

EREĞLİ-ULUKIŞLA (KONYA-NİĞDE) HAVZASININ HİDROKARBON POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Nurettin SONEL* ve **Ali SARI**

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ankara Üniversitesi, 06100, Beşevler, Ankara,
* sonel@eng.ankara.edu.tr

ÖZET

Ereğli-Ulukışla Havzasında ilk sedimantasyon Üst Kretase'nin Kampaniyen-Maestrihtiyen döneminde başlamıştır. Havzada genellikle fliş fasiyesinde çökeller gelişmiş olup, yer yerde karbonatlı istifler yer almaktadır. Havzada çökelen sedimanter birimler genelde Miyosen başlarına kadar devamlı, yer yer de bölgesel uyumsuzluklar ile devam etmiştir. En son çökelen birimler ise göl ve akarsu karakterli olup, diğer tüm birimleri uyumsuz olarak örter. Yapılan modern organik jeokimyasal analizlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda Çiftehhan formasyonunun zayıf petrol kaynak kaya özelliği sergilediği, kerojen tipinin çoğunlukla Tip-III olduğu, organik maddenin olgunlaşma başlangıcı-olgun safhada olduğu ve dolayısı ile de doğal gaz ürettiği, fakat ekonomik bir değer sunmadığı anlaşılmıştır. Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarından alınan örneklerin analiz verilerinin değerlendirilmesiyle de birimlerin zayıf derecede kaynak kaya özellikleri sunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, kerojen tiplerinin çoğunlukla Tip-III olduğu, organik maddenin olgunlaşma başlangıcı-aşırı olgun safhada bulunduğu ve gaz ürettiği ancak ekonomik önem arz etmediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ereğli-Ulukışla Havzası, kerojen, petrol, doğalgaz.

INVESTIGATION OF HYDROCARBON POTENTIAL OF EREĞLİ-ULUKIŞLA BASIN (KONYA-NİĞDE)

ABSTRACT

The first sedimentation in Ereğli-Ulukışla basin have started during Upper Cretaceous Campanian-Maestrichian. The basin mostly is represented by the deposition of flysch facies and locally by carbonate series. The sedimentary depositions mostly are continued at the beginning of Miocene and locally show regional discontinuity series. The last deposition is represented by lake and river types depositions, which cover all the units in the area. The results of modern organic geochemical analyses reveal that Çiftehhan formation has poor petroleum reservoir properties, mostly kerogenite III-Type, organic material at the first maturation stage consequently it has produced poor natural gas with no economical value. The sample results of Halkapınar and Hasangazi formations show that these units have poor degree source rock properties. In addition, they have kerogenite III-Type with organic material at the first maturation stage consequently it has produced poor natural gas with no economical value.

Keywords: Ereğli-Ulukışla basin, kerogen, oil, natural gas.

1. GİRİŞ

Çalışma alanı Ulukışla (Niğde), Çamardı, Pozantı ve Ereğli (Konya) arasında yer almakta olup, Ereğli-Ulukışla Havzası olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1). Ereğli-Ulukışla Havzasında modern organik jeokimyasal yöntemlerle hidrokarbon aramalarına yönelik çalışmalar bulunmamaktadır. Bölgede yapılan çalışmalar daha çok genel jeoloji kapsamında, stratigrafi ve yapısal özelliklerin açıklanmasına

yönelik olmuştur [1-9]. Havzada Sonel ve diğerlerinin [10] araştırması Miyosen yaşlı birimlerin hidrokarbon potansiyeline yöneliktir. Ereğli-Ulukışla Havzasında hidrokarbon oluşumuna uygun koşulların olduğu görülmektedir. Havzayı dolduran istifler yersel uyumsuzluklar göstermesine rağmen Üst Kretase'den Miyosen'e kadar devamlıdır. Bu istif içerisinde petrol kaynak kaya, hazne kaya ve örtü kaya özellikleri taşıyan birimler vardır.

Birimlerin yapısal özelliklerine bakıldığında, muhtemel yapısal kapanların Geç Tersiyer tektonik hareketlerinden fazla etkilendiği ve bu tür yapısal kapanların aşırı deforme olduğu, bunun yanında özellikle stratigrafi kapanlarının geliştiği gözlenmektedir. Ereğli-Ulukışla Havzası olarak nitelendirilen bu bölge aslında Tuz Gölü Havzasının bir devamı niteliğindedir. Her iki havzanın oluşum zamanı ve havzaları dolduran birimlerin litolojik özellikleri birbirlerine çok benzemektedir. Tuz Gölü Havzasında hidrokarbon aramalarına yönelik yapılan çalışmalar olumlu sonuçlar vermiş ve havzada doğal gaz oluşumunun gerçekleştiği saptanmıştır. Ereğli-Ulukışla Havzasının Tuz Gölü Havzasına benzemesi ve onun devamı niteliğinde olması nedeniyle bu havzada da ekonomik hidrokarbon olabileceği düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METHOD

Çalışma kapsamında Kanpaniyen-Maastrichtiyen Çiftehane formasyonuna ait 11, Paleosen Halkapınar formasyonuna ait 17 ve Eosen yaşlı Hasangazi formasyonuna ait 19 adet örnek üzerinde Toplam Organik Karbon (% TOC) analizi yapılmıştır. Yine Çiftehane formasyonuna ait 5, Halkapınar formasyonuna ait 12 ve Hasangazi formasyonuna ait 14 adet örnek üzerinde ise piroliz analizleri yapılmıştır. Ayrıca Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait ikişer adet örnek üzerinde Gaz kromatografi Analizi (GC) yapılmıştır. Organik jeokimyasal analizlerin yanısıra Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait 7 adet örnek üzerinde organik petrografik analizler gerçekleştirilmiştir.

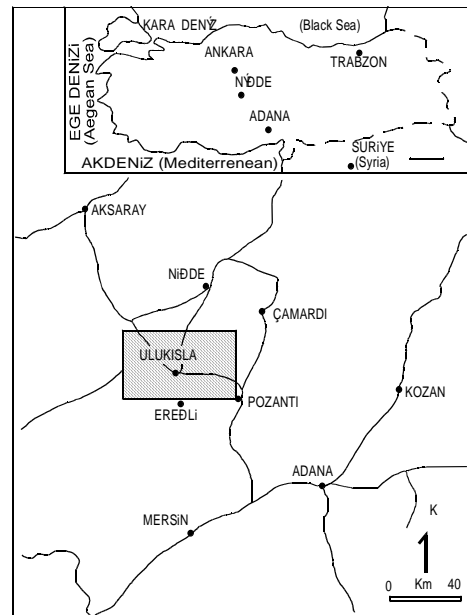
Toplam organik karbon analizleri (TOC % ağırlık) Leco WR – 12 tipindeki karbon analiz cihazı ile yapılmıştır. TOC analizlerinin devamında bitümlü şeyl örneklerinden piroliz cihazı (Oil Show Analyser) kullanılarak S₁, S₂, S₃, T_{max}, Oksijen İndeksi (OI), Hidrojen İndeksi (HI) ve Üretim İndeksi (PI) değerleri elde edilmiştir. Doymuş hidrokarbonlar (n-alkan ve iso-alkanlar) Varian 3700 tipindeki gaz kromatogramında yakma iyonlaştırma dedektörü (FID) kullanılarak elde edilmiştir. Organik petrografik incelemeler ise Ortoplan MPV-2 alttan aydınlatmalı mikroskop kullanılarak yapılmış ve bu suretle organik madde türleri (kerojen tipi), bağıl bollukları ve Spor-Polen Renk İndeksi (SCI) gibi olgunlaşma parametreleri (SCI) elde edilmiştir.

