



# Aladağ Birliği<sup>1</sup> nin Üst Devoniyen-Alt Triyas İstifinin Çökeltme Ortamları ve Hidrokarbon Kaynak Kaya Değerlendirmesi: Orta Toroslar, Türkiye

*Depositional Environments and Hydrocarbon Source Rock Assessments of the Upper Devonian-Lower Triassic Sequence of Aladağ Unit: Central Taurus, Turkey*

T. Şükrü Yurtsever MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Eskişehir Yolu, Ankara.  
Bora Gürçay MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Eskişehir Yolu, Ankara.  
İ. Hakkı Demirel Hacettepe Üniversitesi, Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 06532 Beytepe/Ankara

## Öz

Orta Toroslarda Aladağ Birliği formasyonlarının çökeltme ortamları ve kaynak kaya değerlendirilmesi Sarıveliler ve Aydıncık bölgelerinde yer alan beş farklı stratigrafi kesitinden toplanan yüzey örneklerinden çalışılmıştır. Aladağ Birliği formasyonları her iki bölgede de Üst Devoniyen-Kretase boyunca var olan karbonat platformunun gel-git ortamı, sınırlı su dolaşımının olduğu lagünler ve resiflerin de geliştiği sığ şelf alanlarında çökelmişlerdir. Jeokimyasal veriler (TOK içeriği, Tmax ve HI değerleri) ve organik petrografi (Spor-Polen Renk İndeksi) sonuçları, Rock-Eval piroliz ve alttan aydınlatmalı mikroskop kullanılarak elde edilmiştir. Aydıncık bölgesinde, Dikenlidere Formasyonu (Karbonifer) yeterli TOK içeriğine (> % 0.5) sahip olmasına rağmen, Akdere (Üst Devoniyen) ve Cevizli (Permian) formasyonları kaynak kaya potansiyeline sahip değildir. Sarıveliler bölgesinde, sadece Cevizli Formasyonu % 0.5'in üzerinde TOK değerine sahip seviyeleri içermektedir. HI, Tmax ve SCI değerleri Aladağ Birliği formasyonlarından alınan bütün kaynak kaya örneklerinin aşırı olgun ve egemen organik madde tipinin Tip III kerojen (kömürsü) olduğunu göstermektedir. Ancak, bölgedeki algal üretimliliği sağlayan çökeltme ortam koşulları başlıca Tip I (algal kerojen) organik maddenin varlığını işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aladağ Birliği, Orta Toroslar, çökeltme ortamı, kaynak kaya potansiyeli

## Abstract

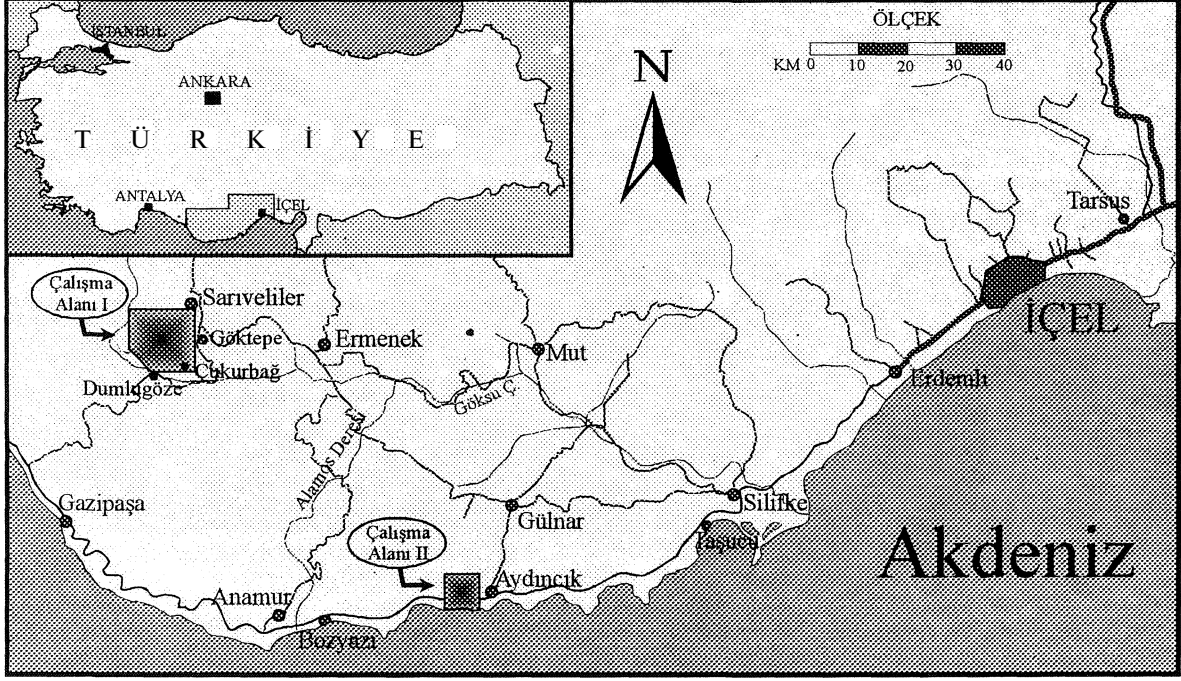
The depositional environments and source rock assessment of the Aladağ Unit formations in the Central Taurus region have been studied on surface samples collected from the five different sections which extend in the Sarıveliler and Aydıncık regions. In both regions, the formations of the Aladağ Unit were deposited on the tidal-flats, restricted shelf areas and reefal environments which belong to a carbonate platform through Upper Devonian and Cretaceous. Geochemical data (TOC content, Tmax and HI values) and organic petrography (Spore-Pollen Colour Index) values obtained from Rock-Eval pyrolysis and transmitted light microscopy. In the Aydıncık region, although the Dikenlidere Formation (Carboniferous) has enough TOC content (over 0.5 %), Akdere (Upper Devonian) and Cevizli (Permian) formations have no source-rock potential. Only Cevizli Formation in the Sarıveliler region has some source-rock levels displaying TOC values over 0.5 %. HI, Tmax and SCI values indicate that all source rock samples of the Aladağ unit formations are over mature and their primarily organic matter type is Type III kerogen (coaly). However, depositional environment conditions providing the abundant algal productivity imply mainly the presence of the Type I (algal) organic matter.

**Key words:** Aladağ Units, Central Taurus, depositional environment, source-rock potential

## GİRİŞ

Bu çalışma kapsamındaki hedef bölgeler; Gül (1991) tarafından doğuda Ecemiş Fayı, batıda Aksu Fayı arasında kalan alan olarak sınırlandırılan Orta Toroslar'da, Blumenthal (1944) tarafından "Hadım Napı" veya "Hadım Zonu" olarak adlandırılan allokon konumlu Aladağ Birliği'nin (Özgül, 1976) yaygın olarak yüzeylendiği iki farklı bölgedir. Bunlar; Sarıveliler ilçesi (Karaman) güneybatısı, Göktepe kasabası batısı ve Dumlupınar ilçesi kuzeyi arasında kalan alan ile İçel iline bağlı, doğuda Silifke, batıda Anamur, kuzeyde Gülnar ilçeleri ve güneyde ise Akdeniz ile sınırlanan alandır (Şekil 1). Metin içerisinde bu bölgelerden kısaca Sarıveliler bölgesi ve Aydıncık bölgesi olarak bahsedilmiştir. Orta Toroslarda bu iki bölgenin çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni, Üst Devoniyen-Üst Kretase zaman aralığında devamlı bir istifeye sahip olan Aladağ Birliği'nin Üst Devoniyen ve Karbonifer yaşlı formasyonlarının Aydıncık bölgesinde, Permian ve Triyas yaşlı formas-

göze köyü kuzeyi arasında kalan alan ile İçel iline bağlı, doğuda Silifke, batıda Anamur, kuzeyde Gülnar ilçeleri ve güneyde ise Akdeniz ile sınırlanan alandır (Şekil 1). Metin içerisinde bu bölgelerden kısaca Sarıveliler bölgesi ve Aydıncık bölgesi olarak bahsedilmiştir. Orta Toroslarda bu iki bölgenin çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni, Üst Devoniyen-Üst Kretase zaman aralığında devamlı bir istifeye sahip olan Aladağ Birliği'nin Üst Devoniyen ve Karbonifer yaşlı formasyonlarının Aydıncık bölgesinde, Permian ve Triyas yaşlı formas-



Şekil 1. Çalışma alanının buldum haritası  
Figure 1. Location map of the studied areas

yonların ise Sarıveliler bölgesinde yanal ve düşey yönde düzenli yayılım göstermeleridir (Şekil 2 ve 3).

Orta Toroslar'da yer alan diğer önemli birim, göreceli olarak otokton konumlu ve Kambriyen-Eosen yaş aralığında çökelmiş çeşitli formasyonlar ile bazı önemli çökmezlik dönemlerini kapsayan Toros otoktonudur. Bu birim Özgül (1976) tarafından Geyikdağı Birliği olarak adlandırılmıştır. Aladağ Birliği ile otokton birimler arasındaki ilişki tektonik dokanaktır.

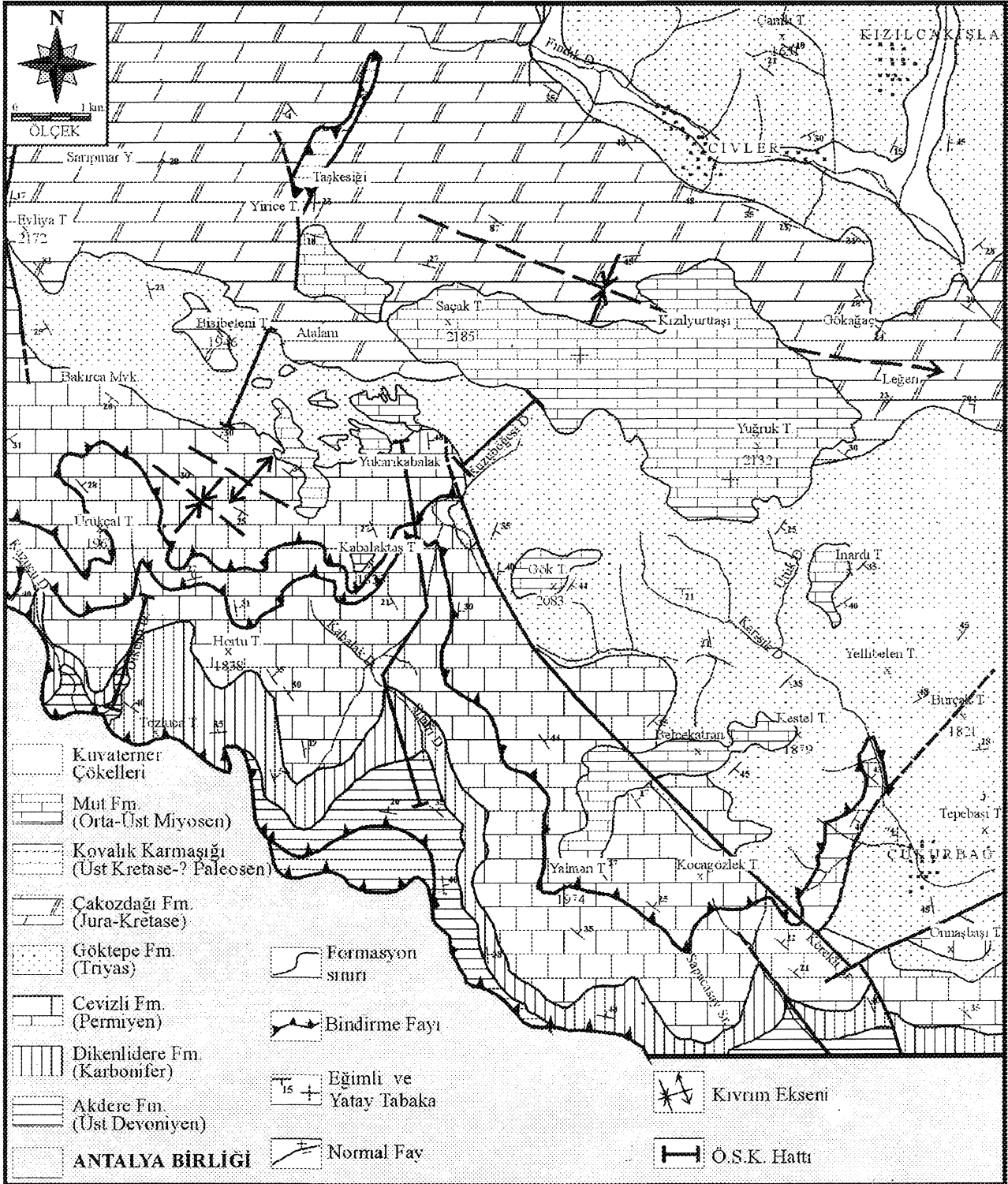
Ecem iş Fayı'nın doğusunda yer alan Doğu Toroslar bölgesinde Yahyalı, Kozan ve Feka arasındaki alanda otokton konumlu istifin Paleozoyik birimlerinin hidrokarbon kaynak kaya potansiyelini belirlemeye yönelik araştırmalar İllez ve diğ. (1994) ile Demirel ve Kozlu (1997) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda özellikle Siluriyen-Üst Permian yaş aralığındaki formasyonların hidrokarbon kaynak kaya özellikleri vep i İm iştir. Ancak, Orta Toroslar bölgesinde çoğunlukla düzenli yayılım gösteren allohton konumlu Aladağ Birliği'nin hidrokarbon kaynak kaya potansiyeline yönelik araştırmalar sınırlıdır (İllez ve diğ., 1994) veya sözkonusu birliğin ya tek bir formasyonunun veya tek bir nap diliminin kaynak kaya potansiyelinin belirlenmesine yönelik olup tüm Aladağ Birliği'ni karakterize etmemektedir. Bu eksikliği kısmen gidermek amacıyla, bu çalışmada Aladağ Birliği'nin Üst Devonyen-Alt

