



# İsparta Güneyinde Yer Alan Miyosen Yaşlı Yazır Kireçtaşlarının Organik Jeokimyasal Özellikleri *Organic Geochemical Characteristics of the Miocene Yazır Limestones in the Southern İsparta*

Mehmet ALTUNSOY Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

## Öz

Bu çalışma, İsparta güneyinde yer alan Alt Miyosen yaşlı Yazır kireçtaşlarının organik petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Yazır formasyonu, değişik lito ve biyofasiyes özelliklerinde gelişmiş kaba klastikler, laminar konumlu algli ve miliolidli killi kireçtaşları, kalın katmanlı algli-mercanlı kireçtaşları ve bentik foraminiferli killi-kumlu kireçtaşları şeklindedir.

Yazır formasyonunun organik madde içeriği zayıftır. Ancak, formasyon içerisinde organik madde içeriği yüksek düzeylerde bulunmaktadır. Bu bölümlerde hidrokarbon sızıntıları görülür. Örnekler genellikle denizel organik maddelerden oluşmuştur. Vitrinit yansıması değerleri % 0.12-0.44 arasındadır. Buna göre formasyon diyajenez aşamasındadır. Verilerin tümü birlikte değerlendirildiği zaman Yazır formasyonunun bazı düzeylerinde petrol oluşabileceği ortaya çıkar. Organik jeokimyasal ve mikroskopik veriler ise Jones (1987) ve Baskin (1997) sınıflamalarında B organik fasiyesini gösterir.

Anahtar Sözcükler : Batı Toroslar, İsparta güneyi, organik petrografi, Yazır formasyonu

## Abstract

*The aim of this study is to indicate the organic geochemical characteristics of the Lower Miocene limestones. The Yazır formation contains various lithological and biofacies deposits. These are, from bottom to top, the coarse grained elastics, clayey limestones with laminated algae and miliolid, thick bedded limestones with algae and corals, clayey to sandy limestones with benthic foraminifera*

*The total organic carbon content of Yazır formation is poor, but in some levels, it seems to be rich. Rare hydrocarbon occurrences are also seen in these sections. Samples are derived from the marine organic matters (amorphous) in general. Vitrinite reflectance values range between %0.12-0.44. When these data is considered, the Yazır formation is thought to be in a diagenesis stage. When all the data are evaluated together, the Yazır formation can be regarded as a source rock for oil at some levels. Organic geochemical and microscopic data show B organic facies according to Jones (1987) and Baskin (1997) classifications.*

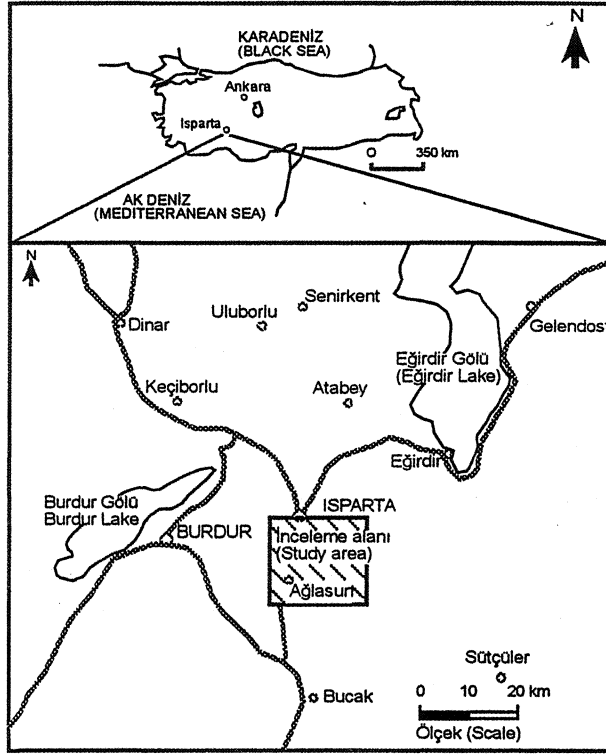
*Key Words: West Taurus, Southern İsparta, organic petrography, Yazır formation.*

## GİRİŞ

Çalışma alanı, İsparta ılı ile Bucak (Burdur) ilçeleri arasında kalan alanda yer almaktadır (Şekil 1). Yer yer sarp topografyaya sahip olan bu bölge, İsparta-Antalya karayolu üzerinde ve Özgül (1984) un Torosları sınıflandırma haritasına göre doğuda Kırkkavak fayı ile sınırlanan Batı Toroslar içerisinde bulunmaktadır. Bu alanda

bir çok temel jeolojik çalışmanın yapılmasına karşın organik fasiyes ve hidrokarbon içerikli olanları azdır. Bölgede, ofiyolitik kayalar içerisinde petrol sızıntıları bulunmaktadır. Alt Miyosen yaşlı birimlerden Yazır formasyonu içerisinde de hidrokarbon izleri görülmektedir. Bu nitelikleri nedeniyle Alt Miyosen yaşlı kireçtaşlarının organik petrografik özelliklerinin ortaya konulması

amaçlanmıştır. Formasyon içerisindeki ölçülü dikme kesit alınma elverişli yerlerden alınan dikme kesitler ile noktasal olarak alınan örneklerin organik jeokimyasal analizleri ve mikroskobik incelemeleri yapılmış, elde edilen sonuçlar saha bulguları ile birlikte değerlendirilmiştir.



Şekil 1: İnceleme alanının yer buldum haritası.  
Figure 1: Location map of the investigated area.

İsparta güneyinde uzun yıllardan beri jeolojik araştırmalar yapılmaktadır. Büyük çoğunluğu ise tektonik, paleontoloji ve stratigrafi amaçlı olanlardır. Karaman (1990), bölgede sıkışma tektoniğine bağlı olarak allokton konumlu ofiyolitik karışığın yeniden devinerek Alt Miyosen yaşlı birimler üzerine bindirdiğini belirlemiştir. Ayrıca bölgenin tektonik yapısını ve morfolojisini etkileyen bindirmelerin Orta Miyosen'de gerçekleştiğini, bölgedeki ilk volkanizma faaliyetlerinin de Miyosen-Pliyosen geçişine rastlandığını saptamıştır.

Yağmurlu ve diğ. (1990), Eğirdir güneyinde bulunan hidrokarbon izlerinin, kuzey-güney doğrultulu dar bir kuşak içerisinde sıralanmış olarak bulduklarını, sıvı ve katı hidrokarbon oluşuklarının tamamının allokton konumlu serpantinleşmiş peridotit napları içinde yer aldıklarını belirtmektedir. Bölgede yer alan hidrokarbon izlerinin, jeokimyasal analizler sonucunda bir petrol belirtisi olduğunu ortaya koymuşlardır. İllez ve diğ. (1992) Üç

Yıldız (İsparta) petrol sızıntısının izoprenoid oranları, karbon izotop değerleri, steran ve tricyclic pentan dağılımına göre denizel kökenli organik maddelerden türediği; alkan oranının yüksek olması,  $C_{29}$  20S/20S+20R steran ile  $C_{29}$  (3p/P(î+aa steran,  $C_{30}$  17a21(3/17a 21p+17p21a hopan ile  $C_{32}$  22S/22S+22R hopan ve C23/C21 tricyclic oranı verilerinin değerlendirilmeleri sonucunda sızıntının olgunlaşma düzeyi yüksek kaynak kayadan türediğini belirtmişlerdir. Bu sonuçların yanında diğer spesifik biyomarkerleri kullanarak sızıntının türediği kaynak kaya litolojisinin karbonat, yaşının ise Jura-Kretase olabileceğini açıklamışlardır. Sonel ve diğ. (1995) inceleme alanı güneydoğusunda Beyşehir Gölü güneyindeki çalışmalarında Mesozoyik yaşlı karbonatların hidrokarbon potansiyellerinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Görmüş ve Hançer (1997), Alt Miyosen (Akitaniyen) yaşlı birimleri Karabayır formasyonu olarak adlandırmışlar, bu formasyonun değişik lito ve biyofasiyes özelliklerde gelişmiş kayaçlar içerdiğini ortaya koymuşlardır. Bu fasiyes gruplarının; a-kaba klastikler, b-laminar konumlu algi ve miliolidli killi kireçtaşları, c-algimercanlı kireçtaşları, bentik foraminiferli killi-kumlu kireçtaşları şeklinde ayırtlamışlardır. Karabayır formasyonunun çok sığ litoral bir ortamda çökeldiğini, Akitaniyen sonlarında ve Burdigaliyen'de bölgenin açık deniz ortam koşullarının altına girdiğini ve filiş türü sedimanların çökeldiğini belirlemiştir.