3. GENEL JEOLJİ

Ereğli-Ulukışla Havzası doğudan Aladağlar ve Ecemiş fayı ile sınırlanmaktadır. Batıya doğru, kuzey sınırını Çamardı, Bor hattında görülen Niğde masifi oluşturmakta ve en batıda Ereğli civarında son bulmaktadır (Şekil 1 ve 2). Güney sınırında ise Bolkar dağları yer almaktadır. Bölge Tersiyer başında, içinde volkanik bir adayayının gelişmekte olduğu kapanan bir okyanus durumundadır. Kapanma, kuzeyden

güneye ilerleyen Kıta/Adayayı/Kıta çarpışması şeklinde gelişmiştir [9]. Bu çarpışma sonucunda Okyanusal çukurluk içinde yer alan Ulukışla ve çevresinde derin denizel paleocoğrafik koşullar egemendir. Üst Kretase'de bölge güneyine ofiyolitler yerleşmiştir. Üst Paleosen'de adayayının çevresinde gelişmiş çukurluklarda türbiditler çökelmiştir. İpresiyen'de havzanın adayayı kuzeyinde kalan kesimi kıvrımlanarak kara haline gelmiştir. Bölgede derin deniz koşulları Lütseyen sonlarında sona ermiş ve Üst Eosen-Alt Miyosen zaman süreci içinde gelişen molas çukurlarında önce evaporitik, sonra tatlı su ve karasal kıvrıntılar depolanmıştır. Orta Miyosen'de bölge orojenik hareketlerle yeniden şekillenmiştir. Yörede Üst Miyosen-Pliyosen'de düşey hareketler ve iklim değişimi ile akarsu-göl koşullarında yeni bir tortul devre gelişmiştir. Bu evrede kıvrıntılı ve karbonatlı sedimanlar çökelmiştir. Birimler, Pliyosen sonlarında etkin düşey hareketlere bağlı olarak kuzeybatıya doğru eğilme ve açık kıvrım oluşturacak şekilde çok hafif bir deformasyon geçirmişlerdir. Okyanusal, molas ve genç karasal litoloji toplulukları birbirinden bölgesel açılı uyumsuzluklarla ayrılmışlardır. Bölgede hakim yapıyı, sıkışma kuvvetlerin oluşturduğu saptanmıştır. Bunun sonucunda ters faylar, bindirmeler ve dar amplitüdü kıvrımlar gelişmiştir.

Çalışma alanının doğu sınırını oluşturan Ecemiş doğrultu atımlı fayının da özellikle doğuya doğru etkilerinin daha fazla olduğu gözlenmektedir. İnceleme alanında çökel kayaların temelini Üst Permiyen-Üst Triyas yaşlı Bolkar Birimi [11] metamorfikleriyle Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj oluşturmaktadır. Üst Kretase ofiyolitik yerleşiminden başlayarak günümüze kadar geçen zaman aralığında temel birimler üzerine uyumsuz olarak Üst Mestrihtiyen'den Pliyosen'e kadar sedimanlar çökelmiştir. Bu sedimanların Üst Eosen sonuna kadar

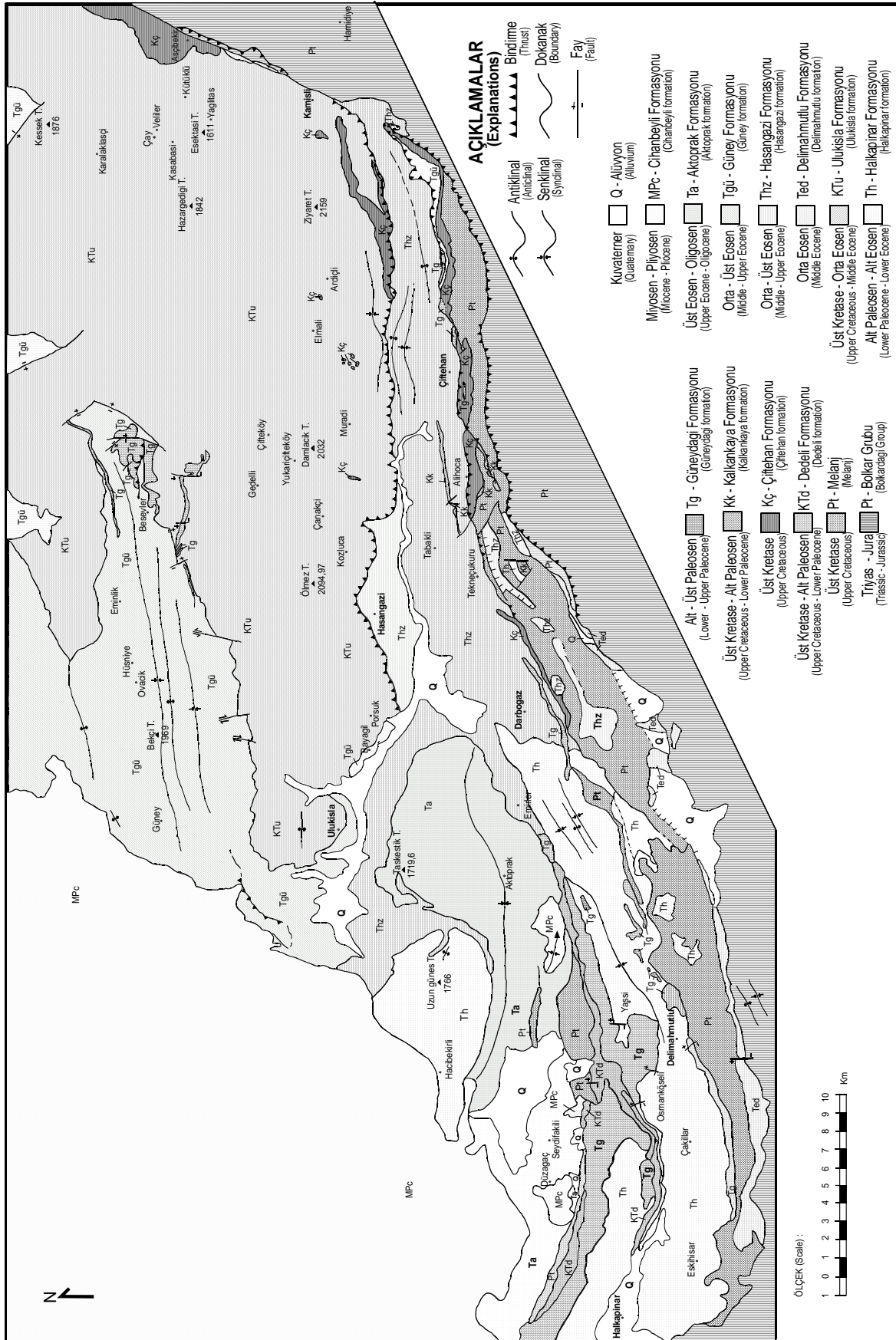


Şekil 1. İnceleme alanına ait yer bulduru haritası

olanları denizel, Üst Eosen ile Pliyosen zaman aralığındakiler ise karasaldir. Çalışma alanına ait jeolojik harita Şekil 2’de verilmiştir.