Triyas yaş aralığında çökelen birimlerinin kaynak kaya potansiyeli, birimlerin depolanma ortamları ve koşulları da saptanarak araştırılmıştır.

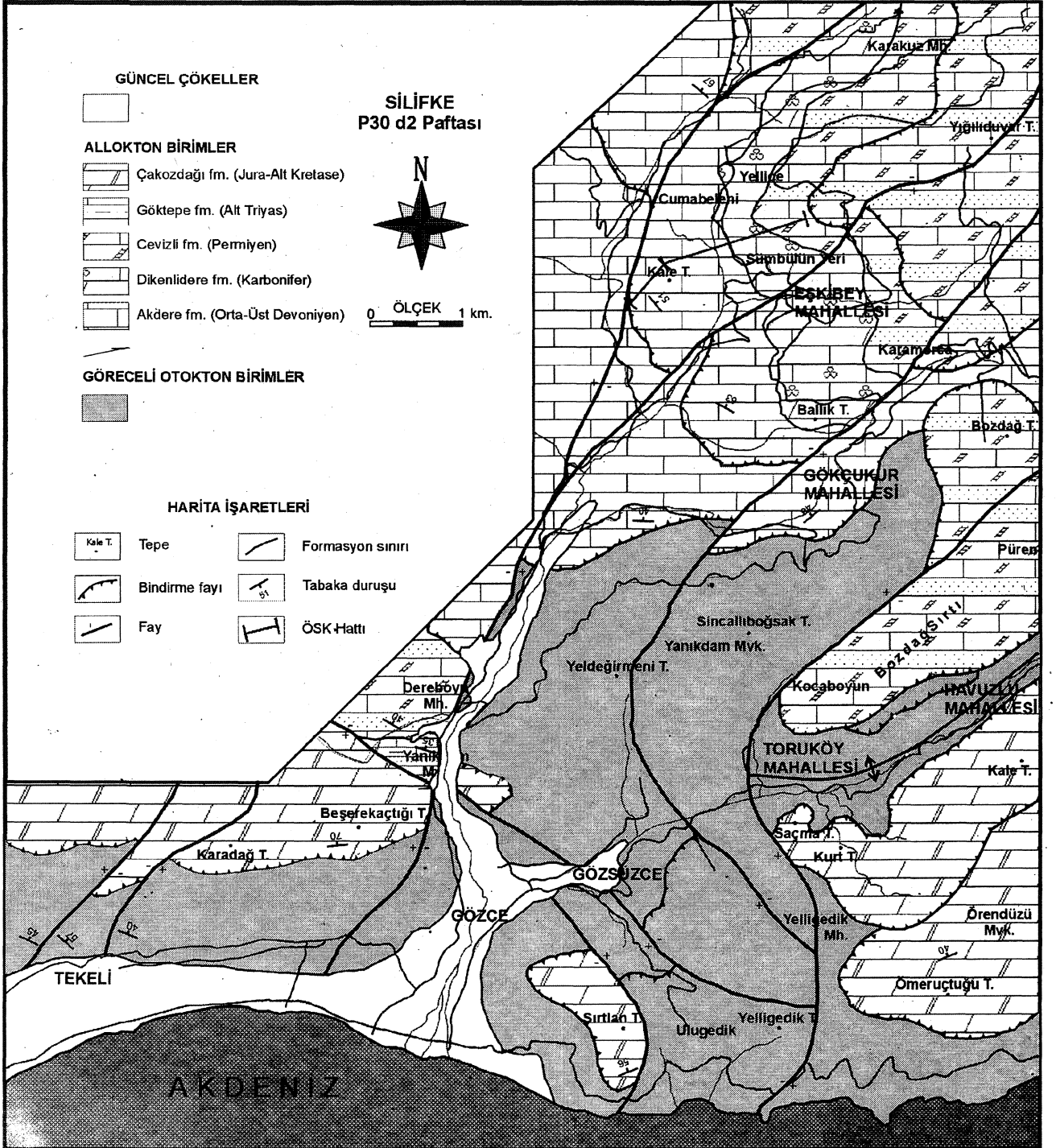
#### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Blumenthal (1944), Bozkır güneyinde kalan alanda nap biçiminde örtülerin bulunduğunu belirterek tektonik ilişkinin varlığını ilk kez ileri sürmüştür. Özgül (1971) Hadim-Bozkır dolaylarında yapmış olduğu araştırmalarda; Paleozoyik ve daha genç yaştaki birimleri farklı havza koşullarında çökelmiş olmalarından ve tektonik konumlarından dolayı birlik olarak tanımlamıştır. Daha sonraki yıllarda aynı bölgede çalışmalar yapan araştırmacı (Özgül, 1976) bu kez Orta Toroslar'ın özellikle Üst Paleozoyik-Tersiyer yaş aralığında yüzeyleyen farklı özelliklerdeki birimlerini; "Geyikdağı Birliği, Aladağ Birliği, Bolcardağ Birliği, Bozkır Birliği, Antalya Birliği ve Alanya Birliği" olarak adlandırmış ve Aladağ, Bolcardağ ve Bozkır Birliklerinin kuzeyden güneye, otokton konumlu Geyikdağı Birliği üzerine Lütisen hareketleri ile itildiğini vurgulamıştır. Özgül (1997) çalışmasında ise, Bozkır-Hadim-Taşkent dolaylarında yer alan tektono-stratigrafik birliklerin (Geyik Dağı Birliği, Aladağ Birliği, Bolkar Dağı Birliği ve Bozkır Birliği) stratigrafi sorunlarına değinmiş ve Geç Maastrichtiyen-İlerdiyen aralığında, Geyik Dağı Birliği

ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil 2. Sanveliler bölgesinin jeoloji haritası  
Figure 2. Geologic map of the Sanveliler region



Şekil 3. Aydınçık bölgesinin jeoloji haritası  
Figure 2. Geologic map of the Aydınçık region

## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

ile Aladağ Birliği arasında yer alan ve "Dipsiz Göl Ofiyolitli Karışığı" ile temsil edilen kısa ömürlü bir okyanus havzasının varlığına değinmiştir.

Bölgede ayrıntılı ilk stratigrafi çalışması Hadım Napı Karbonifer'i ve Permiyen'ini kapsayan istiflerde Güvenç (1965) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı Hadım Napı Karbonifer'ini bölüm ve katlarıyla, Alt Permiyen'i dört biyozona ayırarak, Üst Permiyen'i ise fusulinler ve alg zonları ile tanımlamış ve bu dönem boyunca sürekli sedimantasyonun varlığına işaret etmiştir. Araştırmacı daha sonraki yıllarda yapmış olduğu stratigrafi çalışmaları ile (Güvenç, 1977a 1977b, 1980) Hadım Napı'nda devamlı bir Karbonifer ve Permiyen istifi gözlerken, otokton konumlu birimlerde Orta-Üst Karbonifer-A İt Permiyen döneminde bir çökmezlik ve/veya aşınma evresini saptamıştır. Paleocoğrafik olarak ta Üst Devoniyen-Üst Kretase aralığında genellikle karbonat platformu özelliğinde olan ve otokton konumlu birimlerin üzerinde tektonik dokanakla yer alan bu birimler, araştırmacının tanımladığı Torıdyalı Yükselimi'nin kuzeyinde uzanmaktadır (Güvenç ve diğ., 1994). Bölgelerin genel jeolojik yapısına ve stratigrafik özelliklerine yönelik diğer çalışmalar arasında Gedik (1977), Gedik ve diğ. (1979), Özgül (1984), Kuşçu (1985), Demirtaşlı ve diğ. (1986); Demirtaşlı (1988), Öztürk ve diğ. (1991), Gül (1991) sayılabilir.

### STRATİGRAFİ

Çalışma alanı kapsamında yer alan Sarıveliler bölgesi ve Aydınçık bölgesinde yüzey ley en Aladağ Birliği istifleri benzer litoloji ve fosil topluluklarını içermeleri nedeniyle ve tekrardan kaçınmak amacıyla birlikte verilmiştir. Formasyon adlamalarında, Türkiye Stratigrafi Komitesi'nin ilkelerine uygun olarak adlama yapan önceki çalışmacıların verdikleri adlar bu çalışmada da aynen kullanılmıştır. Her iki bölgeye ait genelleştirilmiş stratigrafi istifleri Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir.

#### Akdere Formasyonu

İstifin tabanını oluşturan ve başlıca karbonatlardan oluşan formasyon, Demirtaşlı (1975) tarafından tanımlanmıştır. Sarıveliler bölgesinde Antalya Birliği üzerinde, Aydınçık bölgesinde ise göreceli otokton istife ait Üst Permiyen yaşlı birimler üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır (Şekil 6).