## STRATİGRAFİ

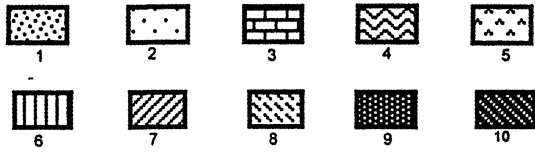
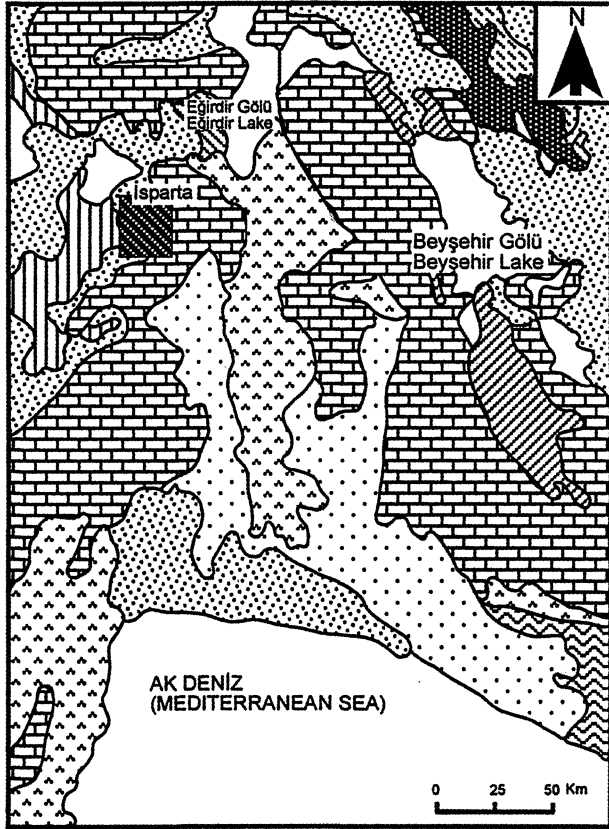
İncelemenin yapıldığı bölgedeki Mesozoyik yaşlı otokton birimler; Beydağ Karbonat Platformu (Poisson, 1977) ve Geyikdağı Birliği (Özgül, 1984) olarak adlandırılmıştır (Şekil 2).

İsparta güneyinde, Tersiyer öncesi allokton birim olarak Triyas yaşlı İsparta çay formasyonu bulunmaktadır (Şenel, 1997) (Şekil 3 ve 4). Bu formasyon türbiditik kumtaşları ve plaketli kireçtaşları ile radyolarit - çört ardalanmasından oluşur. Bölgede yüzeyleyen diğer önemli bir birim ise Kretase yaşlı Erenler kireçtaşlarıdır. Karaman (1990) tarafından adlandırılan bu birim beyaz, açık gri ve krem renklidir.

Çok fazla erime boşlukları içermekte ve kırıklı - çatlaklı bir yapı sunmaktadır. Allokton konumlu birimler olarak, ofiyolitik karışık bölgede önemli bir yer kaplar. Karışığı oluşturan kayaçlar; serpantin ve gabro gibi

## YAZIR KİREÇTAŞLARININ ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

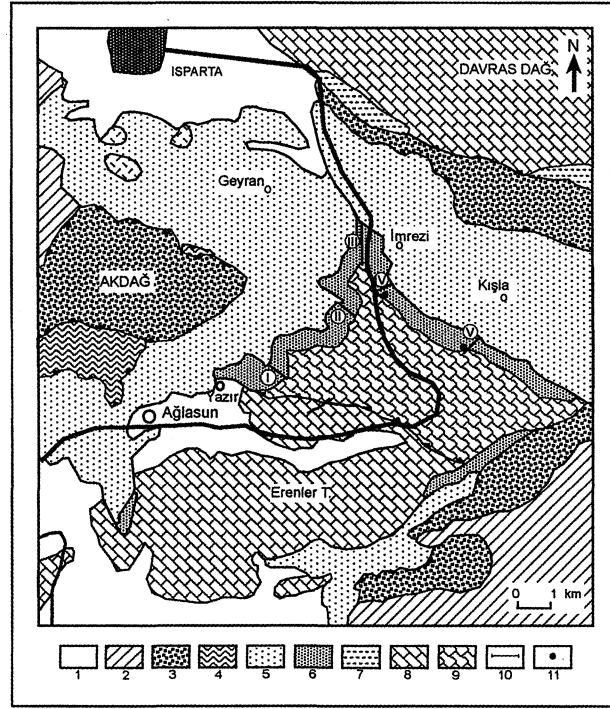
ofiyolitik kayalar ile kireçtaşlarıdır. Ofiyolitik karışık, inceleme bölgesinde Alt Miyosen yaşlı Ağlasun formasyonunu tektonik olarak üstler. Üst dokanağında ise Orta-Üst Miyosen yaşlı çakıltaşları tarafından uyumsuz olarak örtülür. Kırmızı, yeşil ve gri renkli şeyi, kiltası, çamurtaşı, türbiditik kumtaşı, killi kireçtaşı ve bu birimlerle ara katkılı çakıltaşı ile detritik kireçtaşı düzeylerinden oluşan Eosen yaşlı Kızılkırma formasyonunun altında Erenler kireçtaşı uyumsuzlukla yer alır.



Şekil 2: Batı Toros Kuşağının basitleştirilmiş jeolojik haritası (Monod, 1977). 1. Kuvaterner, 2. Neojen, 3. Mesozoik Otokton, 4. Alanya Masifi, 5. Antalya Napları, 6. Batı Toros Napları, 7. Beyşehir-Hoyran-Hadim Napları, 8. Paleozoik otokton, 9. Kambro-Ordovisiyen temel, 10. İnceleme alanı.

Figure 2: Simplified geologic map of the West Taurus Belt (Monod, 1977). 1. Quaternary, 2. Neogene, 3. Mesozoic Autochthon, 4. Alanya Massif, 5. Antalya Nappes, 6. West Taurus Nappes, 7. Beyşehir-Hoyran-Hadim Nappes, 8. Paleozoic Autochthon, 9. Cambro-Ordovician Basement, 10. Investigated Area.

Alt Miyosen (Akitaniyen) yaşlı birimler ilk kez Poisson ve Poignant (1974) tarafından Antalya-Korkuteli yöresindeki yüzlekleri ile tanımlanmış ve Karabayır formasyonu adı verilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda Akay ve diğ. (1985) ile Görmüş ve Hançer (1997) tarafından da aynı adlama kullanılmıştır. Bu formasyona Yalçinkaya (1989) İmrezi kireçtaşı, Karaman (1990) ise Yazır formasyonu adını vermiştir. Altta Kızılkırma formasyonu ile uyumsuz, üstte de Ağlasun formasyonu ile uyumlu bir dokanağa sahiptir.

