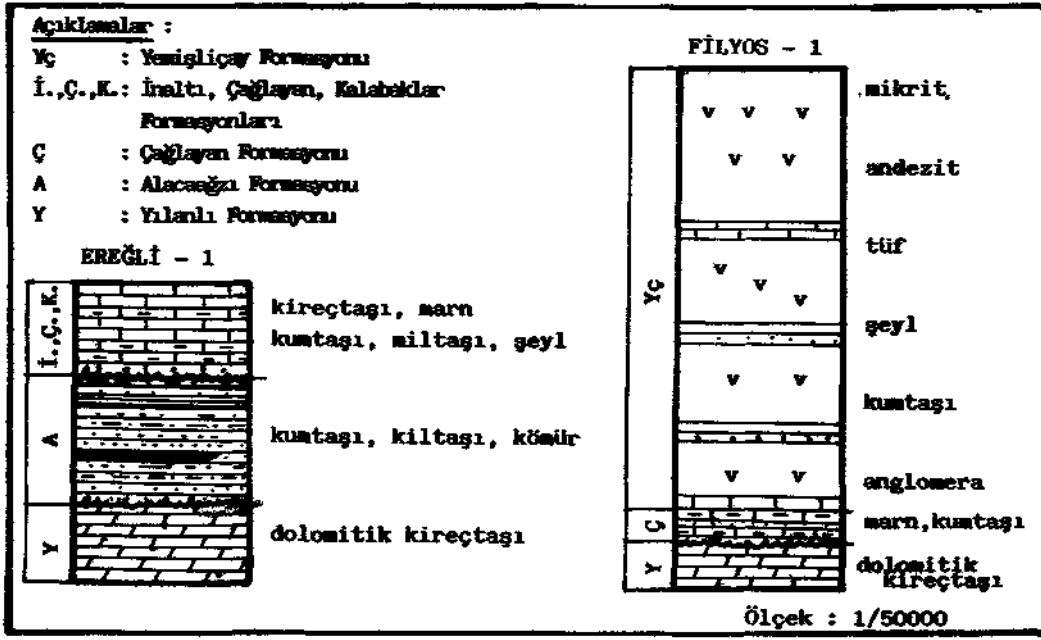
Şekil 3- Olgunluk-Vitrinit Yansıtması grafiği

Çizelge 3- Filyos-1 ve Ereğli-1 Kuyuları İçin Aşınmanın Bulunmasında Kullanılan Değerler ve Sonuçlar

Filyos-1	Eragli-1
Bugünkü stratigrafik kalınlık $h_1 = 4180$ m	Bugünkü stratigrafik kalınlık $h_1 = 2427$ m
Ölçülen olgunluk(R_j)=1.44 Bulunan olgunluk(C_j) =15	Ölçülen olgunluk(R_j)=1.0 Bulunan olgunluk(C_j) =13.2
$G = 24.52$ °C/km	$G = 20$ °C/km
Hesaplanan stratigrafik kalınlık $h_2 = 4812$ m	Hesaplanan stratigrafik kalınlık $h_2 = 4710$ m
Aşınma miktarı $h_1 - h_2 = 632$ m	Aşınma miktarı $h_1 - h_2 = 2283$ m

5. PALEOCOÖRAFYA

Hesaplanmış olan aşınma miktarları ve stratigrafik ilişkiler göstermektedir ki Filyos-1 kuyusu civarında Namuriyen ve Westfaliyen'de çökme olmamıştır. Bu dönemde Filyos civarı büyük bir olasılıkla aşınmanın az olduğu karasal bir konumdadır. Namuriyen ve Westfaliyen sığ denizi, Filyos dışında, Ereğliden Amasra'ya kadar uzanmıştır. Böylece kuzey alanları Amasra, Çakraz bölgeleri Namuriyen'de diğer alanlara göre daha sığ bir ortam karakteri gösterirler. Özellikle Namuriyen birimlerinin kalınlıklarının düşük olması bu görüşü destekler niteliktedir.



Şekil 4. Filyos - 1 ve Ereğli - 1 Kuyuları Stratigrafik Kesitleri

6. SONUÇLAR

Zonguldak bölgesinde TPAO tarafından açılan Fiyos-1 ve Ereğli-1 kuyularından elde edilen bilgilerden yararlanarak gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Güncel jeotermik gradyan Filyos-1 kuyusu civarı için 24.52 °C/km Ereğli-1 kuyusu civarı, içinse 20 °C/km olarak hesaplanmıştır.
- Aşınma miktarları Filyos-1 kuyusunda 632m, Ereğli-1 kuyusunda ise 2283m bulunmuştur.
- Yörenin Namuriyen paleocoğraf yasma katkı sağlanmıştır.

7. TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmanın uygulandığı Filyos-1 ve Ereğli-1 kuyuları ile ilgili bilgileri sağladığı ve kullanılmasına izin verdiği için TPAO Genel Müdürlüğü yetkililerine teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

1. ÜNALAN,G., Isı-^a^cısısı, Jeotermik gradyan ve Petrol: Yeryuvarı ve İnsan, Cilt:2, Sayı:3, 1977, s.44-70.
2. ERDEM.Ü., Kozlu Bölgesinin Zaman-Sıcaklık-Derinlik İlişkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara, 1985, s.42-48.
3. ANDREWS-SPEED,C.P., OXBURGH,E.R., COOPER,B.A., Temperatures and depth-Dependent Heat Flow in Western North Sea, The American Association of Petroleum Geologists, v.68, N.11, 1994, pp.1764-1780.
4. ERDEM, Ü., PELİN,S., Kozlu Bölgesi (Zonguldak) Zaman-Sıcaklık-Derinlik İlişkileri, T.J.K. 40. Kurultayı,Ankara, 1986.
5. TISSOT.B.P., WELTE.D.H., Petroleum Formation and Occurrence, Springer-Verlag, Berlin-1984, pp.299.
6. KÖKSOY.M., Yakıtlar Jeolojisi, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1985. s.152.
7. ROYDEN.L., SCLATER,J.G., VON HERZEN,R.P., Continental Margin Subsidence and Heat Flow : Important Parameters in Formation of Petroleum Hydrocarbons, The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V.64, No.2, 1980, pp.173-187.
8. KARAYİĞİT, A.İ., Zonguldak Kömürlerinin Petrolojik Özellikleri, Türkiye 7. Kömür Kongresi,Zonguldak, 1990, s.261.