3.1. Stratigrafi

Ereğli-Ulukışla Havzası’nda ilk sedimanter birimler



Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı Çiftahan ve Dedeli formasyonlarıdır. Bu birimler, temel üzerine tektonik bir dokanak ile gelir. Bu formasyonların üzerlerinde, sığ denizel birimlerle temsil edilen Üst Kretase-Paleosen yaşlı Kalkankaya ve Güneydağı formasyonları yer alır. Bunlar üzerine ise, Alt Paleosen–Alt Eosen yaşlı volkanik katkılı ve fliş türü türbiditik çökellerden oluşan Halkapınar formasyonu gelir. Bu formasyon üzerinde, yanal ve düşey geçişli bir görünüm sergileyen Üst Kretase–Orta Eosen yaşlı Ulukışla formasyonu yer alır. Ulukışla formasyonu, çoğunlukla aglomera, andezitik lav akıntıları, tüfler, tüfitler, volkanik breşler ve yastık lavlardan oluşur. Bütün bu volkanik malzeme türbiditik kumtaşı, kayma (slump) çökelleri, ender olarak kireçtaşı ve şeyl ile ara tabakalıdır. Bunlar üzerinde Orta–Üst Eosen yaşlı Hasangazi formasyonu yine yanal ve düşey geçişli olarak Ulukışla formasyonu üzerinde yer alır. Bu birim; kireçtaşı, şeyl, konglomera ve türbiditik kumtaşlarından oluşan bir litolojiye sahiptir. Hasangazi formasyonu üzerine Ulukışla kuzeyi ve kuzeydoğusunda yanal ve düşey geçişli olarak Güney formasyonu gelir. Ulukışla'nın güney ve güneybatısında ise Aktoprak formasyonu yer alır. Üst Eosen–Oligosen yaşlı Aktoprak formasyonu, evaporitler, marn aratabakalı kireçtaşları ve türbiditik kumtaşlarından oluşur. Daha üstte karasal kırıntılardan oluşan Miyosen–Pliyosen yaşlı Cihanbeyli formasyonu alttaki birimleri uyumsuz olarak örter. Tüm bu birimler üzerine de alüvyon örtü yayılmıştır (Şekil 3).

4. KAYNAK KAYA İNCELEMELERİ

Canlı hayatın bol olduğu ve çökelen organik maddelerin oksidasyondan korunabildiği ortamlarda oluşan, ince dokulu, koyu renkli ve organik maddece zengin olan birimler petrol kaynak kayası olarak değerlendirilirler [12, 13]. Dow [14] ise petrol kaynak kayasını jeolojik zamanlar boyunca petrol ve/veya doğalgaz üretmiş ve üretmiş olduğu hidrokarbonları hazne kaya içerisine gönderebilmiş kerojen içeren siyah renkli ve ince taneli sedimanlar olarak tanımlar. Organik jeokimyasal çalışmalar herhangi bir çökeltme ortamında petrol kaynak kayasının gelişebilmesi için sedimanlarla beraber çökelen organik maddenin ekonomik anlamda petrol türümü gerçekleştirebilecek miktar, tür ve olgunluğa erişmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu nedenle kaynak kaya potansiyeline sahip kayaçlardaki katı organik madde ile ilgili üç kriterin belirlenmesi zorunludur. Bu kriterler; organik madde miktarı (TOC), organik madde türü ve organik maddenin olgunluğudur.

4.1. Toplam Organik Madde Miktarı

Kayacın içindeki kerojene ait karbon miktarı ile bu kerojenden türemiş fakat kayaç dışına atılamamış

hidrokarbonlara ait karbonların toplamı toplam organik madde olarak adlandırılır. Petrol üreten kaynak kayaların sahip oldukları organik madde miktarlarının karbonatlar için $> 0,3 \%$ ve şeyller için $> 0,5 \%$ olması gereklidir [15]. Çalışma alanımızda Çiftahan formasyonuna ait 11 adet örneğin organik madde miktarı $0,04$ ile $0,15 \%$ arasında değişmekte olup, ortalama değer $0,07 \%$ 'dir. Halkapınar formasyonuna ait 17 adet örneğin organik madde miktarı $0,02$ ile $0,73 \%$ arasında değişmekte olup, ortalama değer $0,26 \%$ 'dir. Hasangazi formasyonuna ait 19 adet örneğin organik madde miktarı ise $0,04$ ile $0,53 \%$ arasında değişmekte olup, ortalama değer $0,28 \%$ 'dir (Tablo 1).

Bu değerlere göre Çiftahan formasyonu zayıf, Halkapınar ve Hasangazi formasyonları ise zayıf-orta derecede kaynak kaya potansiyellerine sahiptirler.

4.2. Organik Madde Tipi

Kerojen tipleri türetebilecekleri hidrokarbon türlerini (petrol, petrol/gaz, gaz) göstermeleri açısından önemlidir. Kerojenler kimyasal olarak Tip I, Tip II ve Tip III olarak tanımlanırken, petrografik olarak da amorf/algal, otsu, odunsu ve kömürsü olarak tanımlanırlar. Çiftahan, Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait örneklerin kerojen tipleri piroliz analizlerden (Tablo 1) elde edilen $HI - T_{max}$ diyagramı ve ayrıca organik petrografi yöntemi ile belirlenmiştir. $HI - T_{max}$ diyagramına göre Çiftahan formasyonunun kerojen tipi Tip III, Hasangazi ve Halkapınar formasyonlarının kerojen tipleri ise Tip II ve Tip III'dür (Şekil 4).

Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait örnekler $HI - TOC$ diyagramı (Şekil 5) üzerinde değerlendirildiklerinde; Halkapınar formasyonuna ait örneklerin organik madde tiplerinin zayıf petrol kaynağı-çok zayıf kaynak ya da kaynak olamaz ve gaz ve/veya petrol kaynağı oldukları, buna karşılık Hasangazi formasyonuna ait örneklerin çoğunlukla organik madde tiplerinin zayıf petrol kaynağı ile çok zayıf kaynak ya da kaynak olamayacakları görülmektedir.

Çiftahan formasyonuna ait örnekler $HC - TOC$ diyagramı (Şekil 6) üzerinde yorumlandıklarında örneklerin hidrokarbon üretme potansiyelerinin olmadığı görülmektedir. Halkapınar formasyonuna ait örnekler $HC - TOC$ diyagramı (Şekil 6) üzerinde yorumlandıklarında ise örneklerin çok zayıf gaz ve bir miktar petrol, zayıf/iyi derecede petrol ve gaz ile bir miktar göçmüş hidrokarbon üretmiş olduğu görülmektedir. Hasangazi formasyonuna ait örnekler $HC - TOC$ diyagramı (Şekil 6) üzerinde yorumlandıklarında ise örneklerin zayıf gaz ve orta derecede bir miktar petrol, orta derecede gaz ve bir miktar petrol/petrol ve gaz ile bir miktar göçmüş hidrokarbon üretmiş olduğu görülmektedir.