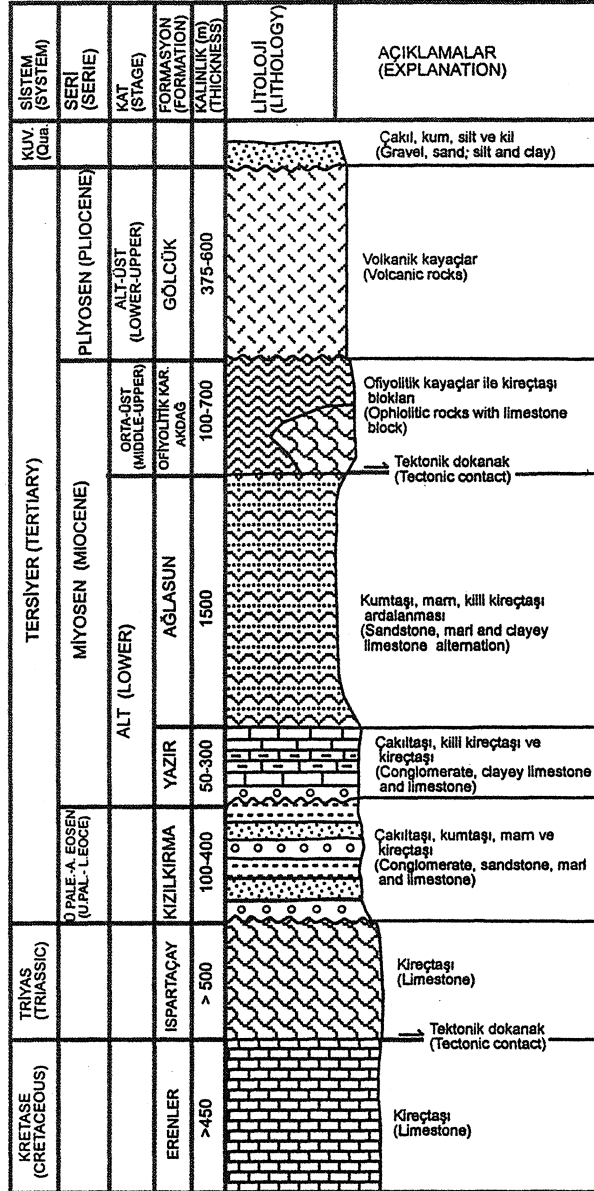


Şekil 3: İnceleme alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (Gutnic ve diğ., 1979'dan değiştirilerek). 1 Alüvyon, 2. Gölcük formasyonu, 3. Akdağ kireçtaşı, 4. Ofiyolitli karışık, 5. Ağlasun formasyonu, 6. Yazır formasyonu, 7. Kızılkırma formasyonu, 8. Erenler formasyonu, 9. Ispartaçay formasyonu, 10. Ölçülü dikme kesit yeri. 1- Yazır dikme kesiti, II- Acı dikme kesiti, III- İmrezi dikme kesiti, IV- Del dikme kesiti, V- Ispartaçay dikme kesiti, 11- Hidrokarbon emaresi.

Figure 3: Simplified geologic map of the investigated area (Modified from Gutnic et al., 1977). 1. Alluvium, 2. Gölcük formation, 3. Akdağ limestone, 4. Ophiolitic melange, 5. Ağlasun formation, 6. Yazır formation, 7. Kızılkırma formation, 8. Erenler formation, 9. Ispartaçay formation, 10. Measured columnar section place. I- Yazır columnar section, II- Acı columnar section, III- İmrezi columnar section, IV- Del columnar section, V- Ispartaçay columnar section, 11- Hydrocarbon sign.

Yazır formasyonu bir çok litofasiyesten meydana gelmiştir. Bunlar sırasıyla; çakıltaşları, laminar konumlu algli ve miliolidli killi kireçtaşları, algli ve mercanlı ki-

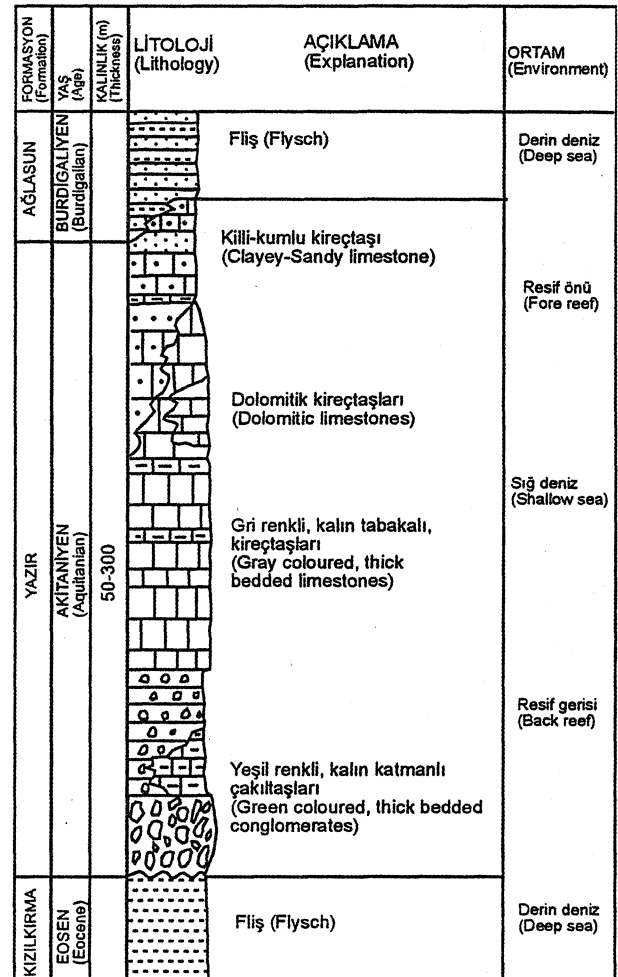
reçtaşları ile bentik foraminiferli killi-kumlu kireçtaşlarıdır. Formasyon, kaba klastiklerle başlamakta ve bunlar Miyosen transgresyonunun tabanını oluşturmaktadır (Şekil 5).



Şekil 4: İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti.  
Figure 4: Generalized colwnner section of the investigated area

Bunlardan çakıltaşıları; kahverenkli, kötü boylanmalı ve kalın katmanlıdır. Yer yer yeşilimsi renkli kumtaşı ara katmanları çakıltaşıları ile birlikte yer alırlar. Kaba klastiklerden oluşan bu düzey yaklaşık 10 m kalınlığa kadar ulaşır (Görmüş ve Hançer, 1997). Daha sonra bol alg ve miliolid fosilleri içeren kireçtaşı düzeyleri gelmektedir. Bu kireçtaşları yeşilimsi ve gri renkli olup köşeli ve yarı köşeli radyolarit ve çört kırıntıları içer-

mektedirler. Mikroskobik incelemelerde kil içeriğinin oldukça fazla olduğu görülmektedir. Miliolid içeriğinin fazlalığı, litolojinin yanal devamlılığmdaki geçişler ile sınırlanmalar ve alglerin bolluğu bu düzeyin resif gerisi olabileceğini düşündürmektedir. Daha sonra algli-mercanlı kireçtaşları yer almaktadır. Bu düzey Yazır formasyonunun egemen litolojisini oluşturmaktadır. Formasyonun kalınlığı değişkenlik göstermektedir. 30-40 m'den 300 m'ye kadar varan kalınlığa sahiptir. Fosil içeriği açısından da oldukça zengindir. Görmüş ve Hançer (1997) fosil kapsamına göre Alt Miyosen (Akitaniyen) yaşını vermişlerdir. Litofasiyes özellikleri ve fosil içeriği yazır formasyonunun resifal ortamda çökeldiğini göstermektedir.



Şekil 5: Yazır formasyonunun genelleştirilmiş dikme kesiti (Görmüş ve Hançer, 1997'den değiştirilerek).  
Figure 5: Generalized column section of the Yazır formation (Modified from Görmüş and Hançer, 1997).

Alt Miyosen yaşlı diğer birimler olan şeyi, kumtaşı, kireçli şeyi ve olistostramal oluşumlar Karaman (1990),

## YAZIR KİREÇTAŞLARININ ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Yalçmkaya ve diğ. (1985) ve Yalçmkaya (1989) tarafından Ağlasun formasyonu olarak, Akbulut (1980) ile Görmüş ve Özkul (1995) tarafından da Güneyce formasyonu olarak adlandırılmıştır. Ağlasun formasyonunun kaya türünü şeyi, kumtaşı, kireçli şeyi ve olistostromal oluşumlar meydana getirir. Kumtaşları; açık sarı, sarı ve kahverengimsi renkli, sıkı dokulu ve kötü boylanmalıdır. Bağlayıcı olarak karbonat çimento görülmektedir. Kumtaşı katmanları tektonizmanın etkisiyle kırıklı ve çatlaklı bir görünüm kazanmıştır. Kumtaşını oluşturan kırıntılılar genellikle Mesozoyik yaşlı kayalardan türemiştir. Filiş fasiyesinde çökelen bu birimin Bauma sekansında Ta, Tb ve Tc bölümleri korunmuş olarak bulunmaktadır (Yağmurlu, 1994). Orta-Üst Miyosen yaşlı çakıltaşları kendinden daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla üstler. En üstte de volkanik kökenli kayalar yer almaktadır. Maar tipi volkanizma sonucu bölgeye yayılan bu kayalar iki ayrı volkanik evrede oluşmuşlardır ve muhtemelen Geç Pliosen yaşındadırlar (Kazancı ve Karaman, 1988).