Akdere Formasyonu'nun her iki bölgedeki taban seviyeleri koyu mavi-gri, yer yer siyah renkli, kalın tabakalı dolomitlerden ve koyu gri renkli birkaç cm kalınlığa sahip şeyi seviyelerinden oluşmaktadır. Üste doğru karbonat-kırıntılı kayaç ardalanması izlenmektedir. Karbonat kayaçlar 20-500 cm tabaka kalınlığında ve yer yer dolomitlesin iştir. Bazı seviyeler mercan, bryzoa,

krinoid ve brakiyopod kavrıkları içeren kumlu kireçtaşları şeklindedir. Kırıntılı kayaçlar ise 40-100 cm tabaka kalınlığında, çapraz katmanlanmalı ve sarı-yeşilimsi renkli kuvars kumtaşları ve yer yer de koyu gri renkli şey İlerden oluşmaktadır. Formasyonun en üst kesiminde tekrar karbonat ve kırıntılı kayaçların ardalanmaları yer almaktadır. Özellikle bu seviyelerde izlenen karbonat kayaçları mercan, brakiyopod, alg, krinoid ve gastropod içeren resifal kireçtaşları özelliğindedir. Bu seviye içerisinde koyu gri renkli şeylerle ardalanmalı kuvars kumtaşları yaygındır. Formasyonun üst dokanâğı Dikenlidere Formasyonu ile uyumludur. Bu çalışmada, fop masyon için Demirtaşlı ve diğ. (1986) ve Özgül (1997) tarafından verilen Üst Devoniyen yaşı benimsenmiş ve kullanılmıştır.

#### Dikenlidere Formasyonu

Güvenç (1977a), çalışma alanında kalan, Göksu Vadisi'nde yaptığı kesitte Dikenli Grubu adı altında Dikenlidere (Vizeyen), Dikenlitepe (Başkiriye), Demirkazık (Moskoviyen) formasyonlarını ve Kasimoviyen-Gjeliyen yaşlı Gavuralanı Formasyonunu tanımlamıştır. Bademli-Ceyizli bölgesinde yaptığı kesitte ise, Karbonifer'in alt ve orta seviyeleri için Bademli, Üst Karbonifer için (Asseliyen dahil) Dikmen formasyonlarını geçici olarak tanımlamıştır. Araştırmacı daha sonra (Güvenç, 1980)" bu formasyonların yeniden tanımlanmaları gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmada, Aladağ Birliği'ne ait Karbonifer yaşlı seriler Güvenç (1980)'de kullanılan Dikenlidere Formasyonu adıyla tanımlanmıştır.

Formasyonun alt kesimlerinde, ince tabakalı, mikrofosilli, bitümlü kireçtaşı ve gri-bej renkli şeyi ardalanması yer alır. Kireçtaşları, algli ve oolittlidir. Üzerinde mercanlı, kumlu kireçtaşları ve gri-bej renkli, kalın çapraz tabakalı, demiroksit içeren kuvars kumtaşı tabakaları gözlenmektedir. Birimin, orta kesimlerinde koyu gri-bordo renkli, krinoid, mercan, brakiyopod ve bol fusulin içeren kireçtaşları yer almaktadır. Bu kireçtaşı tabakalarının arasında yer yer ağır hidrokarbon emareleri içeren şey İler bulunmaktadır. Kireçtaşları, üste doğru gri-kahverenkli ve bol fosilli (bentik foraminifer, alg, gastropod, pelesipod, ekinit) kireçtaşlarına geçmektedir. Formasyonun üst kısmında yüzeyleyen kireçtaşları bol demiroksit oluşumları içermektedir. Aralarında dolomit mercikleri yer almaktadır (Şekil 7). Dikenlidere Formasyonu'nun yaşı içerdiği foraminifer ve alglere göre Karbonifer'dir (Yurtsever, 1996 ve Gürçay, 1998).

#### Ceyizli Formasyonu

Blumenthal (1951) tarafından Ceyizli civarındaki Hadım Napı'na ait Perm o-Karbonifer serilerinin üst kes-

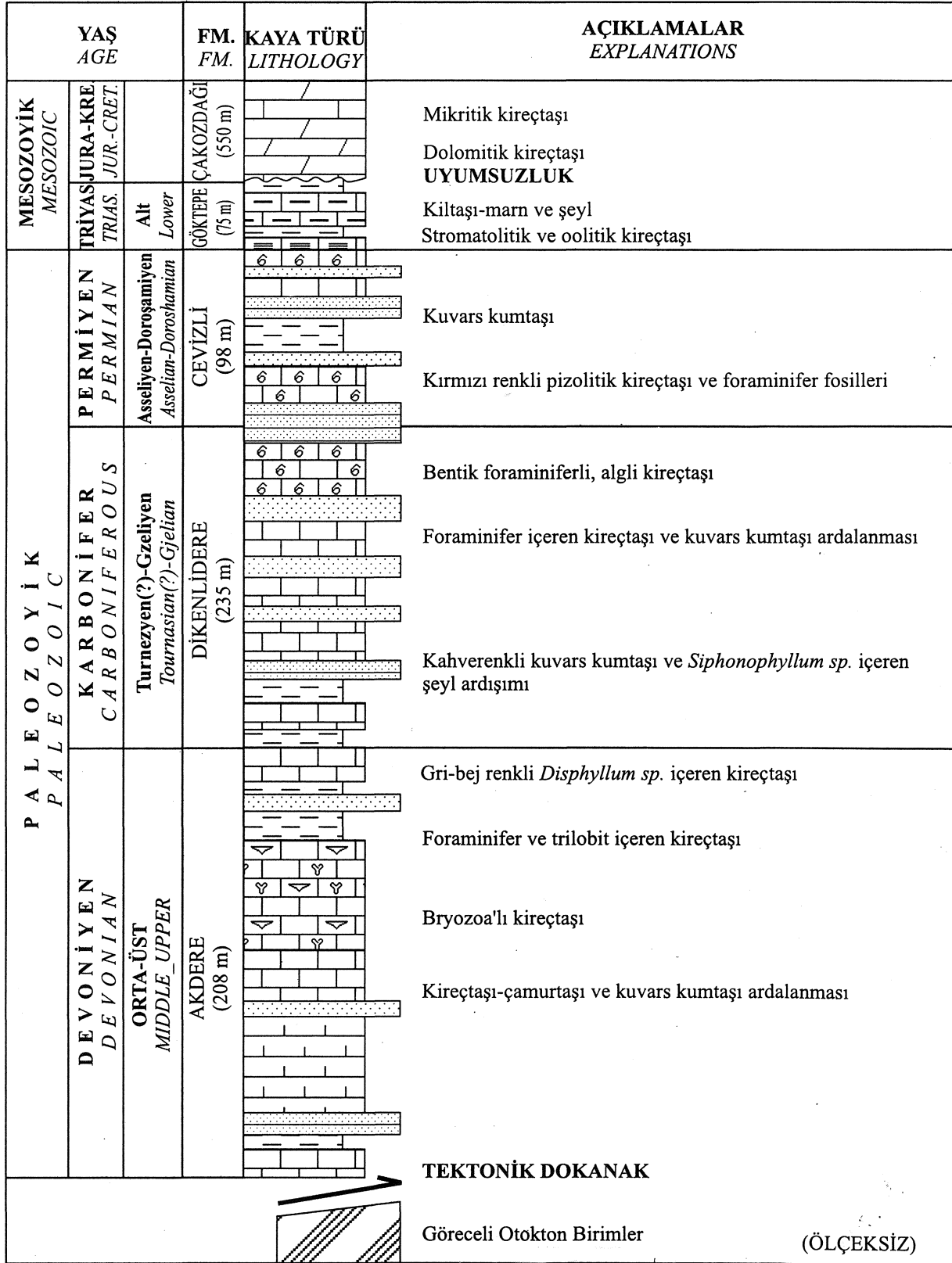
YAŞ AGE	FM. FM.	KAYA TÜRÜ LITHOLOGY	AÇIKLAMALAR EXPLANATIONS
SENOZOYİK CENOZOIC	KUVATERNER QUATERNARY		Güncel çökeller <b>UYUMSUZLUK</b>
	TERSİYER TERTIARY	MUT (250-270 m)	Bol alg, pelesipod, gastropod, ekinid ve mercan kavrılı, resifal kireçtaşı, kalkarenit, kalsirudit ve marn. <b>UYUMSUZLUK</b>
MESOZOYİK MESOZOIC	JURA-KRE. JURA-CRET.	ÜST UPPER	Ofiyolit Napı (Kovalık Karmaşığı) <b>TEKTONİK DOKANAK</b> Altta kırmızı renkli çakıltaşı, üzerinde dolomitik kireçtaşı-dolomit ve rudist kavrılı kireçtaşları
	TRİYAS TRIASSIC	ORTA-ÜST MID-UPP.	<b>UYUMSUZLUK</b> Mavi gri renkli, fosilli, killi kireçtaşı-dolomit
	ALT LOWER	GÖKTEPE (~250 m)	Kırmızı ve yeşil renkli marn-kıltaşı ardanması ve sarı renkli bol pelesipod kavrılı, killi-kumlu, ince kireçtaşı aratabakaları
	ASSELİYEN-DOROŞAMİYEN ASSELIAN-DOROSHAMIAN	CEVİZLİ (600-650 m)	Dolomit, demiroksit ve glokonit içeren gastropod ve pelesipod kavrılı kireçtaşı Dalgalı laminalı, stromatolitik kireçtaşı ile glokonitli, oolitle kireçtaşları
PALEOZOYİK PALEOZOIC	PERMİYEN PERMIAN	ASSELİYEN-DOROŞAMİYEN ASSELIAN-DOROSHAMIAN	Alg ve gastropod kavrılı kireçtaşları  Bol fusulin, alg ( <i>Mizzia sp. vb.</i> ) içeren kireçtaşları
	KARBONİFER CARBONIFEROUS	TURNİZ(?) - GZEL. TOURN(?) - GJEL.	Fusulinli kireçtaşı Dolomitik kireçtaşı  Organik maddece zengin kireçtaşı Kuvars kumtaşı
	DEVONİYEN DEVONIAN	ÜST UPPER	Resifal kireçtaşları ve kuvars kumtaşı ardanması Dolomit-şeyl ardanması
		AKDERE (~100 m)	<b>TEKTONİK DOKANAK</b> <b>ANTALYA BİRLİĞİ</b>

(ÖLÇEKSİZ)

Şekil 4. Aladağ Birliği'nin Sariveliler bölgesindeki genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

Figure 4. The Generalized stratigraphic section of Aladağ Unit in the Sariveliler region

ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil 5. Aladağ Birliği'nin Aydıncık yöresindeki genelleştirilmiş stratigrafik kesiti  
Figure 5. The generalized stratigraphic section of Aladağ Unit in the Aydıncık area

YAŞ AGE	KALIN. THIC. (m)	KAYA TÜRÜ LITHOLOGY	ÖRN. NO SAMP. NO	AÇIKLAMALAR EXPLANATIONS
ÜST DEVONİYEN	0			<b>DİKENLİDERE FORMASYONU</b>
				Gri-bej renkli, mercan ve brakiyopod fosillerini içeren resifal kireçtaşları
				Resifal kireçtaşı-şeyl ve kumtaşı ardalanması
				Çakıltası
				Kavkı parçalı, intraklastlı, pelletli tanetaşı, parçalanmış mollusk kavkılı vaketaşı ve şeyl ardalanması
				112
				110
				109
				108
				107
UPPER DEVONIAN	268			Kristalize kireçtaşı, vaketaşı, dolomitik kireçtaşı ardalanması
				Çamurtaşı, kuvars kumtaşı, şeyl ardalanması, yer yer kireçtaşı aratabakalı
				134
				120
				112
				110
				109
				108
				107
<b>GÖRECELİ OTOKTON BİRİMLER</b>				(ÖLÇEKSİZ)

Şekil 6. Akdere Formasyonu'nun ölçülü stratigrafik kesiti (Aydıncık bölgesi)