Sistem (System)	Sarı (Series)	Rat (Rat)	Epoch)	FORMASYON (Formation)	LİTOLOJİ (Lithology)	Kalınlık	LİTOLOJİK ÖZELLİKLER (Lithological properties)	FOSİLLER (Fossils)								
TERTİARYER (Tertiary)	Paleosen (Paleocene)	Alt Üst (Lower-Upper)	Halkapınar	ALÜVYON (Alluvium)												
				Oligosen (Oligocene)	Aktoprak	Cihanbeyli			Mpc Çakıtaşı Kumtaşı, marn, jips Bitümlü şeyl, marn, kumtaşı, killi kireçtaşı ardalanması Çapraz tabakalı kumtaşı, çakıtaşı							
						Güney	Hasangazi	Dmah	Ta	650 - 1000	Kumtaşı-şeyl ardalanması Kırmızı yeşil kumtaşı Marn, killi kireçtaşı ardalanması Jips Seyrek kireçtaşı bantları					
									Tgü	500	Türbiditik kumtaşı, şeyl ardalanması Kırmızı renkli mercekli çamurtaşı, İnce-orta tabakalı mercekli kumtaşı-çamurtaşı ardalanması					
									Ted	500	Konglomeralar Kumlu ve konglomeralı kçt aralabakaları					
						Eosen (Eocene)	Alt Üst (Lower-Upper)	Halkapınar	Halkapınar	Tiz	900	Kayma blokları ve çakıtaşı-kumtaşı-şeyl Marn, türbiditik kumtaşı, kumlu kçt	Nurmutlus sp., Discoycina sp., Orbiculus sp., Rotella sp., Rotellidae, Miliolidae			
										KTU	1000-1700	Aglomera, andezit ardalanması Resifal kçt, andezit parçaları Aglomera, tüf, andezit Yastık lavlar, vol. breşler ve tüfler	Desichoptax biserialis DIETRICH Discoycina sp., Globorotalia sp. Planorbulnidae, Globigerinidae Valvulinidae, Planorbulina sp. Lithonidae, Fabularia sp.			
										Th	1000 - 1400	Türbiditik kumtaşı-şeyl ardalanması Spilitik yastık lav Triyas yaşlı kçt olistolitleri İnce-orta tabakalı kumtaşı Şeyl ara tabakaları, tüf ara katkılan	Rotellidae, Miliolidae Miscelanea sp., Rotella Globorotalia of G. velascoensis CUSHMAN " " aequa TOULMIN Missisipina sp., Lacasina sp. Globorotalia of G. pseudomardi BOLLİ Valvulinidae Laflana sp.			
										Tg	200 - 300	Marn ara tabakalı kçt Beyaz renkli kalkarenit Kırmızı renkli kalsirudit	Missisipina sp., Fabiana sp., Globigerina sp. Globorotalia sp., Planorbulina sp. Heterohelidae, Discoycina sp.			
										Kalkar-kaya	Çiftahan	Dede	Kalkar-kaya	Çiftahan	KTE	700
						Kk		gri renkli resif kçt Kırmızı çakıtaşı								
				Triyas-Kretase (Triassic-Cretaceous)	Triyas-Jura (Triassic-Jurassic)	Alt Üst (Lower-Upper)	Halkapınar	Halkapınar	Halkapınar	Halkapınar	Melanj	Ofiyolitij melanj	involutina of Praeaschei ZANINENTI			
											Bolkar Grubu	Bolkar Grubu	Bolkar Grubu	2100 ?	Kristalize kçt, Kçt-şeyl ardalanması Koyu gri, dolomitik kçt	Meandrosira Lulia PREMOLI (SILVA) Mizzia Minita Johnson Gymnocodium sp. Nankinella sp.

Şekil 3. İnceleme alanına ait stratigrafik kolon kesit

Organik petrografik yöntemler ile organik maddenin, özellikle gömülme sürecindeki renk değişimleri ile olgunlaşma gelişimini incelemek mümkündür. Diyajenez aşamasında renksiz, açık sarı-açık

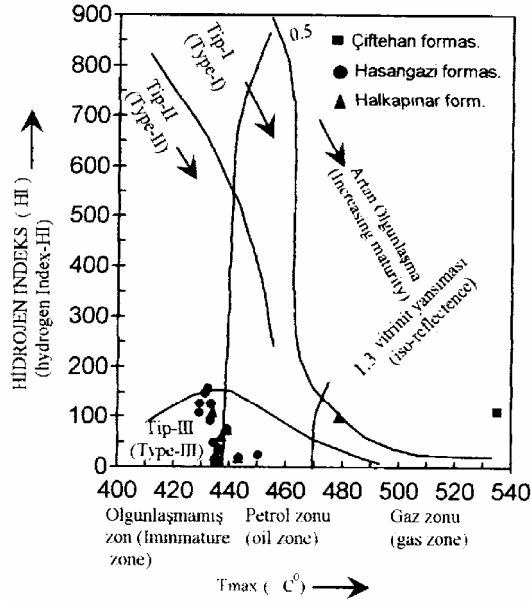
kahverengi olan organik maddenin rengi gömülme sürecince gittikçe siyahlaşır ve opaklaşır. Opak hale gelmiş organik madde birikimi özellikle odunsu birikim açısından zengin organik maddeleri ifade

Tablo 1. Çiftehane formasyonuna ait örneklerin TOC ve piroliz analizi sonuçları

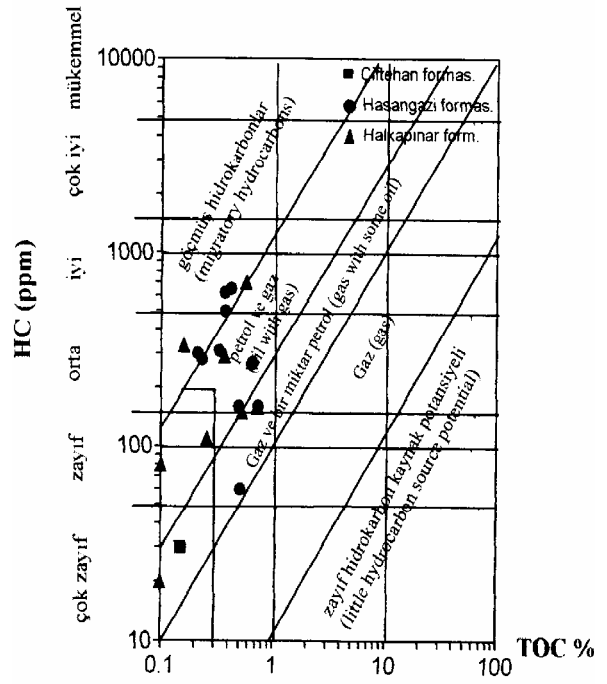
For. Adı	Örnek No	TOC %	S ₁	S ₂	S ₃	T _{max}	HI	OI	PI	HC
Çiftehane	FC-1	0.08	0.01	0.01	0.25	435	12	312	0.50	20
Çiftehane	FC-2	0.04	0.01	-	0.11	-	-	275	-	10
Çiftehane	FC-3	0.05								
Çiftehane	FC-4	0.05								
Çiftehane	FC-5	0.06								
Çiftehane	FC-6	0.04	0.01	-	0.09	-	-	225	-	10
Çiftehane	FC-7	0.07								
Çiftehane	FC-9	0.06								
Çiftehane	FC-11	0.12								
Çiftehane	FC-12	0.15	0.02	0.01	0.32	352	6	213	1	30
Çiftehane	ÇH-1	0.08	0.02	0.09	0.11	535	112	137	0.20	110
Halkapınar	HAL-3	0.26	0.04	0.07	0.26	548	26	100	0.40	110
Halkapınar	HAL-5	0.02	0.02	0.02	0.18	479	100	900	0.50	40
Halkapınar	HAL-7	0.06	0.02	0.03	0.15	567	50	250	0.50	50
Halkapınar	HAL-10	0.10	0.02	0.06	0.16	563	60	160	0.25	80
Halkapınar	HAL-11	0.16	0.05	0.28	0.22	593	175	137	0.16	330
Halkapınar	HAL-13	0.10	0.02	0.00	0.13	-	-	130	1	20
Halkapınar	AD-1	0.27								
Halkapınar	AD-2	0.24								
Halkapınar	AD-3	0.53	0.02	0.13	0.18	435	24	33	0.14	150
Halkapınar	A-1	0.37	0.06	0.23	0.48	437	62	129	0.21	290
Halkapınar	A-4	0.04								
Halkapınar	A-5	0.36								
Halkapınar	A-6	0.58	0.06	0.64	0.62	434	110	106	0.09	700
Halkapınar	A-7	0.65	0.03	0.24	0.47	436	36	72	0.12	270
Halkapınar	A-8	0.73	0.02	0.14	0.68	443	19	93	0.12	160
Halkapınar	A-9	0.04								
Halkapınar	A-10	0.04	0.03	0.03	0.26	439	75	650	0.50	60
Hasangazi	HZ-4	0.16	0.03	0.08	0.37	447	50	231	0.30	110
Hasangazi	HZ-7	0.17	0.03	0.15	0.19	436	88	111	0.17	180
Hasangazi	HZ-9	0.25	0.08	0.19	0.32	427	76	128	0.31	270
Hasangazi	HZ-10	0.53	0.04	0.10	0.57	500	19	107	0.29	140
Hasangazi	HZ-11	0.49	0.02	0.14	0.45	590	28	91	0.12	160
Hasangazi	HZ-13	0.51	0.03	0.03	0.25	434	49	39	0.11	60
Hasangazi	HZ-14	0.08	0.02	0.02	0.23	450	25	287	0.50	40
Hasangazi	EK-3	0.33	0.02	0.31	0.27	433	93	81	0.06	310
Hasangazi	EK-4	0.21	0.03	0.27	0.26	429	128	123	0.10	300
Hasangazi	EK-5	0.37	0.03	0.59	0.23	432	159	62	0.05	620
Hasangazi	EK-6	0.42	0.02	0.63	0.17	431	150	40	0.03	650
Hasangazi	EK-8	0.23	0.03	0.25	0.23	429	108	100	0.11	280
Hasangazi	EK-10	0.37	0.03	0.47	0.31	433	127	83	0.06	500
Hasangazi	EK-1	0.04								
Hasangazi	EK-2	0.22								
Hasangazi	EK-7	0.30								
Hasangazi	EK-9	0.32								
Hasangazi	EK-12	0.32								