### ORGANİK JEOKİMYASAL İNCELEMELER

#### Saha İncelemeleri

İnceleme alanında Triyas - Pliosen yaş aralığında sedimanter birimler yüzeylenmektedir. Bu birimlerin makroskobik görüntülerine göre organik jeokimyasal çalışmalar açısından incelemeye en uygun olanı Alt Miyosen yaşlı Yazır formasyonu olmuştur. Çünkü bu birim içerisindeki bir çok noktada organik maddece zengin düzeyler ve petrol belirtileri bulunmaktadır. Özellikle İspartaçay kesitinin (V) alt düzeylerindeki kireçtaşlarında hidrokarbon izleri daha belirgindir. Bu düzeylerden alınan örnekler çekiçle kırıldığı zaman kötü kokulu, kayacın yüzeyleri ıslanmış bir görünümde canlı hidrokarbon izleri taşımaktadır. Ölçülü dikme kesitlerin alınmadığı birkaç düzeyde daha benzer durumlar söz konusudur. Bazı nokta örneklerin (B. 1 ve B. 4) (Şekil 6 V'nin 20 m güneybatısından alınmıştır) alındığı düzeylerde de kayacın kırık ve çatlakları hidrokarbon kalıntıları ile doldurulmuştur. Bu kayaların petrografik ince kesitlerinde bu kalıntılar daha iyi bir şekilde izlenmektedir.

İsparta çevresinde başka hidrokarbon emareleri de bulunmaktadır. Bu emareler allokon konumlu ve Alt Miyosen yaşlı birimler üzerinde bindirmeli olarak yer alan ofiyolitik kayalar içerisinde yer almaktadır. Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan organik jeokimyasal çalışmalar sonucunda, bunların petrol sızıntıları oldukları ve Jura-

Kretase yaşlı karbonat kayalardan türedikleri ortaya konulmuştur (İllez ve diğ. 1992; Yağmurlu ve diğ. 1990).

#### Laboratuvar İncelemeleri

Çalışma alanında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Yazır formasyonuna ait birimlerin organik madde içeriğini ortaya koymak için derlenen 32 örneğin toplam organik madde miktarı (TOK) belirlenmiştir. Bunların bir bölümü piroliz analizleri (OSA) ile, bir bölümü de Leco cihazı ile ölçülmüştür. Organik maddenin tür ve ısıl olgunluğunun ortaya konması için de Rock-Eval pirolizi analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ile organik madde türü, olgunlaşma derecesi ve hidrokarbon türetme potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Bazı örneklerde kerojen izolasyonu yapılarak hazırlanan kesitler üzerinde vitrinit yansıma değerleri (Ro) ölçülmüştür. Ayrıca organik maddeler için hazırlanan kerojen slaytlarından da renk indeksi ve organik madde tipi saptanmıştır. Mikroskobik ölçümler ve organik jeokimyasal veriler diğer saha bulguları ile birlikte yorumlanarak değerlendirilmiştir.

Toplam organik karbon ve Rock-Eval piroliz çalışmalarını Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Jeokimya (Ankara) ve Geochem (Chester) Laboratuvarlarında, vitrinit yansıması ölçümleri Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında (Ankara), diğer analizler ise Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarlarında (Sivas) gerçekleştirilmiştir.

#### Toplam Organik Karbon (TOK)

Yazır formasyonunun yüzeylediği değişik bölümlerden 5 adet dikme kesit (Yazır, Acı, İmracı, Del ve İspartaçay) boyunca seçilen 32 adet örnekte toplam organik karbon değerleri ölçülmüştür (Çizelge 1). Toplam organik karbon oranı belirlenen örnekler ilk önce öğütülerek toz haline getirilmiştir, sonra da %5'lik hidroklorik asit ile muamele edilerek kalsiyum ve magnezyum karbonatlar uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan örnekler krozelere konularak Leco cihazında 70 sn süreyle 700-1600°C arasında, yakılmışlardır. Bu işlemler sonucunda toplam organik karbon ağırlık yüzdesi olarak elde edilmiştir. Sonuçlar Tissot ve Welte (1984) sınıflamasına göre değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar ölçülü dikme kesitler boyunca işaretlenerek toplam organik karbon dağılım eğrileri bulunmuştur. Yazır dikme kesitinde %0.09-0.17 arasında (ortalama % 0,13) (Şekil 6.1).

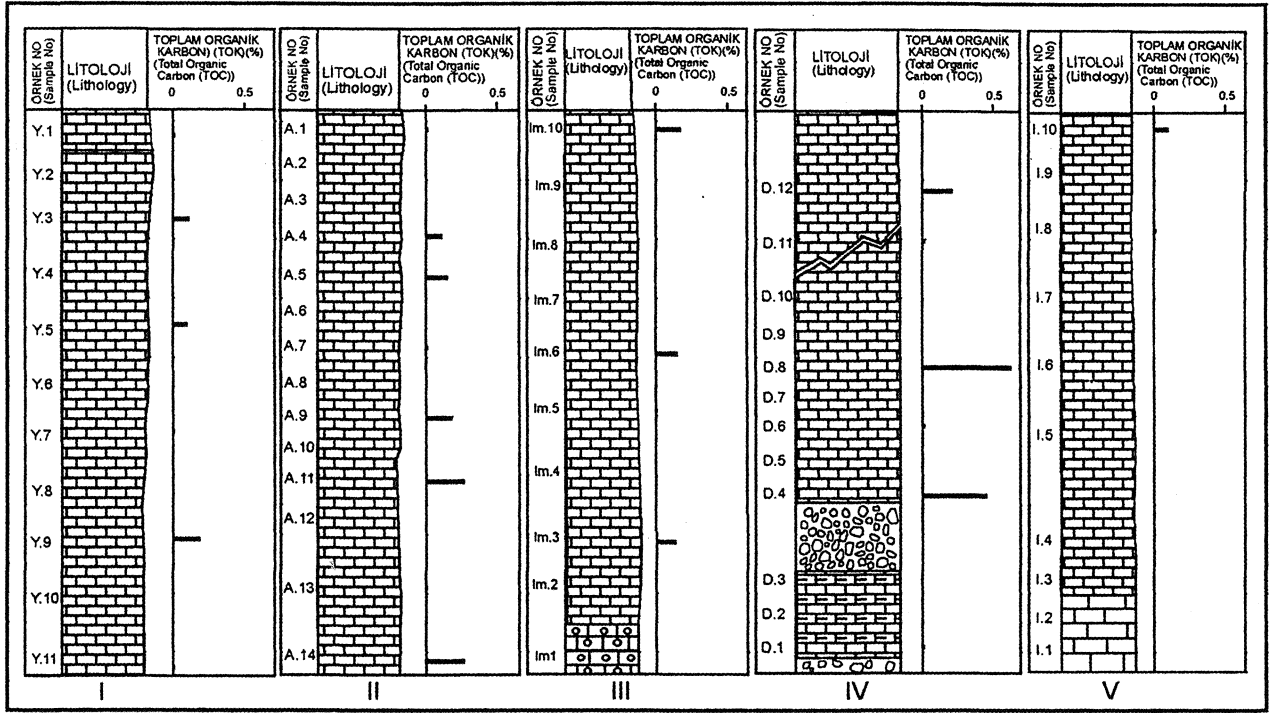
Çizelge 1: İncelenen birimlerin toplam organik karbon içeriği, organik madde türü dağılımı ve vitrinit yansımaları sonuçları.  
 Table I: Total organic carbon content, organic matter type distribution and vitrinite reflectance values of the investigated units.