Figure 1. Measured stratigraphic section of the Aladağ Formation (Aydıncık region)



ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

YAŞ AGE	KALINLIK (m) THICKNESS (m)	KAYA TÜRÜ LITHOLOGY	ÖRNEK NO: SAMPLE NO:	AÇIKLAMALAR EXPLANATIONS	
JURA. JURA.	215		150	Gri-bej-pembe renkli tanetaşı, kuvars kumlu tanetaşı ve kuvars kumtaşı ardalanması	
KARBONİFER CARBONIFEROUS	ÜST UPPER		149		
			145		
			142		
			141		
			139		
			138		
			132		
			131		
			145		Kristalize kireçtaşı
			145		Grimsi sarı renkli biyoklastik tanetaşı-istiftaşı.
KARBONİFER CARBONIFEROUS	ORTA MIDDLE		129	Gri renkli tanetaşı, kuvars kumlu tanetaşı ve sarı-pembe renkli kumtaşı (subarkoz) ardalanması.	
			127		
			125		
			122		
			121	Koyu gri renkli dolosparit-şeyl ardalanması.	
			120		
			119		
			118		
KARBONİFER CARBONIFEROUS	ALT LOWER		117	Çamurtaşı	
			113	Açık kahve-sarı renkli, kuvars-kumlu çamurtaşı, koyu kahve-kırmızı renkli kumtaşı ve yeşil-kahve renkli şeyl ardalanması.	
			0		
			0		
DEVO. DEVO.				<b>AKDERE FORMASYONU</b> (ÖLÇEKSİZ)	

Şekil 7. Dikenlidere Formasyonu'nun (Karbonifer) Eşkıbey-Yellice Tepe Mevkiindeki (Aydıncık bölgesi) ölçülü stratigrafik kesiti  
Figure 7. The measured stratigraphic section of the Dikenlidere Formation (Carboniferous) at Eşkıbey and Yellice Tepe areas (Aydıncık region)

imlerinde karbonatlar için "Cevizli Kalkerleri" adı kullanılmıştır. Monod (1977), "Cevizli Kalkerleri"ni Girvanella'lı kireçtaşlarından itibaren Hadım Napı'na ait Permiyen yaşlı senler için tanımlamıştır. Bu çalışmada, her iki bölge için Güvenç (1977a) tarafından Bademli-Cevizli bölgesinde Üst Permiyen yaşlı birimler için kullanılan Cevizli Formasyonu adı Aladağ Birliği'ne ait Permiyen yaşı çökeller için kullanılmıştır.

Cevizli Formasyonu'nun tabanındaki Girvanella'lı Kireçtaşları (Güvenç, 1965) Aladağ Birliği'nde Karbonifer-Permiyen geçişinin tipik fasiyesidir ve farklı yaşlarda (Gjelyen-Sakmariyen), Anadolu Platformu (Güvenç, 1977 b) ve daha geniş olarak Avrasya Kıtasının Permiyen Platformu üzerinde Velebitier'den Elbruz'lara kadar gözlenmektedir. Bu fasiyesteki kireçtaşlarının önemli bileşenlerinden birisi kayaca adını veren Girvanella'dır (mavi-yeşil alg). Girvanella'lı Kireçtaşları (demiroksitli, onkolitli kireçtaşları) sahada kırmızı-sarı rengi ile kolayca tanınabilmektedir. Bu kireçtaşları üzerinde kumtaşı-şeyl-kireçtaşı araldanması yer almaktadır. Kireçtaşları bol fusulin içermekte ve bu düzeylerde demiroksit oluşumları izlenmektedir. Bu seviyenin üzerinde, organik madde içeren, makro ve mikrofosilli (özellikle Schwagerina sp. ve Mizzia sp.) kireçtaşları ile çapraz tabakalanma gösteren, demiroksitli kuvars kumtaşları bulunmaktadır. Üste doğru makrofosil kavkılarının zengin (pelesipod, gastropod, ekinit, bryozoa v.b.) kireçtaşları yer almaktadır. Bu seviyedeki kireçtaşlarının kum oranı ve organik madde miktarı üst seviyelerde artış göstermektedir. Formasyonun en üst kesiminde yer alan, alg fosillerince zengin kireçtaşları karstik boşluklar içermekte ve yer yer dolomitlesin işlerdir. Cevizli Formasyonu'nun hem Sarıveliler bölgesinde ve hem de Aydınçık bölgesinde altındaki Dikenlidere Formasyonu ile dokanağı uyumludur (Şekil 8). Formasyondan alınan paleontoloji amaçlı örneklerde saptanan foraminifer ve alg içeriğine göre (ayrıntılı fosil içeriği ve tanımlamaları Yurtsever, 1996 ve Gürçay, 1998'de verilmiştir) birimin yaşı Permiyen (Asseliyen-Doraşamiyen) olarak saptanmıştır.

#### Göktepe Formasyonu

Göktepe Formasyonu adı ilk defa Demirtaşlı (1975, 1976) ve daha sonra da Demirtaşlı ve diğ. (1979)'da Aladağ Birliği'nin Triyas yaşlı karbonat ve kırıntılı serilerini tanımlamak için kullanılmıştır. Tip yeri ve kesiti Göktepe kasabasının batısında yer almaktadır.

Formasyonun Triyas'ın İskityen katına karşılık gelen seviyesi, en altta ince tabakalı (1-3 cm) dalgalı laminalanma gösteren karbonat çamurtaşları ile başlamakta ve üste doğru siltli-kumlu karbonat çamurtaşlarına geçmektedir. Bu seviye üzerinde demiroksitli, oolitik kireçtaşları yer almaktadır. Oolitik kireçtaşları altta

tabakalanma gösterirken üste doğru laminalı yapı kazanmaktadır. Bu kireçtaşlarının üzerinde mavi-gri renkli kilttaş-marn araldanması ve bej renkli kireçtaşı aratabakaları bulunmaktadır. İnce kireçtaşı aratabakaları, demiroksit ve glokonit ile gastropod ve pelesipod kavkılancası zengindir. İstifin devamında, intraformasyonel çakıltaşları ve kireçtaşı aratabakalı kilttaş-marn araldanmaları ile merccekler halinde kireçtaşı blokları yer almaktadır. İstif üste doğru oolitli, mollusk kavkılı kireçtaşları ile devam etmekte ve daha sonra seyrek oolitli, onkolitik kireçtaşlarına dönüşmektedir. Sarıveliler bölgesinde bu seviyenin üzerinde, kırmızı-yeşil renkli marn-kilttaş araldanmaları yer alır. Kırmızı ve yeşil renk değişimleri yanal ve düşey yönde geçişlidir. Bu seviyelerde gözlenen sarı renkli kireçtaşı aratabakaları amonit kavkıları içermektedir. Sarıveliler bölgesinde, Gök Tepe'nin doğu kesiminde, anlatılan istifler üzerinde, bitki fosilleri içeren kumtaşları ve onlarla araldanmalı kumlu kireçtaşları yer almaktadır. Bitkili kumtaşlarına Aydınçık bölgesinde rastlanılmamıştır. Birimin en üst kesimi mavi-gri renkli, tabakalı dolomitik kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Formasyonun, altında yer alan Cevizli Formasyonu ile dokanağı uyumludur (Şekil 9). Formasyonun alt seviyelerinden alınan örneklerde yapılan paleontoloji çalışmalarında (TPAO Araştırma Grubu, Paleontoloji Servisi) Spirorbis phylyctean, Spirorbis cf. phylyctean, Cyclogyra mehajeri, Cyclogyra sp. fosilleri saptanmış ve bu seviyelere Alt Triyas (İskityen) yaşı verilmiştir.

#### Çakozdağı Formasyonu

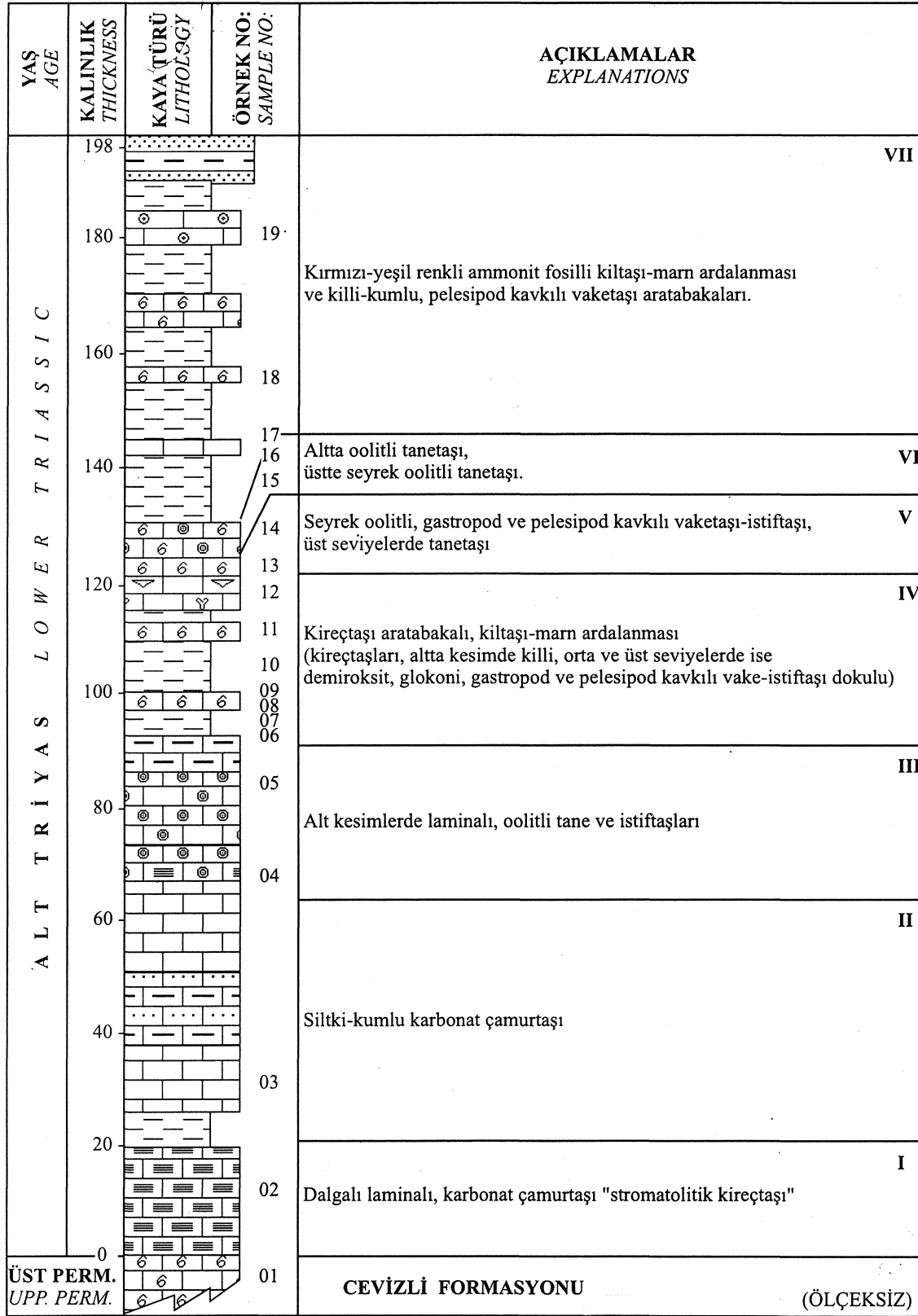
Çakozdağı Formasyonu adı, ilk defa Demirtaşlı (1976) tarafından, Aladağ Birliği'ne ait Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomit türü karbonat kayaçlar için kullanılmıştır. Formasyonun tip kesiti yeri çalışma alanı dışında, Dumlugöze'nin güneydoğusundaki Çakozdağı'ndadır.