eder. Opak birikimler genellikle; odunsu, kömürsü, humik olarak tanımlanmaktadır. Teorik olarak, bu terimler organik maddenin kömür veya karasal bir çökeltme ortamından kaynaklanmakta olduğu anlamını taşırlar. Organik petrografi yöntemi ile kerojen tip tanımlamasına göre Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait örneklerin çoğunlukla odunsu ve kömürsü organik maddelerden oluştuğu görülmektedir (Tablo 2). Her iki formasyona ait incelenen örneklerin petrol üretme potansiyeli olan

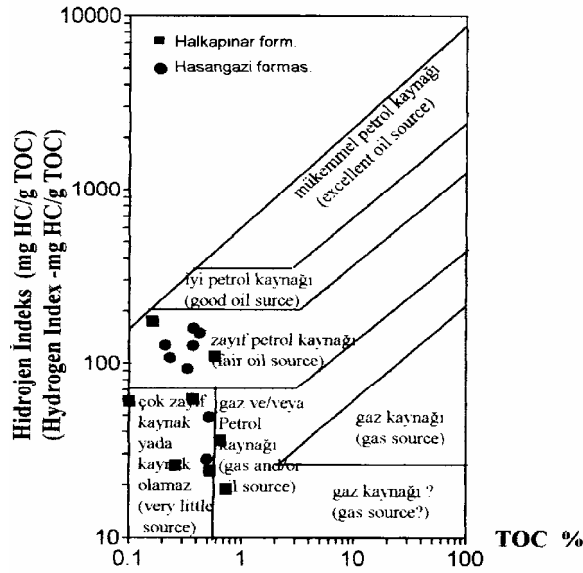
amorf/otsu organik maddelerinin toplamı 10-45 % arasında olup, birimlerin petrol üretme potansiyellerinin çok sınırlı olduğu görülmektedir. Organik petrografik incelemeleri yapılan örnekler organik madde tiplerine göre Algal/Amorf, inertnit ve vitrinit'ten oluşan üçgen diyagram üzerinde yorumlandıklarında organik madde tiplerinin gaz türümüne uygun oldukları görülmektedir (Şekil 7).



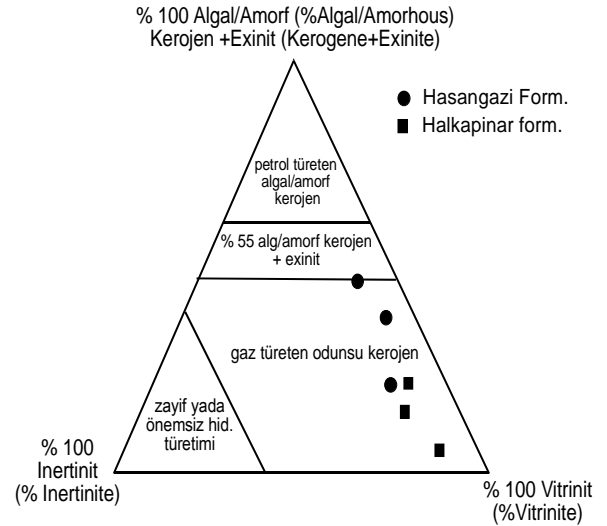
Şekil 4. HI-Tmax diyagramı (Espitalie vd.,1977)



Şekil 6. HI-TOC diyagramı (Wehner,1989)



Şekil 5. HI-TOC diyagramı (Jackson, ve diğ.,1985)



Şekil 7. Maseral grup bileşimi ve hidrokarbon türüm potansiyeli üçgen diyagramı.

4.3. Isısal Olgunlaşma

Çiftehane, Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait örneklerin ısısal olgunlaşmaları piroliz analizleri (T_{max} , PI) ve organik petrografik yöntemlerle (vitrinit yansımaları ve spor renk indeksi) belirlenmiştir. Üretim indeksi ($PI < 0,1$) ve $T_{max} (< 435^{\circ}C)$ 'ın düşük değerleri olgun olmayan organik maddeyi, $PI (> 0,4)$ ve $T_{max} (> 465^{\circ}C)$ 'ın yüksek değerleri ise aşırı olgunlaşmayı (kuru gaz zonu) işaret ederler [15].

Çiftehane formasyonuna ait örneklerin PI değerleri 0.50-1.0 ve T_{max} değerleri ise 435-535°C arasında değişmektedir (Tablo 1). Çiftehane formasyonuna ait örneklerin spor renk indeksi (SCI) ve vitrinit yansımaları ölçümleri yapılmamıştır. Halkapınar

formasyonuna ait örneklerin PI değerleri 0,09-1.0 ve T_{max} değerleri ise 434-593°C arasında değişmektedir (Tablo 1). Halkapınar formasyonuna ait incelenen 3 adet örneğin spor renk indeksi (SCI) değerleri ise 5.0-6.0 arasında, aynı örneklerin vitrinit yansımaları değerleri ise 0.58-0.61 arasında değişmektedir (Tablo 2). Hasangazi formasyonuna ait örneklerin PI değerleri 0,03-0.50 ve T_{max} değerleri ise 427-590°C arasında değişmektedir (Tablo 1). Hasangazi formasyonuna ait incelenen 4 adet örneğin spor renk indeksi (SCI) değerleri ise 3.0-4.0 arasında, aynı örneklerin vitrinit yansımaları değerleri ise 0.40-0.44 arasında değişmektedir (Tablo 2). Çiftehane formasyonuna ait örnekler PI değerlerine göre (0.50-1.0) aşırı olgun safhadadır. Aynı örnekler T_{max} değerlerine göre (435-535°C) erken-aşırı olgun