Örnek No (Sample No)	TOK (%)	Organik Madde Türleri (Organic Matter Types)				Ro (%)
		Amorf Amorp.	Otsu Harbe.	Odunsu Woody	Kömürsü Coaly	
A.1	-	80	5	10	5	0,15
A.2	-	-	-	-	-	0,20
A.3	-	90	-	7	3	0,31
A.4	0,11	-	-	-	-	-
A.5	0,15	90	-	5	5	-
A.6	-	90	-	7	3	0,44
A.7	-	90	-	7	3	0,43
A.9	0,18	85	3	10	2	-
A.10	-	90	-	7	3	0,22
A.11	0,25	90	-	5	5	0,19
A.13	-	-	-	-	-	0,20
A.14	0,25	-	-	-	-	0,35
D.1	-	90	-	7	3	0,22
D.2	-	80	2	10	8	0,21
D.4	0,45	85	-	10	5	0,15
D.5	-	85	-	10	5	0,15
D.6	0,01	80	2	15	3	-
D.8	0,66	90	-	7	3	-
D.11	0,01	90	-	5	5	-
D.12	0,21	-	-	-	-	-
Y.1	-	95	-	3	2	-
Y.3	0,10	90	-	5	5	0,13
Y.4	-	80	3	12	5	0,15
Y.5	0,09	90	-	5	5	0,12
Y.6	-	80	-	15	5	0,23
Y.7	-	90	-	5	5	-
Y.8	-	90	-	5	5	-
Y.9	0,17	85	-	10	5	1,18
Y.10	-	-	-	-	-	0,21
I.2	-	75	-	15	10	-
I.5	-	65	5	20	10	0,24
Is.6	-	-	-	-	-	1,17
I.6	-	70	3	20	7	0,24
I.8	0,02	95	-	3	2	-
I.10	0,08	-	-	-	-	-
I.11	3,47	-	-	-	-	-
I.12	2,87	-	-	-	-	-
I.13	3,01	-	-	-	-	-
IM3	0,13	-	-	-	-	-
IM.6	0,11	-	-	-	-	-
Im10	0,15	-	-	-	-	-
B.2	1,70	-	-	-	-	-
B.4	-	-	-	-	-	0,14
AE1-8	-	-	-	-	-	0,31

Acı dikme kesitinde %0.11-0.25 arasında (ortalama %0.19) (Şekil 6.II), İmrızı dikme kesitinde % 0.11-0.15 (ortalama % 0.13) (Şekil 6.III), Del dikme kesitinde % 0.01-0.66 arasında (ortalama % 0.27) (Şekil 6.I V) ve İspartaçay dikme kesitinde toplam organik karbon değerleri 0.02-0.08 arasında (ortalama % 0.04) (Şekil

6V)'dir. İspartaçay dikme kesitinin alt düzeylerine karşılık gelen ve çok yakın uzaklıklardan alınan nokta örneklerde (I. 11, I. 12 ve I. 13) % 3.47'ye kadar varan toplam organik karbon değerleri ölçülmüştür. Ayrıca hidrokarbon belirtilerinin görüldüğü B. 2 örneğinde de % 1.70 toplam organik karbon değeri bulunmuştur.

## YAZIR KİREÇTAŞLARININ ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ



Şekil 6: İncelenen birimlerin toplam organik karbon dağılımı, I-Yazır kesiti, II-Acı kesiti, III-İmrezi kesiti, IV-Del kesiti, V-Ispartaçay kesiti.

Figure 6: Total organic carbon distribution of the investigated units, a- Yâzır section, b-Acı section, c-İmrezi section, d-Del section, e-Ispartaçay section.

Bu sonuçlara göre Yazır formasyonu genel olarak toplam organik karbon içeriği açısından düşük değerler içermektedir. Ancak Ispartaçay kesitinin alt düzeylerine karşılık gelen bazı kesimlerde yüksek TOK değerleri ölçülmüştür.

### Rock-Eval Pirolizi Analizleri

Espitalie ve diğ. (1980) tarafından geliştirilen yöntem uygulanarak, 100 mg kadar öğütülmüş örnek oksijensiz bir ortamda helyum gazı atmosferinde ve belli bir sıcaklık programında 550°C'ye kadar ısıtılmıştır. 90°C'ye kadar S1 piki ile ifade edilen serbest hidrokarbonlar, 300-550°C arasında ise S2 piki ile ifade edilen kerojenin ısıl parçalanması sonucunda oluşan hidrokarbonlar bulunmuştur. Ayrıca S2 pikinin maksimum olduğu noktadaki sıcaklık olan Tmax belirlenmiştir. Oluşan CO<sub>2</sub> gazı, ısı iletken dedektörde ölçülerek pirolizi yapılan örneklerin toplam organik karbon miktarları da saptanmıştır.

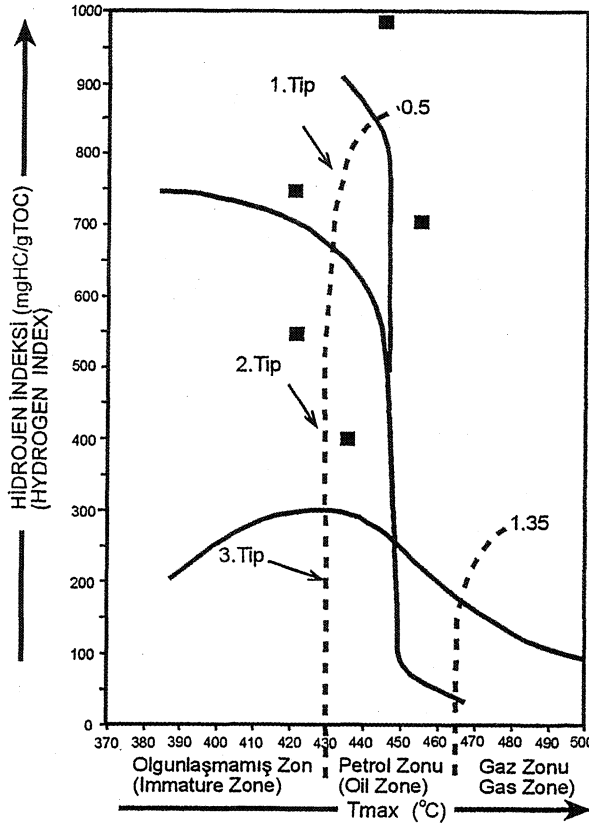
14 tanesi TPAO (Ankara), 1 tanesi de Geochem (Chester-İngiltere) Laboratuvarlarında olmak üzere 15 adet örneğin Rock-Eval pirolizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, S1, S2, S3, PI, HI, O1 ve Tmax değerleri elde edilmiştir (Çizelge 2). 4 adet örnekte hiçbir değer elde

edilememiş, 1 örnekte ise yalnızca oksijen indeksi (O1) değeri bulunmuştur.

Sİ değerlerinin 0.01-2.79 mgHC/gTOK arasında S2'nin ise, 0.02-9.24 mgHC/gTOK arasında değiştiği görülmüştür. Yalnızca iki örnekte yüksek değerler elde edilmiştir. Sİ, S2 ve jenetik potansiyel değeri 2 mgHC/gTOK'nm üzerinde olan iki tane örnek vardır. Diğer sonuçlar bu değer altındadır. (Çizelge 2) Sİ ve S2 değerlerine göre incelenen örneklerin genel olarak organik zenginliğinin zayıf olduğu söylenebilir. Örneklerin bir çoğunda hidrojen indeksi değeri belirlenememiştir. Sonuç elde edilebilenlerde ise çok yüksek değerler bulunmuştur. Bunlar 407-1000 mgHC/gTOK arasında değişmektedir. Bu sonuçlar hidrokarbon türümü açısından petrol zonu içerisinde kalmaktadır. Oksijen indeksi değeri yalnızca bir örnekte elde edilebilmiştir. Kısıtlı sayıdaki Hidrojen indeksi ve Tmax değerleri Tissot ve Welte (1984) tarafından geliştirilen HI-Tmax diyagramına uygulanmış ve kerojen tipleri belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre noktaların 1 ve 2. tip kerojen alanında kaldıkları görülmektedir. (Şekil 7)

Rocak-Eval pirolizlerinde Tmax ısısı 419-459°C arasındadır. Bunların ortalaması ise 436°C'dir. Del kesitinde

tüm değerler 430°C'nin üzerine çıkarken diğerlerinde değişiklik göstermektedir (Çizelge 2). Bu veriler Peters (1986)'e göre olgun zonda, Baskin (1997)'e göre de olgunlaşma başlangıcı zonda yer almaktadır.