Çakozdağı Formasyonu, Sarıveliler bölgesinde Çorakdağ ve Evliya Tepe civarlarında (Şekil 2), içerisinde Permiyen yaşlı çakıltaş-kumtaşı seviyesi ile diğer alanlarda ise Göktepe Formasyonu'nun en üst kesimini oluşturan gri dolomitik kireçtaşları üzerinde yer alan killi kireçtaşı tabakaları ile başlayıp, üste doğru tabakalı ve iri kristalli dolomitler ile devam etmektedir. Bu seviye, açık krem-bej renkli kireçtaşı tabakaları ile araldanmalı veya yanal-düşey geçişli olarak üste doğru uzanmaktadır. Formasyonun en üst kesiminde de aynı özelliklere sahip kireçtaşları ve yer yer rudist kavkılı kireçtaşları bulunmaktadır. Birimin tip kesitinde, bu seviyeler üzerinde Demirtaşlı ve diğ. (1986) tarafından gözlenmiş olan pembemsi renkli pelajik özellikteki kireçtaşları çalışma alanında izlenememiştir. Çakozdağı

ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

YAŞ AGE	KALINLIK THICK. (m)	KAYA TÜRÜ LITHOLOGY	ÖRNEK NO: SAMPLE NO:	AÇIKLAMALAR EXPLANATIONS
PERMIYEN PERMIAN	DOROSAMİYEN DOROSHAMIAN		71	Bol algli ve mollusk kavkılı istiftaşı-tanetaşı
			70	
			69	
			68	
			67	
			66	
			65	
			64	
			63	
			62	
PERMIYEN PERMIAN	DJULFİYEN DJULFIAN		61	Alg ve bentik foraminifer kavkılı (fusulin ve mizzia'lı) vake-istiftaşı. Yer yer kuvars kumtaşı mercekleri.
			60	
			59	
			58	
			57	
			56	
			55	
			54	
			53	
			52	
PERMIYEN PERMIAN	MİDİYEN MIDIAN		49	Organik madde kalıntılı bentik foraminifer ve algli yer yer kumlu, alt kesimlerde vake-istiftaşı, üst kesimlerde ise tanetaşı
			48	
			47	
			46	
			45	
			44	
			43	
			42	
			41	
			40	
PERMIYEN PERMIAN	MURG. MURG.		39	Üst kesim; seyrek kavkılı parçalı, alg ve bentik foraminiferli vake-istiftaşı, orta kesim; çapraz tabakalı kuvars kumtaşı alt kesim; bentik foraminifer ve kavkılı parçalı çamurtaşı-istiftaşı.
			38	
			37	
			36	
			35	
			34	
			33	
			32	
			31	
			30	
PERMIYEN PERMIAN	AS.-SAK. AS.-SAK.		29	Kumtaşı-şeyl ve kireçtaşı ardalanması (kireçtaşları: fusulin,alg ve kavkılı parçalı biyoklastik istiftaşı)
			28	
			27	
			26	
			25	
			24	
			23	
			22	
			21	
			20	
PERMIYEN PERMIAN	KARB. CARB.		19	Demiroksitli, onkolitli, foraminifer ve algli tanetaşı (Girvanella'lı kireçtaşı)
			18	
			17	
			16	
			15	
			14	
			13	
			12	
			11	
			10	
DEVON. DEVON.			9	
			8	
			7	
			6	
			5	
			4	
			3	
			2	
			1	
			0	

Şekil 8. Cevizli Formasyonu'nun Permiyen) Sivaridere mev' ündeki ölçülü stratigrafik kesiti  
Figure 8. Measured stratigraphic section of the Cevizli Formation (Permian) in Sivaridere



Şekil 9. Göktepe Formasyonu'nun (Alt Triyas) Gök Tepe'deki ölçülü stratigrafik kesiti

Figure 9. Measured stratigraphic section of the Göktepe Formation (Lower Triassic) at Gök Tepe area

## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

Formasyonu'nun karbonatlı birimlerinde yaygın olarak karstik boşluklar gelişmiştir.

Formasyonun tabanında bölgesel bir aşıl uyumsuzluk belirlenmiştir. Sarıveliler bölgesinde, Çakozdağı Formasyonu üzerinde, bir ofiyolit klibi yer almaktadır (Yirice Tepe'nin kuzeydoğusunda, Alanya O29 di paf tası). Bu durum, Aladağ Birliği'nde farklı alanlarda çalışmalar yapan diğer araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır (Demirtaşlı, 1976, Demirtaşlı ve diğ., 1986; Özgül, 1976, 1984; Demirel, 1989; Öztürk ve diğ., 1991; Özgül, 1997). Sarıveliler bölgesinde Saçak Tepe ve Yoğruk Tepe civarlarında (Şekil 2) birim, Mut Formasyonu (Orta-Üst Miyosen) tarafından (Orta-Üst Miyosen) aşıl uyumsuzlukla örtülmektedir. Birime, Demirtaşlı ve diğ. (1986) Dogger-Senomaniyen; Öztürk ve diğ. (1991) Jura (Liyas)-Kretase (Maastrihtiyen), Özgül (1997) ise Liyas-Senoniyen yaşı vermişlerdir.

### Kovalık Karmaşığı

Sarıveliler bölgesinde, Taşkesiği mevkiinde, Çakozdağı Formasyonu üzerinde bir ofiyolit napma ait serpanitit bloklarının varlığı belirlenmiştir. Daha geniş alanlarda çalışmış olan Demirtaşlı ve diğ., (1986) bu birimlerin İç Toros Ofiyolit Kuşağı'na ait olduğuna değinmiş ve çalışmalarında "Kovalık Karmaşığı" adı altında incelemişlerdir. Birim, çalışma alanında birkaç metre kalınlığa sahip serpanitit blokları şeklindedir. Söz konusu karmaşığın Üst Kretase-Alt Paleosen arasındaki bir zaman aralığında Jura-Kretase yaşlı Çakozdağı Formasyonu üzerine yerleştiği düşünülmektedir. Birimin düzensiz mostra vermesi tanımlamaya imkan vermemekte olup Özgül (1997) tarafından sözü edilen ve Kuzey Tetis Okyanusu olarak adlandırılan havzanın Geç Senoniyen'de kapanmasına bağlı olarak dilimlenen Bozkır Birliği'nin Aladağ Birliği üzerindeki bir üzerlemesine ait olabileceği düşünülmektedir.

### Mut Formasyonu

Birim, Mut Formasyonu olarak ilk defa Gedik ve diğ. (1979) tarafından adlandırılmıştır. Sarıveliler bölgesinde gözlenen bu formasyon, yüksek rakımlı tepelerde ve yataya yakın tabakalar halinde yayılım göstermektedir.

Formasyon, altta bej renkli çakıtaşı seviyesi ile başlamaktadır. Çakıllar, Orta Toroslar bölgesinde yer alan tektonostratigrafik birliklerin farklı yaşlarda ve litolojilerdeki bileşenleri ile ofiyolitik kökenden türeyen bileşenlerden oluşmaktadır. Bu seviyenin üzerinde kaba taneli kumtaşları yer almaktadır. Formasyonun üst seviyeleri resifal kireçtaşları şeklindedir. İnceleme alanında gözlenen en üst kesimde bej renkli, kalın tabakalı biyokalkarenit türündeki kireçtaşları yer almaktadır. Mut Formasyonu'na Demirtaşlı ve diğ., (1986) ve

Öztürk ve diğ. (1991) tarafından verilen Langiyen-Serravaliyen yaşı bu çalışmada da aynen kabul edilmiştir.

### ÇÖKELME ORTAMLARI

Bu bölümde arazi çalışmaları sırasında ölçülü stratigrafi kesitleri yapılan ve hidrokarbon kaynak kaya potansiyelini belirlemeye yönelik hedef olarak seçilen formasyonların, çökeltme ortam ve koşulları sunulmuştur. Sedimanter petrografi sonuçlarına ve saha gözlemlerine dayanılarak yapılan ortam yorumlarında Wilson (1975), Flügel (1982) ve Boggs (1987) esas alınmıştır.

Akdere Formasyonu: Sarıveliler bölgesinde formasyonu oluşturan çökeltiler karbonat platformunun sığ şelf ortamını karakterize eden kayaç toplulukları şeklindedir. Birimin tabanındaki fosilsiz dolomit ve dolomitik kireçtaşları şelf ve gel-git düzlüğü ortamında; çapraz tabakalarına gösteren kuvars kumtaşları, şelfin karaya bakan kesimindeki sığ ve yüksek enerjili plaj ortamında; şeyilli seviyeler şelfin dalga tabanı altında kalan kesimlerinde; mep can ve brakiyopod fosillerini bolca içeren resifal kireçtaşları ise zaman zaman resiflerin de gelişme olanağı bulunduğu sığ, ılık ve çalkantılı bir denizel ortamda çökelmiştir.

Aydıncık bölgesinde (Şekil 6), formasyonun tabanını oluşturan çamurtaşları karaya yakın, enerjisi düşük olan sınırlı bir lagün ortamını yansıtmaktadır. Bunlarla ardalanmalı olarak gözlenen intraklastlı tanetaşlarının ise fırtına zamanlarında, gel-git düzlüğü çamurlu sedimanlarından kopan parçalar şeklinde ortama taşınmış olduğu düşünülmektedir. Birimin üst kısımlarında şeyi ve kuvars kumtaşı ardalımlarının varlığı bir gel-git düzlüğü ortamını belirtmektedir. Parçalanmış mollusk kavkıları içeren vaketaşları ile ardalımlı olarak gözlenen dolomitik kireçtaşları ve kısmen parçalanmış bentik foraminiferler ve pelletli, intraklastlı tanetaşlarının varlığı ise enerjinin yüksek olduğunu ve dolayısıyla oksik bir ortamı işaret etmektedir.

Dikenlidere Formasyonu: Dikenlidere Formasyonu'nun algli, makro ve mikrofosilli, yer yer oolit içeren kireçtaşları, şelfin karbonat düzlüğü kesiminde çökelmiştir. Alg içeriği ortamın sığ olduğunu, oolitler ise enerjinin zaman zaman yükseldiğini göstermektedir. Organik maddece zengin şeyller, şelf içerisinde dalga tabanı altında kalan ve düşük enerjili ortam koşullarının hakim olduğu kesimde, demiroksitli kuvars kumtaşları ise karasal etkinin arttığı zamanlarda şelfin karaya bakan kesiminde oluşan ve dalga etkisine açık yüksek enerjili, oksijence zengin, plaj ortamındaki depolanmayı yansıtmaktadır. Aydıncık bölgesinde Dikenlidere Formasyonu'nun alt seviyelerinde yer alan çamurtaşı, karbonatlı kumtaşı, şeyi ve mercanlı, krinoidli, brakiyopodalı litolojiler iç şelf ortamı içerisindeki kum sığıklarını ve küçük tepe resiflerinin varlığını belirtmektedir (Şekil 7).

Cevzli Formasyonu: Cevzli Formasyonu'nun ortam koşulları ve özellikleri, Sivardere ölçülü stratigrafi kesitinden, örneklerin alındıkları seviyelerin metreleri ile tabandan üste doğru sunulmuştur (Şekil 8).