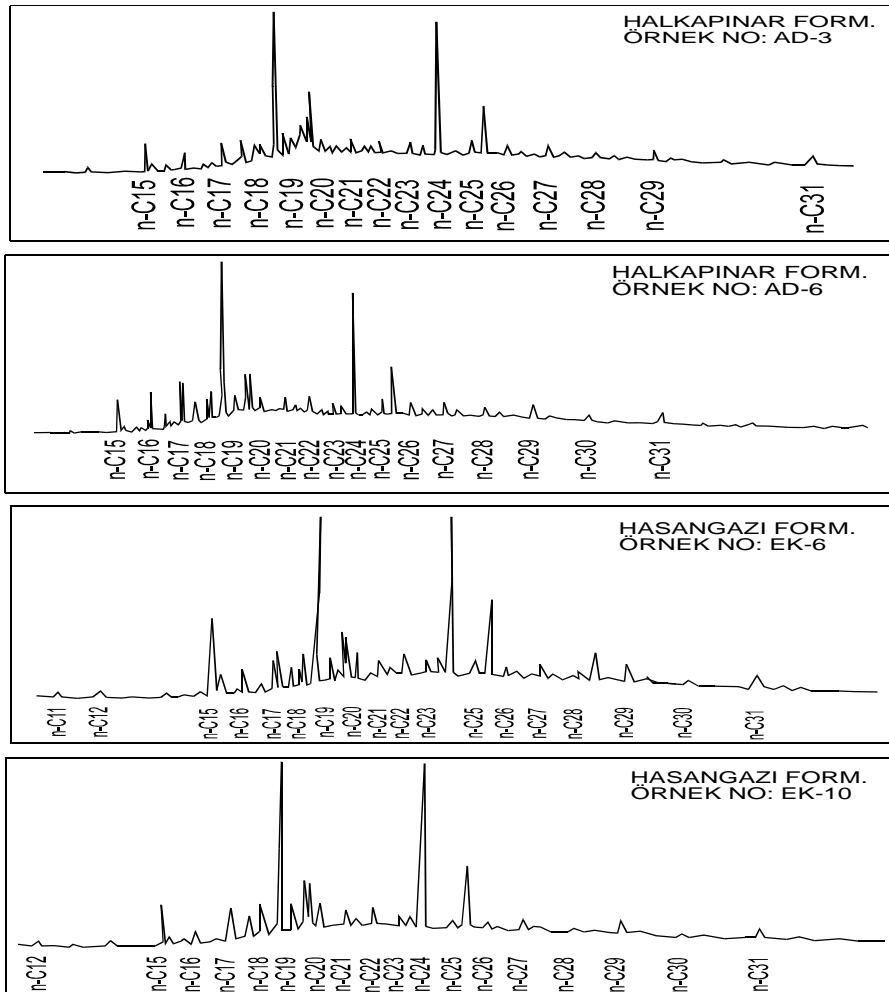
Tablo 2. Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarına ait örneklerin organik petrografi analiz sonuçları

Örnek No	Amorf % (amorphous %)	Otsu % (herbeaceous %)	Odunsu % (woody %)	Kömürsü % (coaly %)	SCI	Ro %
EK-3	5	15	65	15	3-4	0.40
EK-5	5	25	60	10	-	0.40
EK-6	20	25	45	10	4	0.42
EK-10	15	35	40	10	-	0.44
A-6	5	25	20	50	5.5	0.58
A-7	-	10	30	60	5-6	0.61
AD-13	-	10	20	70	5-6	-

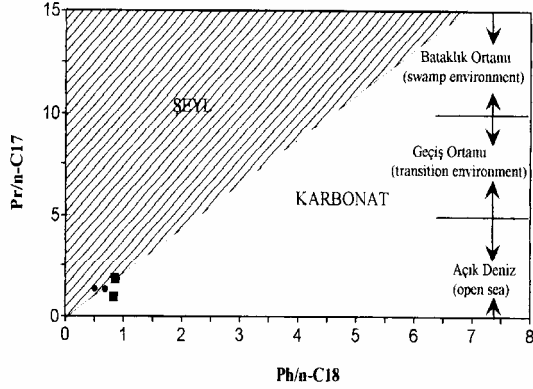
safhadadır. Halkapınar formasyonuna ait örnekler T_{max} (434-593°C) ve PI (0,09-1.0) değerlerine göre olgunlaşmamış-aşırı olgun safhadadır. Spor renk indeksi değerlerine göre (5.0-6.0) ise incelenen örnekler yine olgunlaşma başlangıcı-olgun safhadadır. Aynı örnekler vitrinit yansımaları değerlerine göre (0.58-0.61) ise erken-orta olgun aşamadır. Hasangazi formasyonuna ait örnekler T_{max} (427-590°C) ve PI (0.03-0.5) değerlerine göre olgunlaşmamış-aşırı olgun safhadadır. Spor renk indeksi değerlerine göre (3.0-4.0) ise seçilmiş örnekler olgunlaşmamıştır. Spor renk indeksi incelemesi yapılan aynı örneklerin vitrinit yansımaları değerlerine göre (0.40-0.44) ise olgunlukları olgunlaşmamış - olgunlaşma başlangıcı safhasındadır.

5. GAZ KROMATOĞRAFİ ANALİZLERİ

Gaz kromatogramlarında hakim pikler normal alkan'lardır. İzoprenoidlerden pristan (pr), n-C₁₇ ile fitan (ph) da n-C₁₈ ile çift pikler gibidir (Şekil 8). Yüksek Pr/Ph oranı (>1) oksitleyici ortamı, düşük Pr/Ph oranı (1<) indirgeyici ortamı belirtir [16,17]. Bunlardan başka petrolerin sınıflamasında kullanılan diğer bir parametre ise Pr/n-C₁₇ ve Ph/n-C₁₈ oranlarıdır. Bu oranların bir grafik üzerine iz düşürülmesi sonucunda petrolerin türemiş olduğu kaynak kayaların litolojisi ve çökme ortamları ile ilgili bilgilere ulaşılabilir. Halkapınar formasyonuna ait 1 adet örneğin Pr/Ph oranı (1<) olduğu için çökme ortamı indirgeyici ortamdır. 1 adet örneğinde

**Şekil 8.** Gaz kromatografi analiz sonuçları

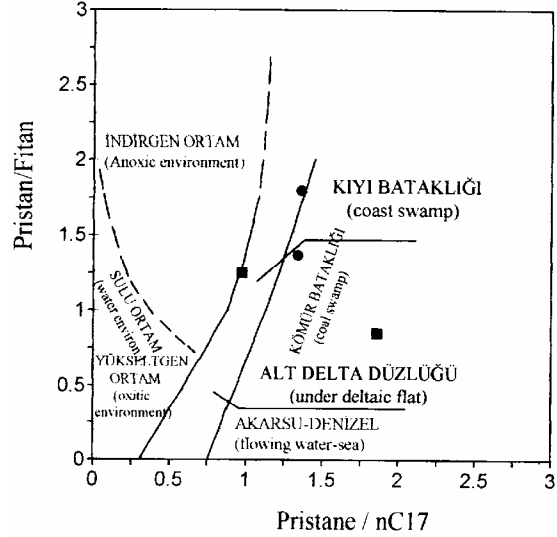
Pr/Ph oranı (>1) olduğu için çökeltme ortamı oksitleyici ortamdır. Aynı örneklerin gaz kromatogramından elde edilen Pr/n-C₁₇ değerleri (0.97-1.86) arasında ve Ph/n-C₁₈ değerleri ise (0.83-0.85) arasında değişmektedir. Bu değerler Şekil 9 ile verilen Pr/n C₁₇ Ph/n-C₁₈ diyagramında yorumlandıklarında incelenen örneklerin kaynak kayalarının karbonat litolojisinde olduğunu ve çökeltme ortamlarının da açık deniz ortamının jeokimyasal koşullarına karşılık geldiği görülmektedir.