Şekil 7: Kerojen tipinin Hidrojen İndeksi-Tmax diyagramına göre sınıflaması (Tissot ve Welte, 1984).

Figure 7: Classification of the kerogen types by using Hydrogen Index-Tmax diagram (Tissot and Welte, 1984).

#### Vitrinit Yansıması (Ro)

Organik petrografik teknikler köken kaya gelişiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır. (Powell ve diğ., 1982). Bu amaçla vitrinit yansıması ölçümleri ve organik maddenin mikroskobik incelemeleri için organik madde yoğunlaştırılmıştır. Herbir örnekten 30-40 gr kadar alınarak 2-3 mm boyutuna gelinceye kadar kırılmıştır. Dekantasyon işleminden sonra hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutularak karbonatlan, hidroflik asitle reaksiyona tabi tutularak silikatları giderilmiştir. Örnekler genellikle karbonatlardan oluştuğu için hidroklorik asitle reaksiyon vermemişlerdir. Ağır mineral içeren birkaç örnek ağır sıvı (ZnCU) ile karıştırılmış ve santrifüjleme işleminden sonra üste kalan organik maddeler alınmıştır. Dekantasyon ve alkol ile temizleme işlemlerinden sonra slayt ve kalıp yapımı için hazır hale getirilmişlerdir.

Sulandırılan her örnekten 3-4 mi kadarı istenilen homojenlik sağlanarak lam üzerine alınarak alttan aydınlatmalı mikroskopta incelenebilecek duruma getirilmiştir. Geriye kalan organik maddeler etüvde kurutulduktan sonra polyeşter ile karıştırılarak kalıplar içerisinde katılaşması beklenilmiştir. Daha sonra inceltme tozları ile aşındırması, alümina pasta ile de örnek üzerinde çizik kalmayınca ya kadar parlatılması yapılmış ve üstten aydınlatmalı mikroskopta incelenebilecek hale getirilmiştir. Vitrinit yansıması ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde Tissot ve Welte (1984)'nin sınıflamasından yararlanılmıştır.

Yazır formasyonundan 25 adet örnekte vitrinit maseralleri belirlenmiş ve bunların ölçümleri yapılmıştır. Bulunan değerler her bir ölçülü dikme kesit üzerinde vitrinit yansıması dağılım eğrileri şeklinde gösterilmiştir. Kesitlerin tümünde vitrinit yansıması ölçülen değerler %0.12-0.44 arasında değişmektedir (Çizelge 1). İmrezi ölçülü dikme kesitine ait örneklerde vitrinit maseralı bulunamadığı için ölçüm yapılamamıştır. En fazla vitrinit yansıması ölçümleri yapılabilen dikme kesitlerden bir tanesi Yazır ölçülü dikme kesitidir. Bu kesitte ölçülen vitrinit yansıması değerleri %0.12-0.23 arasındadır. Ortalama değer ise %0.17'dir. Vitrinit yansıması Yazır ölçülü dikme kesiti boyunca fazla değişiklik göstermeyip genel olarak düşüktür (Şekil 8.1).

Acı kesitinde %0.15-0.44 arasında vitrinit yansıması değerleri mevcuttur. Bunların ortalaması ise %0.28'dir. Dikme kesit üzerindeki dağılımları fazla değişiklik göstermez. Ancak kesitin orta düzeyleri alt ve üst düzeylere göre daha yüksek vitrinit yansıması değerlerine sahiptir (Şekil 8.11). Del dikme kesitinde vitrinit yansıması ölçümlerinde düşük sonuçlar elde edilmiştir. Bunlar, %0.15-0.22 arasında değişmekte olup ortaları da %0.18'dir. Kesitin üst düzeylerinden alınan örneklerden hazırlanan parlatma kalıplarında vitrinit bulunmadığı için yansıma ölçümleri de gerçekleştirilememiştir (Şekil 8.IV). Ispartaçay dikme kesitinde ise yalnızca üç örnekte vitrinit yansıması ölçümleri yapılabilmıştır.

Bulunan değerler %0.17-0.24 arasında değişmekte olup ortalamaları da %0.22'dir. ölçümleri yapılan bu örnekler Ispartaçay kesitinin orta düzeylerine karşılık gelmektedir (Şekil 8.V). Yukarıda anlatılan dikme kesit örneklerinde ölçülen vitrinit yansıması değerlerinden başka hidrokarbon izleri görülen düzeylerden alınan iki örnekte de vitrinit yansıması ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler %0.14 ve %0.31 değerleri şeklindedir.

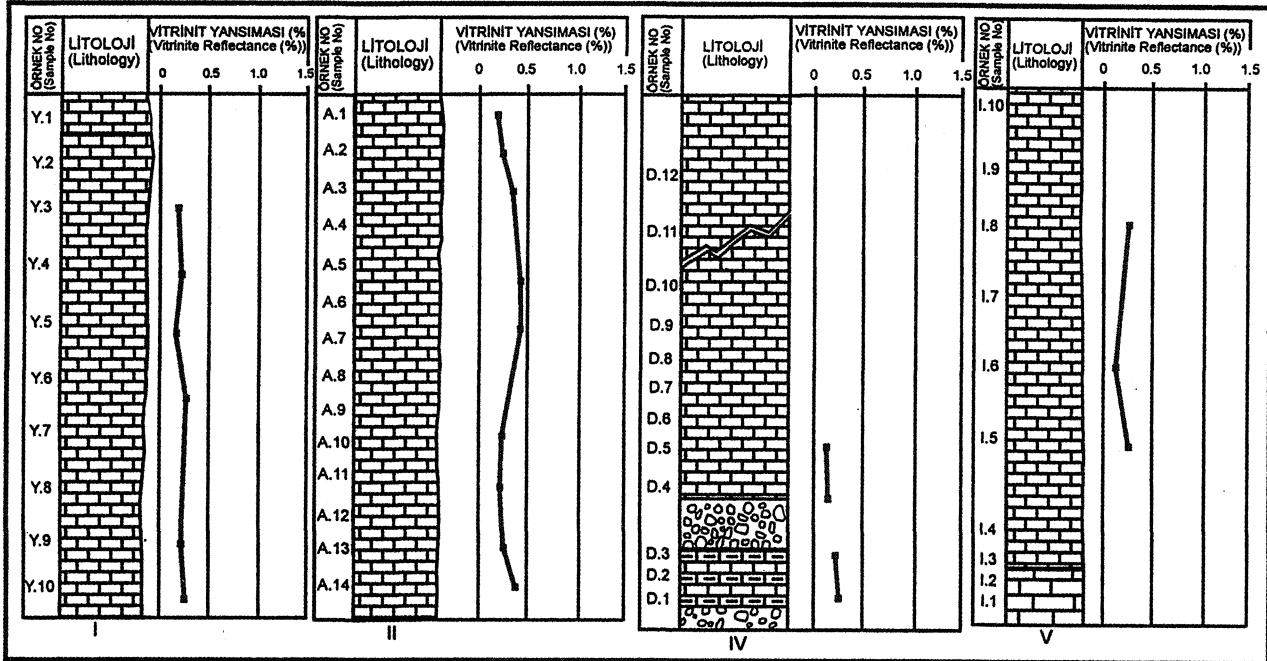


## YAZIR KİREÇTAŞLARININ ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Çizelge 2: Rock-Eval pirolizi sonuçları S1= Kaya içindeki serbest hidrokarbonlar (mgHC/gTOC) S2= Kerojenin termal parçalanması sonucu oluşan hidrokarbonlar (mgHC/gTOC), S3= CO<sub>2</sub> miktarı (mgCO<sub>2</sub>/gTOC) S1+S2= Jenetik potansiyel (mgHC/gTOC), Pi= Üretim indeksi, HI=Hidrojen indeksi (mgHC/gTOC), OI=Oksijen indeksi (mgCO<sub>2</sub>/gTOC), Tmax=Maksimum ısı (°C).