I- Cevzli Formasyonu'nun tabanındaki Girvanella'lı kireçtaşları (85-100. m) açık platform şelfinin dalga tabanı üzerinde, sığ sulu ve derinliği 0-10 m arasında olan ortamda çökmüştür. Yüksek enerjili bir ortamı karakterize eden Girvanella onkolitleri ortamdaki harekete bağlı olarak diğer organizma kavkılarını sarmıştır.

II- Kesitin 100-160. metrelerinde kuvars kumtaşı-şeyl-kireçtaşı ardalanması yer almaktadır. Kireçtaşlarının içerdikleri zengin biota, tamamen bentik canlıların kavkılarını kapsamaktadır. Bu kireçtaşlarının içerdikleri mikrokristalin karbonat çamuru onların düşük enerjili, yıkanmanın az veya hiç olmadığı ortamda çökeldiğini göstermektedir. Beraberinde bulunan çapraz tabakalı kuvars kumtaşları plaj alanlarından kaynaklanmaktadır. Kireçtaşları içerisinde gözlenen kum-silt boyu kırınıtlılar zaman içerisinde fasiyes farklılıklarının geliştiğini yansıtmaktadır. I ve II no.lu kesimlerdeki demiroksit çökelimleri su seviyesinin bazen daha da sığlaştığını göstermektedir.

III- 160-360. metreler arasındaki seviyeler, altındaki seviyelerden daha fazla su derinliğine sahip, olasılıkla şelfin dalga tabanı altında kalan su derinliğindeki düşük enerji ortamında çökmüştür. Bu çamurtaşlarının içerdikleri kalıntı organik madde miktarı da bu görüşü desteklemektedir. Çünkü, organik maddenin korunumu açısından anoksik koşulların sağlandığı, dalga tabanı altında kalan su derinliğine ihtiyaç vardır. Ancak, üste doğru kuvars kumtaşlarının görülmesi ve kireçtaşlarında alg miktarının artışı ortamın tekrar sığlaştığını göstermektedir. Kuvars kumtaşları yüksek enerjili plaj ortamında; algal istiftaşları sığ sulu şelf ortamında depolanmıştır. Bu dizinin en üst seviyelerindeki intraklastlı, alg parçalı, bentik foraminifer ve gastropod kavkılı istiftaşları aynı ortamda zaman zaman dalga veya fırtına etkisi ile tam pekişmemiş kireç çamurlarının taşındığı ve çökeldiği, nisbeten sınırlı su dolaşımının sağlandığı gel-git düzlüğünde çökmüştür.

IV- 230-260. metrelerdeki istiftaşı dokui, algli kireçtaşları sığ şelf üzerinde oluşan orta-düşük enerjiye sahip bir ortamı yansıtmaktadır. Zaman zaman su derinliğindeki artışlar ile dalga tabanı altı ortamının sağlandığı durumlarda, organik madde ve alg içeren vakttaş-istiftaşı seviyeleri, su derinliğinin azaldığı zamanlarda ise dalga enerjisinin yükselmesi ile çökelen, organik maddece fakir ancak alg içeriği daha fazla olan, yıkanmanın geliştiği yerlerde tanetaşı dokusunun gözlemlendiği kireçtaşları çökmüştür.

V- 360-540. metrelerde gözlenen gri renkli, yer yer

dolomitlesin iş, bentik foraminifer, alg ve gastropod kavkılarını içeren, vake-istiftaşı dokui kireçtaşları ise ağırlıklı olarak gel-git düzlüğü veya şelf içerisinde oluşan sığ su koşullarında ve enerjinin göreceli olarak düşük olduğu alanlarda çökmüştür. Kuvars kumtaşı merccekleri; ortama karadan taşınan malzemelerin çökeldiği, dalga ve gel-git etkilerine daha açık, yüksek enerjili plaj alanlarında çökmüştür.

VI- Formasyonun en üst seviyelerinde izlenen ve 540-680. metreler arasından alınan örneklerde tanımlanan gri renkli, bol karstik boşlukların geliştiği kireçtaşları genellikle algal istiftaşı-tanetaşı dokui olup, kıyı çizgisinin kara lehinde, denize doğru ilerlemesi ile daha da sığlaşan bir ortamı göstermektedir.

Göktepe Formasyonu: Bu bölümde, çökme ortamları ve fasiyes özellikleri açıklanan seviyeler, Göktepe Formasyonu'nun Alt Triyas yaşlı (İskityen) seviyeleri olup, Gök Tepe ve Bisibelenitepe ölçülü stratigrafi kesitlerine dayanılarak anlatılmışlardır. Her iki kesit arasında bazı seviyelerde fasiyes farklılıkları yer almaktadır. Bu nedenle tanımlamalarda karşılaştırmalara yer verilmiştir (Şekil 9 ve Şekil 10).

I- Göktepe Formasyonu, Gök Tepe ölçülü stratigrafi kesitinin ilk 20 metresinde gözlenen "dalgalı lam inalı, fosilsiz, kısmen yeniden biçimlenmeli, karbonat çamur taşları" (stromatolitik kireçtaşları; Özgül, 1984) ile başlar. Bu düzey diyajenetik mineral olarak %2-5 oranında dolomit içermektedir. Bu seviye kıyı düzlemi eğiminin çok düşük olduğu bir alanda, düşük enerji koşullarında çökmüştür. Sınırlı su sirkülasyonuna sahip olan bu fasiyeslerde enerjinin düşük olması algal yayılımların ve laminalanmaların gelişmesine olanak tanımıştır. Dolomit minerallerinin varlığı, kuş gözü ve çamur çatlaklarının görülebildiği, düz veya hafif dalgalı laminalar genel olarak gel-git üstü alt ortamını belirtmektedir (Flügel, 1982).

II- Gök Tepe ölçülü stratigrafi kesitinin 20-60. metreleri arasında yer alan "siltli-ince kumlu, yeniden biçimlenmeli, karbonat çamurtaşları", kırıntı içermekte (%5-20) ve sahip olduğu dokusu ile de düşük enerji koşullarını karakterize etmektedir. Alt ortamı ile düşünüldüğü takdirde bu seviye, altındaki seviyeye oranla daha yüksek enerjili bir ortamda, şelfin gel-git arası alt ortamında çökmüştür.

III- Formasyon, Gök Tepe ölçülü stratigrafi kesitinin 60-90. metreleri arasından alınan örneklerde tanımlanan "oolitli tanetaşı" ve "kısmen yıkanmış, oolitli istiftaşı" dokui kireçtaşları ile devam etmektedir. Alttaki seviyelerde radyal oolitlerin ve sparikalsit çimentonun varlığı, ortamın enerjisinin bir miktar yükseldiğini göstermektedir. Ancak lam inalı yapı bu birimlerin, periyodik olarak düşen ve yükselen enerji koşulları altında çökmüş olduklarını belirtmektedir. Bu durum, oolitlerin gel-git

ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

YAŞ AGE	KALIN. THIC. (m)	KAYA TÜRÜ LITHOLOGY	ÖRN. NO SAMP. NO	AÇIKLAMALAR EXPLANATIONS	
				<b>ÇAKOZDAĞI FORMASYONU (JURA-KRETASE)</b>	
A L T T R I Y A S	240		36	<b>VIII</b> İnce-orta kum boyu, orta-kötü tabakalanmalı, yarı yuvarlak-yuvarlaklaşmış litarenit dokulu kumtaşları ve yeşil-gri renkli marn araldanması	
	220		35		
	200			<b>VII</b> Kırmızı-yeşil renkli, kıltaşı-marn araldanması ve killi-kumlu, pelesipod kavkılı vaketaşı aratabakaları	
	180		34		
	120		33		
	100		32 31 30		
	T R I A S S I C	100		29	<b>VI</b> Kıltaşı, marn araldanması ve altta oolitle tanetaşı, üstte seyrek oolitle, onkolitle tanetaşı ve kumtaşı aratabakaları
		80		28	
		60		27	<b>V</b> Gastropod ve pelesipod kavkılı vaketaşı, istiftaşı Laminalı, kumlu intraklastlı istiftaşı Oolitle, gastropod, pelesipodlu tanetaşı ve merceksi intraformasyonel çakıltaşları
		40		26	
20			25		
P E R M I Y E N P E R M I A N		0		24	<b>IV</b> Kireçtaşı aratabalı, kıltaşı-marn araldanması (kireçtarı altta killi, orta-üstte ise demiroksit, glokoni, gastropod ve pelesipod kavkılı, vaketaşı-istiftaşı)
	20		23		
	40		22		
	60		21		
			20	<b>CEVİZLİ FORMASYONU</b> (ÖLÇEKSİZ)	

Şekil 10. Göktepe Formasyonu'nun (Alt Triyas) Bisibelenitepe'deki ölçülü stratigrafik kesiti

Figure 10. Measured stratigraphic section of the Göktepe Formation (Lower Trassic) at Bisibelenitepe area

kanalları içerisinde, enerjinin kısmen yükseldiği alanlarda (Wilson, 1975; Flügel, 1982) oluştuğu ancak çökelimlerinin olasılıkla gel-git arası zona taşınmalarından sonra gerçekleştiğini düşündürmektedir. Üst seviyelerde gözlenen tanjansiyel oolitler, düşükten yükseğe kadar değişen enerji koşullarında çökelebilmektedir (Wilson, 1975; Flügel, 1982). Birlikte görüldüğü mikrokristalin kalsit çamuru ile beraber yorumlandığı takdirde nispeten düşük enerjili bir ortamda çökelmiş olmaları gerektiği fikri oluşmaktadır. Buna göre bu seviyenin aynı platform şelfin deki, sığ ve alt gel-git arası zonda çökelmiş olabileceği ve bölgedeki su derinliğinin de formasyonun en alt seviyesinden itibaren devamlı bir artış eğilimine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

IV- 90-95. metrelerde killi kireçtaşları ve marn aralanmaları bulunmaktadır. Kireçtaşları "killi dolomit/dolosparit" dokulu olup fosil içeriğine rastlanmamıştır. Kireçtaşlarının bu özelliği ile kırıntılı ve karbonat kayaçların birlikteliği, bu seviyenin çökelindiği ortamın şelf içerisinde ve dalga tabanı altında yer aldığını göstermektedir. 95-120. metreler arasında ölçülen kesim kireçtaşı tabakalı kilitaşı-marn aralanması şeklindedir. Ardaianmadaki kireçtaşı ara tabakaları; alt kesimlerde "demiroksitli, glokonili, gastropod ve pelesipod kavkılı tanetaşı", orta kesimlerde "demiroksitli, taşınmış gastropod ve pelesipod kavkılı, istiftaşı" üst kesimlerde ise "seyrek bryzoali, taşınmış gastropod ve glokonili içeren pelesipodlu vaketası" dokusu göstermektedir. Bisibelenitepe ölçülü stratigrafi kesitinde (Şekil 10) ilk 60 metrede ölçülen ve aynı seviyeye karşılık gelen kireçtaşları ise vaketası-istiftaşı dokuludur. Her iki kesitte de bu seviyelerde %5-10 civarında dolomit, %1-5 arasında da glokonili minerali bulunmaktadır. Glokoniler genellikle taşınmış gastropod kavkuları içerisindedir. Glokonili ve demiroksitler muhtemelen akıntı etkisinin arttığı alanlardan birlikte buldukları gastropodlar ise şelfin daha düşük enerji koşullarının egemen olduğu, olasılıkla dalga tabanı altında kalan kesimine taşınmıştır. Burada özellikle pelesipod kavkularında gözlenen yönelimler onların da gastropod kavkuları gibi sığ sulu şelften taşınarak çökdiklerini düşündürmektedir. Gök Tepe kesitinde (Şekil 9) kireçtaşı aratabakaları ince tabakalar halinde olup aralanmanın oldukça küçük bir oranını oluştururken, Bisibelenitepe kesitinde karbonat kayaçlar kırıntılı kayaçlara oranla daha baskın olarak ortaya çıkmaktadır. Aralanma içerisindeki kilitaşları; ortama karadan malzeme getirmesinin arttığını ancak deniz suyundaki CaCO<sub>3</sub> konsantrasyonunun ise bu getirimlerle birlikte azaldığı dönemlerde, marnlar ise yine karadan kırıntı getirmesinin bulunduğu ancak deniz suyundaki CaCO<sub>3</sub> konsantrasyonunun tekrar arttığı dönemlerde çökelmiştir.