Şekil 9. Pr/n-C₁₇-Ph/n-C₁₈ diyagramı

Yine Halkapınar formasyonuna ait 2 adet örneğin gaz kromatografi analizlerinden elde edilen Pristan/fitan (0.85-1.25) ile Pristan/n-C₁₇ (0.97-1.86) analiz sonuçları Şekil 10'da verilen diyagram üzerinde yorumlandıklarında incelenen örneklerden bir adedinin indirgen ortamda çöktüğü görülürken, bir adet örneğin ise kömür bataklığı ortamına ait jeokimyasal koşullarda depolandıkları görülmektedir. Hasangazi formasyonuna ait 2 adet örneğin Pr/Ph oranı (>1) olduğu için çökeltme ortamı oksitleyici ortamdır.

Aynı örneklerin gaz kromatogramından elde edilen Pr/n-C₁₇ değerleri (1.34-1.36) arasında ve Ph/n-C₁₈ değerleri ise (0.59-0.64) arasında değişmektedir. Bu değerler Şekil 9 ile verilen Pr/n-C₁₇ Ph/n-C₁₈ diyagramında yorumlandıklarında incelenen örneklerin kaynak kayalarının şeyl litolojisinde olduğunu ve çökeltme ortamlarının da açık deniz ortamının jeokimyasal koşullarına karşılık geldiği görülmektedir.



Şekil 10. Pr/n-C₁₇-Ph/n-C₁₈ diyagramı

Yine Hasangazi formasyonuna ait 2 adet örneğin gaz kromatografi analizlerinden elde edilen Pristan/fitan (1.37-1.80) ile Pristan/n-C₁₇ (1.34-1.36) analiz sonuçları Şekil 10'da verilen diyagram üzerinde yorumlandıklarında incelenen örneklerden bir adedinin kömür bataklığı ortamına ait jeokimyasal koşullarda depolandığı görülürken, bir adet örnek ise kıyı bataklığı ortamına ait jeokimyasal koşullarda depolanmıştır.

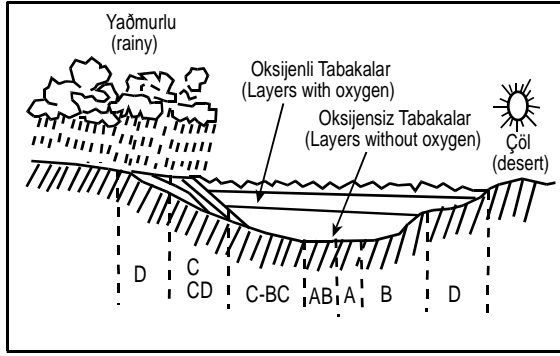
6. ORGANİK FASİYES İNCELEMELERİ

H/C oranı, hidrojen indeksi (HI) ile oksijen indeksi (OI) içeren Rock-Eval piroliz verileri ve egemen organik madde türlerine göre 7 ayrı organik fasiyes ayırtlanmaktadır (Tablo 3). Jones [19]'ün geliştirdiği ve Altunsoy ve Özçelik [20] tarafından değiştirilerek Şekil 11 ile verilen bu fasiyesler A, AB, B, BC, C, CD ve D organik fasiyesleridir.

Bu çalışmada Çiftahan, Halkapınar ve Hasangazi formasyonlarının organik fasiyes tanımlamaları arazi gözlemleri, organik jeokimyasal analiz sonuçları ile organik petrografik verilerine göre yapılmıştır. Çiftahan formasyonunun toplam organik karbon içeriği oldukça düşük olup, 0.04 - 0.15 % arasında değişmektedir. İncelenen örneklere ait ortalama TOC değeri 0.07%'dir. Rock-Eval pirolizi yapılan 5 adet örneğin hidrojen indeksi (HI) değerleri 6-112 mg

Tablo 3. Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskopik ve kimyasal karakteristikleri (Jones, 1987)

Organik Fasiyes (Organic Facies)	R ₀ % 0.5%'de H/C	Piroliz Verileri (Pyrolysis Data)		Egemen Organik Madde (Dominant Organic Matter)
		HI	OI	
A	1.45	> 850	10-30	Algal, amorf
AB	1.35-1.45	650-850	20-50	Amorf, çok az karasal
B	1.15-1.35	400-650	30-80	Amorf, yaygın karasal
BC	0.95-1.15	250-400	40-80	Karışık, bazen okside
C	0.75-0.95	125-250	50-150	Karasal, bazen okside
CD	0.60-0.75	50-125	40-150	Okside, taşınmış
D	0.60	50	20-200	Yüksek okside, taşınmış



Şekil 11. Organik fasiyeslerin şematik görünümü (Altunsoy ve Özçelik 1983)

HC/g TOC arasında değişmektedir. Aynı örneklere ait oksijen indeksi (OI) değerleri ise 137-312 mg CO₂/g TOC arasında değişir. Çiftehane formasyonuna ait incelenen örneklerin toplam organik karbon içerikleri, kerojen tipleri, hidrojen indeksi (HI) ve oksijen indeksi (OI) değerlerine göre organik fasiyesleri CD ve D'dir. CD ve D organik fasiyesleri çoğunlukla çok derin denizel ortamlar yada kötü boylanmalı sedimentlerin çökeldiği karasal alanları karakterize eder. CD organik fasiyesinde bir miktar gaz oluşurken, hidrokarbon oluşturma yeteneği olmayan D organik fasiyesi ise yalnızca korelasyon amacıyla kullanılır. Halkapınar formasyonuna ait 17 adet örneğin organik madde miktarı 0,02 ile 0,73 % arasında değişmekte olup, ortalama değer 0,26 %'dir. Rock-Eval pirolizi yapılan 12 adet örneğin hidrojen indeksi (HI) değerleri 19-175 mg HC/g TOC arasında değişmektedir. Aynı örneklere ait oksijen indeksi (OI) değerleri ise 33-900 mg CO₂/g TOC arasında değişir. Birime ait 3 adet örneğin vitrinit yansıması değerleri 0,58-0,61 % ve spor renk indeksi değerleri ise 5-6 arasında değişir. Aynı örneklerin organik madde tipleri 10-30 % amorf/otsu, 70-90 % odunsu ve kömürsü materyallerden oluşur. Halkapınar formasyonuna ait incelenen örneklerin toplam organik karbon içerikleri, kerojen tipleri, hidrojen indeksi (HI) ve oksijen indeksi (OI) değerlerine göre organik fasiyesleri CD ve D'dir. Hasangazi formasyonuna ait 19 adet örneğin organik madde miktarı ise 0,04 ile 0,53 % arasında değişmekte olup, ortalama değer 0,28 %'dir. Rock-Eval pirolizi yapılan 13 adet örneğin hidrojen indeksi (HI) değerleri 19-159 mg HC/g TOC arasında değişmektedir. Aynı örneklere ait oksijen indeksi (OI) değerleri ise 39-287 mg CO₂/g TOC arasında değişir. Birime ait 4 adet örneğin vitrinit yansıması değerleri 0,40-0,44 % ve spor renk indeksi değerleri ise 3-4 arasında değişir. Yine aynı örneklerin organik madde tipleri 20-50 % amorf/otsu, 50-80 % odunsu ve kömürsü materyallerden oluşur. Hasangazi formasyonuna ait incelenen örneklerin toplam organik karbon içerikleri, kerojen tipleri, hidrojen indeksi (HI) ve oksijen indeksi (OI) değerlerine göre organik fasiyesleri C, CD ve D'dir. C organik fasiyesi ise genellikle delta ve bataklık ortamlarında çökelen sedimanları karakterize eder. Bu fasiyeste kömür oluşumları karakteristiktir. C organik

fasiyesi bol miktarda gaz üretmekte olup, kısıtlı miktarda petrol verir.