Table 2: Results of Rock-Eval pyrolysis. S1 = Already-existing hydrocarbon in rock (mgHC/gTOC) S2= Hydrocarbon generated from the thermal breakdown of kerogen (mgHC/gTOC) S3= CO<sub>2</sub> value (mgCO<sub>2</sub>/gTOC), S1+S2= Genetic potential (mgHC/gTOC), Pi=Production index, HI= Hydrogen index (mgHC/gTOC), OI= Oxygen index (mgCO<sub>2</sub>/gTOC), Tmax=Maximum temperature (°C)

Örnek No	S1	S2	S3	S2/3	S1+S2	Pi	HI	OI	Tmax
A.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A.7	0,01	0,03	-	-	0,04	0,25	-	-	446
A.13	0,01	0,02	-	-	0,03	0,50	-	-	423
Y.1	0,01	-	-	-	0,01	-	-	-	-
Y.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.1	0,02	0,11	-	-	0,13	0,17	-	-	451
D.6	0,15	0,07	-	-	0,22	0,68	700	-	459
D.11	0,07	0,10	-	-	0,17	0,44	1000	-	445
I.2	0,01	0,12	-	-	0,13	0,08	-	-	435
I.5	0,01	0,04	-	-	0,05	0,25	-	-	425
I.8	0,11	0,15	-	-	0,26	0,42	750	-	419
I.11	1,20	1,17	0,34	3,44	2,37	0,51	407	11	436
Im5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.2	2,79	9,24	-	-	12,03	0,23	543	-	424



Şekil 8: İncelenen birimlerin vitrinit yansımaları dağılımı, I-Yazır kesiti, II-Acı kesiti, IV-Del kesiti, V-Ispartaçay kesiti.  
Figure 8: Vitrinite reflection distribution of the investigated units, I- Yazır section, II-Acı section, IV-Del section and V-Ispartaçay section.

Dikme kesit örnekleri ile nokta kesitlerden elde edilen vitrinit yansımaları değerleri, Tissot ve Welte (1978)'nin petrol oluşum zonlarının yaklaşık sınırlarını

gösteren diyagramına konulduğu zaman, noktaların tamamının diyajenetik zonda oluşu görülür. Ancak bunlardan bazıları petrol zonuna yakındır (Şekil 9).

### Organik Madde Türleri ve Renk Değişimleri

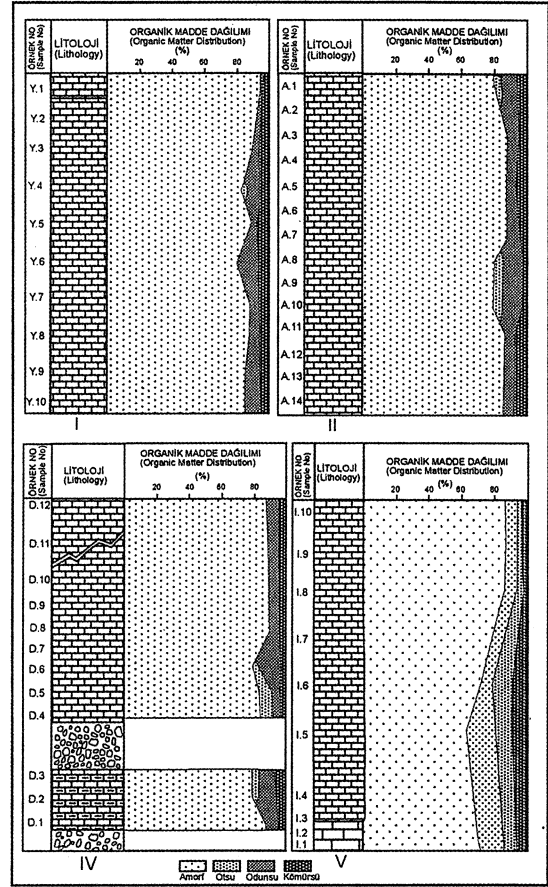
Spor ve polenler ile organik maddelerin renklerinde derinlik ve ısı artışına bağlı olarak değişimler olmaktadır. Altan aydınlatmalı mikroskopta gözlenen bu renk değişimleri bir olgunlaşma parametresi olarak kullanılmaktadır. Staplin (1975) polinomorf renk değişimleri için ilk olarak renk-sayr ölçeği ortaya koymuş, sarı ile siyah arasında değişen renk tonlarını 1 ile 4 arasında değişen sayılarla ifade etmiştir.

Yazır formasyonuna ait 27 adet örnekte organik yoğunlaştırma işlemleri yapılarak kerojen slaytları hazırlanmıştır. Bu slaytlar üzerindeki organik madde türlerinin yüzdeleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Daha sonra her bir dikme kesit üzerinde organik madde türlerinin dağılımları ifade edilmeye çalışılmıştır. Çizelge 1 ile dikme kesitlerden de görüldüğü gibi egemen organik madde türü amorf olanlardır. Yazır dikme kesitinde amorf organik madde miktarı %80-95 arasındadır. Otsu organik madde yalnızca bir örnekte belirlenmiş olup %3 oranındadır. Odunsu organik maddeler %3-15, kömürsü organik maddeler de %2-5 arasında değişmektedir. Organik madde türlerindeki dağılım diğer kesitlerdeki benzer şekildedir ve dikme kesit boyunca önemli farklılıklar yoktur (Şekil 10.1)

Acı dikme kesitinde %80-90 oranında amorf, %3-5 oranında otsu, %5-10 oranında odunsu ve %2-5 oranında kömürsü organik maddeler bulunmuştur (Şekil 10.11). Dikme kesit boyunca otsu organik maddeler kesitin tüm düzeyleri boyunca aynı olmayıp bazı bölümlerinde yok denecek kadar azdır. Del kesitinde %80-90 oranında amorf, %2 oranında otsu, %5-10 oranında odunsu ve %3-8 oranında kömürsü organik maddeler saptanmıştır (Şekil 10.IV). Organik madde türlerinin boyutlarında da yer yer değişiklikler gözlenmektedir. Bazı örneklerin kerojen slaytlarında oldukça ince taneli organik maddeler görülmesine karşın, bazılarında da daha iri boyutlu organik maddeler belirlenmiştir. Ispartaçay dikme kesitinde de egemen organik madde türü amorf olup, %65-90 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 10.V). Bu kesitte otsu organik maddeler %3-5, diğer kesitlere göre daha fazla oranda bulunan odunsu organik maddeler %3-20 ve kömürsü organik maddeler de %2-10 arasında belirlenmiştir. Ispartaçay kesitindeki organik madde türleri de genel olarak ince taneli organik maddelerden oluşmuştur.

Organik madde slaytlarında, spor renk indeksi değerlendirmesi yapılabilecek türde spor ve polenler bulunamamıştır. Ancak organik maddelerin termal alterasyon

renkleri dikkate alındığında açık kahverengimsi renklerin egemen olduğu görülür.



Şekil 10: İncelenen birimlerin organik madde türü dağılımı, I- Yazır kesiti, II-Acı kesiti, IV-Del kesiti, V-Ispartaçay kesiti.  
Figure 10: Organic matter type distribution of the investigated units, I- Yazır section, II-Acı section, IV-Del section and V-Ispartaçay section.

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yazır formasyonu düşük organik madde içeriğine sahiptir. Acı kesitinde %0.19, Del kesitinde %0.27, Yazır kesitinde %0.12, Ispartaçay kesitinde %1.89 ve İmrezi kesitinde de %0.13 ortalama toplam organik karbon değerleri bulunmuştur.

Mikroskobik çalışmalarda amorf türde organik maddelerin egemen oldukları belirlenmiştir.