V- Formasyonun devam eden seviyelerinde her iki

kesitte ortak olarak oolitle kireçtaşları bulunmaktadır. Bu seviye dokusal olarak Gök Tepe kesitinde "seyrek oolitle içeren, pelesipod ve gastropod kavkılı tanetaşı", Bisibelenitepe kesitinde ise "istiftaşı" niteliklidir. Ancak oolitlerin azlığı ve görünüşleri ile biyoklastların yoğunluğu bu istiftaşlarının daha açığa, düşük enerjili bir ortama taşınarak çökelmiş olabileceklerini düşündürmektedir. Dokusal farklılıklar ise yersel olarak su enerjisi ve taşınma mesafesinin farklılığına bağlı olarak gelişmiştir. İstifin bu kesiminde Bisibelenitepe kesitinde iki seviye halinde ortaya çıkan intraformasyonel çakıltaşı düzeyi Gök Tepe kesitinde gözlenmemiştir. Bu çakıltaşları şelf içerisindeki derinleşen kısımlara daha sığ alanlardan malzeme boşalımı ile oluşmuştur. Intraformasyonel çakıltaşı seviyeleri arasında "laminalı, kumlu, dolomitik, intraklastlı istiftaşı" dokulu kireçtaşları bulunmaktadır. Bunlar kıyı çizgisinin denize doğru ilerlemesi ile kısıtlı su dolaşımı koşullarının egemen olduğunu ve sınırlı biyotaya sahip, düşük enerjili sınırlandırılmış platformun gel-git düzlüğü halini aldığı ve kıyı çizgisinin hareketi ile de karadan kuvars kumunun taşındığı bir ortamı göstermektedir. Laminalı yapı ve dolomit minerallerinin varlığı onların gel-git düzlüğü çökeli olduğunu desteklemektedir. Intraklastların varlığı ise bir fırtına döneminde veya deniz seviyesinin ani değişimi sonrasında gel-git altı ve gel-git arasından gel-git üzerine doğru pekişmemiş karbonat tanelerinin taşındığını, yükselen enerji ile ortama kuvars kumunun da geldiğini göstermektedir.

VI- Formasyonun üst seviyelerinde (Gök Tepe kesitinde 125-130. m ile Bisibelenitepe kesitinde 100-120. metreler arası) gözlenen "oolitle, biyoklastik tanetaşları"nda izlenen oolitlerin oluşum ortamı yüksek enerjili ve türbülanslıdır. Oolitlerle birlikte bulunan biyoklastlarda gözlenen taşınma izleri ve yeniden biçimlenmeler, kıyı çizgisinin karaya doğru ilerlemesi ile derinleşen ve daha sonra açık platforma dönüşen bir ortamı yansıtmaktadır. Bu seviye Gök Tepe kesitinde devamlı bir seviye halinde iken, Bisibelenitepe kesitinde kilitaşı-marn aralanmaları içerisinde bloklar şeklindedir. Bu farklılık muhtemelen çökme ile eş zamanlı tektonik süreçlere bağlıdır. İstif Gök Tepe kesitinde "seyrek oolitle, onkolitik tanetaşları"na geçiş göstermektedir. Bu kayaç toplulukları tektonizmaya bağlı olarak gelişen yükselen blok üzerindeki nispeten yüksek enerjili sığ ortamda depolanmışlardır. Bisibelenitepe kesitinde gözlenen kilitaşı-marn aralanması ise düşen blok üzerinde ve muhtemelen dalga tabanı altında kalan kesimde, karadan malzeme getirmesine bağlı olarak çökelmiştir. Bu seviyede gözlenen kumtaşlarının bileşenleri kıydan taşınmış olan parçalardır.

VII- Her iki kesitte, kırmızı-yeşil renkli, kilitaşı-marn ve sarı renkli kireçtaşı aralanmaları yer almaktadır.



## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

Kireçtaşları; "killi-kumlu, pelesipod kavkılı istifası", yer yer de "intraklastik vaketası" dokuludur. Killi-kumlu, pelesipod kavkılı kireçtaşları; açık platform fasiyesinde, açık dolaşimli şelf ortamında, orta düşük enerjili alanlarda çökemiştir. Aynı dönemde çökelen kit taşı-marn aralanması (Gök Tepe kesitinde 130-198. m; Bisibelenitepe kesitinde 120-215. m'ler) arasında gözlenen intraklastik vaketası ise kıyıya daha yakın ortamda çökemiştir. Bir fırtına döneminde veya deniz seviyesinin ani değişimi sonrasında pekişmemiş karbonat tanelerinin taşınması ile oluşan intraklastların varlığı ve içerdikleri glokonit ve organik madde kalıntıları onların yine şelfin dalga tabanı altında kalan düşük enep jili kısmında çökelmiş olduklarını göstermektedir. Kilitaşı-marn aralanmasında ammonit fosillerinin varlığı, düşen blok üzerinde açık platform koşullarının egemen olduğunu belirtmektedir. Aneak aynı dönemde karaya daha yakın alanlarda ve yükselen blok üzerinde çökelen kırmızı marnların açığa taşınmaları ile yeşil ve kırmızı marnlar arasında yatay ve düşey yönde geçişler oluşmuştur.

VIII- Bisibelenitepe kesitinde 215-240. metreler arasında yer alan seviyenin üzerinde çökelen orta-kötü boylanmalı, yarı yuvarlak veya yuvarlaklaşın iş litarenit dokulu kumtaşları ve yeşilimsi-gri renkli marn aralanması, kıyı çizgisinin sıklıkla karaya ve denize doğru ilerlemesi ile oluşan plaj ve sığ şelf ortamlarında çökemiştir. Kıyı çizgisinin denize doğru ilerlemesi ile plaj halini alan alanlarda kumtaşları çökelirken, kıyı çizgisinin karaya doğru ilerlemesi ile derinleşen ortamda azalan enerji ile ve karadan taşınan malzeme ile deniz suyundaki CaCG konsantrasyonuna bağlı olarak marnlar çökemiştir.

### KAYNAK KAYA POTANSİYELİ

#### Çalışma Yöntemleri

Saha çalışmaları, Sariydiler bölgesinde 1994, Aydıncık bölgesinde ise 1995 ve 1996 yılları yaz sezonlarında gerçekleştirilmiştir. Paleontoloji ve sedimanter petrografi örnekleri yanında, incelenen birimlerin kaynak kaya potansiyellerinin araştırılması amacıyla 6 adet ölçülü stratigrafi kesiti boyunca toplam 38 adet yüzey örneği alınmıştır (Sariveliler bölgesinde, Sıvırdere kesitinden 13 adet, Kabalaktaş Tepe kesitinden 2 adet, Gök Tepe kesitinden 9 adet, Bisibelenitepe kesitinden 2 adet; Aydıncık bölgesinde, Kale Tepe kesitinden 9 adet, Yellice Tepe kesitinden 3 adet).

Organik petrografi ve jeokimya amaçlı kaynak kaya örnekleri, yüzey bozunma renklerinin izlenmediği, derinliklerden (20-50 cm) ve ince taneli, genellikle laminalı killer, şeyller, killi kireçtaşları ve kireçtaşlarından yaklaşık 500 g ağırlıkta alınmıştır. Kaynak kaya örnek

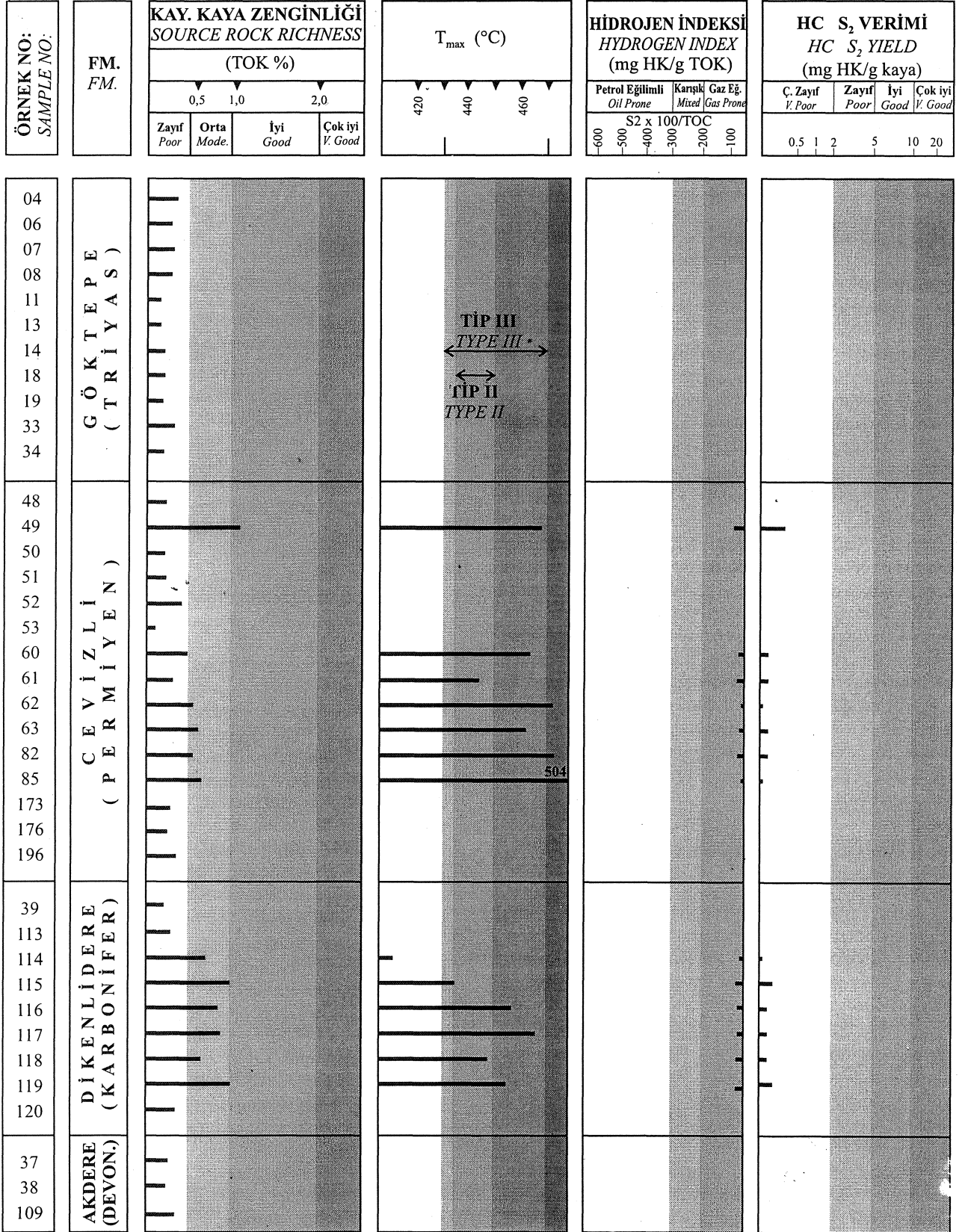
leri üzerindeki organik jeokimya ve organik petrografi analizleri TPAO Araştırma Grubu laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Organik jeokimya analizleri kapsamında, sahadan alınan kaynak kaya örneklerinin tümünde yapılan toplam organik karbon miktarının ölçümü (% TOK) analizleri Leco karbon analiz cihazında yapılmıştır. Tissot ve Welte (1984)'e göre yeterli % TOK içeren örneklerde (karbonat kay açlarda > % 0.3, şey İlerde > % 0.5), Rock-Eval Piroliz analizlerine devam edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