7. SONUÇLAR

- Çiftehane, Hasangazi ve Halkapınar formasyonlarına ait toplam organik madde miktarları birimlerin zayıf petrol kaynak potansiyellerine sahip olduklarını gösterir.
- Çiftehane, Hasangazi ve Halkapınar formasyonlarının organik madde tiplerinin organik jeokimyasal analizlere göre Tip II ve Tip III kerojenlerden, organik petrografik yöntemlerle de çoğunlukla odunsu ve kömürsü organik maddelerden oluştuğu belirlenmiştir.
- Birimlerin ısıl olgunlaşmaları PI, Tmax, vitrinit yansıması ve spor renk indeksi analizlerine göre belirlenmiştir.
- Çiftehane formasyonuna ait örnekler PI değerlerine göre (0,50-1,0) aşırı olgun safhadadır. Aynı örnekler Tmax değerlerine göre (435-535°C) erken-aşırı olgun safhadadır.
- Halkapınar formasyonuna ait örnekler Tmax (434-593°C) ve PI (0,09-1,0) değerlerine göre olgunlaşmamış-aşırı olgun safhadadır. Spor renk indeksi değerlerine göre (5,0-6,0) ise incelenen örnekler olgunlaşma başlangıcı-olgun safhadadır. Aynı örnekler vitrinit yansıması değerlerine göre (0,58-0,61) ise erken-orta olgun aşamadadır.
- Hasangazi formasyonuna ait örnekler Tmax (427-590°C) ve PI (0,03-0,5) değerlerine göre olgunlaşmamış-aşırı olgun safhadadır. Spor renk indeksi değerlerine göre (3,0-4,0) ise seçilmiş örnekler olgunlaşmamıştır. Spor renk indeksi incelemesi yapılan aynı örneklerin vitrinit yansıması değerlerine göre (0,40-0,44) ise olgunlukları olgunlaşmamış-olgunlaşma başlangıcı safhasındadır.
- Pr/Ph oranlarına göre Halkapınar formasyonu oksik ve anoksik ortamlarda, Hasangazi formasyonu oksitleyici ortamda çökelmiştir.
- Arazi gözlemleri, toplam organik karbon miktarı, organik madde türü, hidrojen indeksi (HI) ve oksijen indeksi (OI) değerlerine göre Çiftehane, Hasangazi ve Halkapınar formasyonlarının organik fasiyeslerinin C, CD ve D olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu proje Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Müdürlüğü tarafından desteklenmekte olan 20020705060 no.lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Proje raporunun hazırlanması sırasındaki katkılarından dolayı Yüksek Lisans öğrencileri Ayfer Özdemir, A.İhsan Dursun ile lisans öğrencileri Rıfat Özçakmaktaşı ve Bahar Serbest'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Blumental, M. M., "Yüksek Bolcardağının Kuzey Kenar Bölgelerinin ve Batı Uzantılarının Jeolojisi", **MTA Yayını**, Seri D, 7; 153, 1956.
2. Ketin, İ., Akarsu, I., "Ulukışla Tersiyer Havzasının Jeolojik Etüdü Hakkında Rapor" **TPAO Rapor**, 339, 12-20, 1965.
3. Demirtaşlı, E., Bilgin, A. Z., Erenler, F., Işlar, S., Sanlı, D., Selim, N., Turhan, N., "Bolkardağlarının Jeolojisi" **Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi**, Ankara, 500-608, 1973.
4. Gözeğer, C., "Eminlik-Kavuklu (Ulukışla) Bölgesinin Jeolojisi" İ.Ü.F.F. Jeo. Y. Müh. Diploması Çalışması, İstanbul, 1-29, 1976.
5. Derman, A. S., "Tuz Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi", **TPAO Rapor**, 1512, 10-20, 1980.
6. Dellaloğlu, A. A. ve Aksu, R., "Ereğli (Konya)-Ulukışla-Çiftahan-Çamardı (Niğde) Dolayının Jeolojisi ve Petrol Olanakları", **TPAO Rapor**, Ankara, 2205, 11-15, 1986.
7. Görür, N., "Tuz Gölü-Haymana Havzasının Stratigrafik Analizi", İç Anadolu'nun Jeolojisi Simpozyumu, **TJK Bülteni**, Ankara, 60-65, 1981.
8. Sonel, N., Sarı, A., Kulke, H., Kadioğlu, Y., Ayyıldız, T., Acar, A., "Tuz Gölü Havzasının Hidrokarbon Potansiyelinin Araştırılması", **TPAO Rapor**, 10-17, 2452, 1999.
9. Oktay, F. Y., "Sedimentary and Tectonic History of the Ulukışla Area, Southern Turkey", Ph. D. Tezi, Univ. of London, London, 414, 1973.
10. Sonel, N., Sarı, A., Toprak Ö., Şengüler, İ., "Ulukışla (Niğde) Bitümlü Şeyllerinin Jeokimyasal İncelemesi", **S.Ü. Müh-Mim Fak. Dergisi**, 14 (2), 77-89, 1999.
11. Özgül, N., "Toroşların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri" **TJK Bülteni**, 19, 1, 65-78, 1976.
12. Momper, J. A., "Oil Migration Limitations Suggested by Geological Consideration" **AAPG Bull.**, Continuing Educ. Course Note, 8, 21-38, 1978.
13. Kirkland, D. W. and Evans, K., "Source Rock Potential of Evaporitic Environment", **Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.**, 65/2, 181-190, 1981.
14. Dow, W. G., "Petroleum Source Beds on Continental Slope and Rises" **Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.**, 62/9, 1584-1606, 1978.
15. Peters, K. E., and Moldowan, J. M., "The Biomarker Guide, Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments", **Englewood Cliffs**, Jersey, Prentice Hall, 339-363, 1993.
16. Peters, K. E. "Guidelines for Evaluating Petroleum Source Rocks using Programmed Pyrolysis" **AAPG Bulletin**, 70, 318-329, 1986.
17. Tissot, B.P. and Welte, D.H., "**Petroleum Formation and Occurrence**" Springer Verlag, Berlin, 666-699, 1984.
18. Didyk, B. M., Simoneit, B. R. T., Brassel, S. C., and Eglington, G., "Organic Geochemical Indicators of Paleoenvironmental Conditions of Sedimentation" **Nature**, 272, 216-222, 1978.
19. Jones, R. W., "Organic facies" **Advanced in Petroleum Geochemistry**, 2, 1-9, 1987.
20. Altunsoy, M., ve Özçelik, O., "Organik Fasiyeler", **Jeoloji Mühendisliği**, 43,34-39, 1983.
21. Espitalie, J., Madec, M., Tissot, J., Menning, J., and Leplat, P., "Source Rock Characterization Method for Petroleum Exploration" **Proc. 9th Annual Offshore Technology Conf.**, 3, 439-448, 1977.
22. Jackson, K. S., Hawkins, P. J. and Bennett, A. J. R., "Regional Facies and Geochemical, Evaluation of Southern Denison Trough", **APEA Jour.** 20, 143-158, 1985.
23. Wehner, H., "Organic-Geochemical Studies in the Visayan Basin, Philippines", **Gol. Jb.** 70, 317-348, 1989.