Vitrinit yansıması sonuçlarına göre Yazır formasyonunun diyajenez zonunda olduğu saptanmıştır. Formasyonun acı kesitinde %0.28, Del kesitinde %0.18, Yazır kesitinde %0.17, Ispartaçay kesitinde %0.22'lik ortalama vitrinit yansıması değerleri ölçülmüştür. Ancak bazı

## YAZIR KİREÇTAŞLARININ ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

örnekler geç diyajenezi ifade eden sonuçlar vermişlerdir (A. 6 Örneğinde %0.43 ve A.7 örneğinde %0.44)

Batı Torosların İsparta güney ve güneydoğusunda kalan bölümlerinde, özellikle ofiyolitik kayalar içerisinde petrol sızıntıları bulunmaktadır. Bu sızıntıların hangi yaştaki köken kayalardan türediği, yaşlarının ne olduğu ve jeolojik konumları ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Yağmurlu ve diğ., 1990; İllez ve diğ., 1992). Sonuçta bunların bir kuşak boyunca yer aldıkları ve Jura-Kretase yaşlı karbonat kayalardan türedikleri ortaya konulmuştur. İsparta güneyindeki Alt Miyosen yaşlı kireçtaşlarında da bu tür hidrokarbon belirtiler görülmüştür. Orta Miyosen'de bölgenin morfolojisini etkileyen önemli tektonik olaylar meydana gelmiştir. Bunların en önemlisi ofiyolitik karışık ile Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarının Alt Miyosen yaşlı birimlere bindirmesidir (Karaman, 1988). Bu büyük bindirmenin etkisi sonucunda KB-GD gidişli bir çok kıvrım yapıları, bindirme ve ters faylar ile bunları dik olarak kesen yanal atımlı faylar oluşmuşlardır. Orta Miyosen'de gelişen bu tektonik deformasyonların yanı sıra Erken Pliyosen'de başlayan volkanizma etkinlikleri meydana gelmiştir (Karaman, 1990).

Organik jeokimyasal verilerin tümü ve mikroskobik çalışmalar birlikte değerlendirildiği zaman Alt Miyosen yaşlı ve genellikle karbonatlardan oluşan birimler, petrol oluşumuna uygun bir ortamda çökelmişlerdir. Amorf organik madde içeriğine ve düşük derecede organik olgunluğa sahiptirler. Fakat yersel olarak bu içeriğin yükseldiği ve yeterli derecede ısısal olgunluğa sahiptirler. Fakat yersel olarak bu içeriğin yükseldiği ve yeterli derecede ısısal olgunluğa ulaştığı düzeyler de bulunmaktadır. Nap hareketlerinin ve volkanizmanın adı geçen düzeylerde gerekli ısıyı sağladığı düşünülmektedir.

### KATKI BELİRTME

Çalışmanın her aşamasında yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. Orhan Özçelik'e (C. Ü.), bizzat arazi çalışmalarına katılarak örnek derlenmesinde ve bölgenin jeolojisi konusunda bilgilerinden yararlandığım Doç. Dr. Muhittin Görmüş'e (S. D. Ü.), vitrinit yansıması ölçümlerinin yapılmasında yardımcı olan Doç. Dr. A. İhsan Karayığit'e (H. Ü.), Rock-Eval pirolizleri ve toplam organik karbon analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Dr. Peter Walkoo'ya (Geochem-Chester-İngiltere), H. İsmail İllez'e (TPAO-Ankara) ve Haluk İztan'a (TPAO), çalışmanın çeşitli aşamalarındaki katkıları nedeniyle

Arş. Gör. Nazan Yalçın'a (C.Ü.) ve ekonomik desteğinden dolayı C.Ü. Araştırma Fonuna teşekkür ederim.

### DEĞİNİLEN BELGELER

- Akay, E., Uysal S., Poisson, A., Cravatte, J., ve Muller, C., 1985, Antalya Neojen Havzasının stratigrafisi: TJKBült.,28, 105-119.
- Akbulut, A., 1980, Eğirdir gölü güneyinde Çandır (Sütçü ler-Isparta) yöresindeki Batı Torosların jeolojisi: TJKBült., 23,1,1-9.
- Baskin, D. K., 1997, Atomic H/C ratio of kerogen as an estimate of thermal maturity and organic matter conversion: AAPG Bull, 81,9,1437-1450.
- Espitalie, J.M., Madec, M., ve Tissot, B.,1980, Role of mineral matrix in kerogen pyrolysis: influence on petroleum generation and migration: AAPG Bull., 64, 59-66.
- Görmüş, M., ve Özkul, M., 1995, Gönen-Atabey (Isparta)-Ağlasun (Burdur) arasındaki bölgenin stratigrafisi: SDÜ, Fen Bilimleri Ens. Derg., 1, 43-64.
- Görmüş, ve Hançer, M., 1997, Dereboğazı (Isparta Güneyi) dolaylarındaki Alt Miyosen çökellerinin fasiyesi özellikleri: SDÜ Fen Bilimleri Ens. Derg., 2, 39-50.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A., ve Dumont, J.F., 1979, Geologie des Taurides occidentales (Turquie): Mem. Soc. Geol. France, 137, 1-112.
- İllez, H.İ., Harput, A., ve Gül, M. A., 1992, Üç Yıldız (Isparta) petrol sızıntısının organik jeokimyası: Türkiye 9. Petrol Kongresi ve Sergisi, Bildiriler, 1-7.
- Jones, R.W., 1987, Organic Facies. In: Advances in Petroleum Geochemistry: v.2, p. 1-91. Karaman, M.E., 1988, Ege-Anadolu levha sınırı hakkında bazı yeni görüşler: H.Ü., Yerbiliminin 20. Yılı Sempozyumu, Bildiri özlery, s. 15.
- Kazancı, N., ve Karaman, M. E., 1988, Gölcük (Isparta) Pliyosen volkaniklastiklerinin sedimanter özellikleri ve depolanma mekanizmaları: Akdeniz Üniv. İsparta Müh. Fak. Derg., 4, 16-35.
- Karaman, M.E., 1990, İsparta güneyinin temel jeolojik özellikleri: Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 51-61.

- Monod, O., 1977, Recherces geologiques dans le Taurus occidental am sud de Beyşehir (Turquie): These d'etat, FUniv, de Paris Sud, Orsay, 442p.
- Özgül, N., 1984, Stratigraphy and Tectonic evolution of the Central Taurides: In Geology of the Taurus Belt, Int. Symp. (Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M.C., Eds.), p. 77-99.
- Peters, K.E., 1986, Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis: AAPG Bull., 70, 318-329.
- Poisson, A., ve Poignant, A.F., 1974, Korkuteli Bölgesindeki Miyosen transgresyonunun tabanı olan Karabayır formasyonu, Karabayır formasyonunun yeni bir kırmızı alg türü: *Lithothamnium pseudoramossissimum*: MTA Derg., 82,65-69.
- Poisson, A., 1977, Recherches geologique dans les Taurides occidentales (Turque): These Doc. Sci., Üniv. Paris-Sud, Orsay, 1-795.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J. F., ve Uysal, S., 1984, The İsparta angle In: Geology of the Taurus Belt Int. Symp (Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M.C., Eds.) 11-16.
- Powell, T.G., Creaney, S., ve Snowon, L. R., 1982, Limitations of use of organic petrographic techniques for identification of petroleum source rocks: AAPG Bull., 66, 4, 430-435.
- Sonel, N., Sarı, A., Doğan, A. O., ve Bozüyük, I., 1995, Üzümlü (Beyşehir) civarının petrol kaynak kaya fasiyesleri ve petrol oluşumunun organik jeokimyasal yöntemlerle incelenmesi: TJK Bült., 10, 34-40.
- Staplin, F.L., 1975, Interpretation of thermal history from colour of particulate organic matter: Palynology, 1, 9-18.
- Şenel, M., 1997, 1/250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, İsparta Paftası: MTA Ens., Ankara, No: 4
- Tissot, B., ve Welte, D., 1978, Petroleum Formation and Occurrence: Springer-Verlag, Berlin, 535p.
- Tissot, B., ve Welte, D., 1984, Petroleum Formation and Occurrence: Revised edition, Springer Verlag, New York, 699p.
- Yağmurlu, F., Tutaş, M., ve Keçeli, A., 1990, Eğirdir (İsparta) güneyinde yer alan asfaltit ve sıvı petrol emarelerinin jeolojik konumu: Türkiye 8. Petrol Kongresi, Bildiriler, 24-34.
- Yağmurlu, F., 1994, İsparta güneyinde yer alan Tersiyer yaşlı türbiditik birimlerin fasiyes özellikleri: Geosound, 24, 17-28.
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö.P., ve Taner, K., 1985, İsparta büklümünün yapısal evrimi: 3. Mühendislik Haftası Bildiri özleri, 30-31.
- Yalçınkaya S., 1989, İsparta-Ağlasun (Burdur) dolaylarının jeolojisi: İ.Ü. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, 176 s (Yayınlanmamış).

---

Makalenin geliş tarihi : 10.06.1998

Makalenin yayına kabul edildiği tarih : 17.05.1999

*Received June 10, 1998*

*Accepted May 17, 1999*