### Toplam Organik Karbon İçeriği (% TOK)

Akdere Formasyonu'na (Üst Devonyen) ait dolomitler arasındaki şeyi seviyelerinden üç adet kaynak kaya örneği alınmış (37 ve 38 nolu örnekler Sariveliler bölgesinden, 109 nolu örnek Aydıncık bölgesinden) ve % TOK değerleri sırasıyla 0.25, 0.21 ve 0.34 olarak ölçülmüştür. Bu değerler, incelenen seviyelerin Tissot ve Welte (1984)'e göre zayıf kaynak kaya potansiyeline sahip olduğunu ve birimlerin çökeldiği ortamın, organik madde korunumunun zayıf olduğu, gel-git düzlüğü ortamı gibi yüksek enerjili ve oksitleyici bir ortam olduğunu belirtmektedir. 39 nolu örnek Sariveliler bölgesinde, Dikenlidere Formasyonu'nun (Karbonifer) alt kesiminden alınmıştır. Bu düzeydeki kireçtaşları sığ şelf üzerindeki karbonat düzlüğünde çökemiştir. Bu alanda egemen olan biyolojik hareketlilik ve yüksek enerji nedenleriyle organik maddenin korunumu güçtür. Ölçülen % 0.22 TOK değeri de kaynak kaya açısından zayıf potansiyeli belirtmektedir. Ancak Aydıncık bölgesinde, Dikenlidere Formasyonu'ndan derlenen sekiz örneğe ait % TOK değerleri 0.29 ile 0.96 arasında olup, ortalama 0.68'dir. Aydıncık bölgesinde organik maddece kısmen zengin olan bu seviyeler, örneklerin alındığı şeyllerin şelf içerisinde dalga tabanı altında kalan ve kısmen anoksik koşulların hakim olduğu bir ortamda çökeldiğini göstermektedir (Şekil 11).

Sariveliler bölgesinde, Cevizli Formasyonu (Permian) için Sıvırdere kesitinden alınan kaynak kaya örneklerinin ilk üçü (48, 49 ve 50 nolu örnekler), fasiyes özellikleri daha önce çökelme ortamları başlığı altında II-nolu kesimde açıklanan, kuvars kumtaşı-şeyl-kireçtaşı aralanması içerisinde yer almakta olup sırasıyla % TOK değerleri 0.24, 1.17 ve 0.24'tür. 1.17lik % TOK değeri örneğin temsil ettiği seviyenin iyi kaynak kaya kategorisinde olduğunu göstermektedir. Kabalaktaş Tepe kesitinde (yardımcı kesit) aynı seviyelere karşılık gelen kireçtaşlarından alınan 82 ve 85 nolu örneklerde % TOK değerleri 0.62 ve 0.71 olup orta derecede kaynak kaya potansiyeline sahiptir. 51, 52 ve 53 nolu örneklerin derlendiği seviyeler III-nolu kesimdeki çamurtaşı-algli istiftaşlarından oluşmakta olup, TOK değerleri sırasıyla



Şekil 11. Formasyonlardan alınan yüzey örneklerine ait toplam organik karbon içerikleri ve Rock-Eval pirolizi sonuçları.  
Figure 11. The total organic carbon contents and Rock-Eval pyrolysis results of the surface samples obtained from the formations.

## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

0.22, 0.31 ve 0.08'dir. Bu seviye potansiyel kaynak kaya özelliği taşımamaktadır. Formasyonun üst seviyelerinde (IV-nolu kesim) yer alan algli istiftaşı dokulu kireçtaşlarından alınan 60 ve 61 nolu örnekler % 0.48 ve % 0.30 TOK değerleri ile zayıf, 62 ve 63 nolu örnekler ise 0.51 ve 0.63'lük % TOK değerleri ile orta derecede kaynak kaya potansiyeline sahiptir. Aydıncık bölgesinde, Yellice Tepe keskindeki Cevizli Formasyonu'ndan alınan 173, 176 ve 196 nolu örneklerin % TOK değerleri sırasıyla 0.21, 0.19 ve 0.28 olup kaynak kaya potansiyeline sahip değildir (Şekil 11).

Cevizli Formasyonu kaynak kaya örneklerinin % TOK değerlerinin minimum 0.08 ve maksimum 1.17 olması, örneklerin alındığı seviyelerin biyolojik aktivitenin yüksek olduğu, orta-yüksek enerjili ve oksijence zengin sığ su ortamında çökelmiş olduğunu göstermektedir. Oksik koşullar altında çökelen bu tür karbonat kayalarda, erken diyajenez sırasında organik maddenin hızla oksitlenmesi ve karbondioksit dönüşümü nedeni ile başlangıçtaki fazla orandaki organik maddenin belirsiz bir kısmı yok olmaktadır. Ancak benzer ortam koşullarında çökelmiş ve ekonomik değere sahip petrol üretimi aşamasına ulaşan kaynak kaya seviyeleri bilinmemektedir. Bunlara örnek olarak % 0.2-0.5 TOK içeren Batı Kanada'nın Orta Devoniyen resifal karbonatları ve Irak-İran profirik rezervlerinin kaynağı olan Miyosen yaşlı, yüksek enerjili, fosilli, "Asmari kireçtaşları" verilebilir (Bordenave, 1993).

Göktepe Formasyonu'ndan alınan ilk kaynak kaya örneği (Gök Tepe kesiti, 04 nolu örnek) oolitik tane taşıdır. Bu kireçtaşları yüksek enerjili bir ortamı belirtmektedir ve % 0.22 gibi zayıf TOK içeriğine sahiptir. Oolitik fasiyeslere örnek olarak verilen Bahama Bankı'nda aktüel aragonitik oolitler içerisinde tutunmuş algal sıvı ve liflerin varlığına dayanan % TOK değerleri 1.23 ile 4.13 arasında değişmekte iken İngiltere'deki Jura yaşlı oolitik kireçtaşlarının içerdiği maksimum % TOK değerleri 0.25-0.37 arasında olup oldukça düşüktür. Bu fasiyesteki yaşlı çökellerin organik madde içeriklerinin bu kadar düşük olmasının nedeni, erken diyajenez sırasında bakteriyel faaliyetlerle organik maddenin parçalanması ve tüketilmesidir. Bu duruma oolitlerin aragonitik yapılarındaki gelişmiş gözenekler de yardımcı olmaktadır (Bordenave, 1993). 06 nolu örnek, dolomit mikrosparit litolojili seviyeden alınmış olup 0.16'lık % TOK değeri oldukça düşüktür. Bu seviyenin üstündeki marnlardan alınan 07, 08 ve 11 nolu örneklerin % TOK değerleri de düşük ve 0.17, 0.16 ve 0.19'dur. Bu örneklerin çökme ortamı Gök Tepe kesitinde IV-polu kesimde tanımlanmıştır. 13 ve 14 nolu kaynak kaya örnekleri kesitin V-nolu kesiminde yer alan kireçtaşlardan derlenmişlerdir ve % TOK değerleri 0.09 ve 0.11'dir. 18 ve 19 nolu örnekler (VII-nolu kesim) ise sırasıyla 0.11

ve 0.10 % TOK değerlerine sahiptir. Bu sonuçlar ile Göktepe Formasyonu'nun Bisibelenitepe kesitinden derlenen 33 ve 34 nolu marn örneklerinin 0.26 ile 0.16 % TOK değerleri birlikte gözönüne alındığında Göktepe Formasyonu'nun incelenen seviyelerinin potansiyel hidrokarbon kaynak kaya olamayacağı bellidir.

Özellikle Perm iyen (Cevizli) ve Alt Triyas (Göktepe Formasyonu alt seviyeleri) yaşlı birimlerin aşırı olgun aşamada buldukları dikkate alındığında bu birimlerin bugün sahip oldukları % TOK değerleri geçmişte sahip oldukları %TOK değerlerinden çok daha düşük olmalıdır. Çünkü, algal yığılımların bol oranda bulunduğu bu tür platform karbonat fasiyeslerinde organik madde birikimi gel-git arası mangrove topraklar ve siyanobakteri mikrobiyal algal yığılımları gibi iki özel ortamda gelişmektedir ki, bu düzeylerde organik maddenin korunumu ancak erken diyajenez sırasında sözkonusudur (Kenig ve diğ., 1990, Bordenave, 1993' den). Başlangıçta bu şekilde korunabilen organik madde ilerleyen diyajenez ve onu takip eden katajenez evrelerinde buldukları ortamın özellikleri (kısa sürelerle gerçekleşen transgresyon ve regresyon olayları) nedeniyle de büyük ölçüde parçalanıp azalmaktadır.

### Rock-Eval Piroliz

Kaynak kaya analizlerinin ilk aşamasını oluşturan % TOK ölçümlerinde şeyi ve kireçtaşları için kabul edilen sınır değerlerine göre orta, iyi kaynak kaya özelliği taşıyan örneklerde Rock-Eval Piroliz ve organik petrografi analizleri yapılmıştır.

Sarıveliler bölgesinde Cevizli Formasyonu'nun alt ve orta seviyelerinde yer alan ve yeterli % TOK içeren birimlerden alınan 7 adet kaynak kaya örneklerine (Sıvıdere kesiti: 5, Kabalaktaş Tepe kesiti: 2) ait S1 ve S2 değerleri Tablo 1 ve Şekil 11'de sunulmuştur. Sıvıdere kesitinden alınan 49 nolu örneğin S1 piki değeri 0.05 mg HK/g kaya; 61 nolu örneğin S1 piki değeri 0.02 mg HK/g kaya iken 60, 62 ve 63 nolu örnekler ile Kabalaktaş Tepe referans kesitinden alınan 82 ve 85 nolu örneklerde S1 piki değeri saptanamamıştır. Bu örneklerin içerdiği serbest hidrokarbonların miktarını gösteren S1 piki değerlerinin düşük olmasının ana nedeni örneklerin bozunma ve yıkanma etkisi ile içerdikleri serbest hidrokarbonların ortamdaki uzaklaşmasıdır. Aynı seviyelerde saptanan S2 piki değerleri Sıvıdere kesitinde 49 nolu örnekte 0.38 mg HK/g kaya, 60 nolu örnekte 0.09 mg HK/g kaya, 61 nolu örnekte 0.08 mg HK/g kaya, 62 nolu örnekte 0.03 mg HK/g kaya ve 63 nolu örnekte ise 0.09 mg HK/g kaya'dır. Kabalaktaş Tepe referans kesiti örneklerinden 82 nolu örnekte 0.11 mg HK/g kaya, 85 nolu örnekte ise 0.03 mg HK/g kaya'dır. Aydıncık bölgesi Kale Tepe kesitinde Dikenlidere Formasyonu'ndan alınan 7 adet örneğin S1 piki değerleri 0.04-0.05 mg HK/g

Formasyon Adı	Örnek No	ORGANİK JEOKİMYA ANALİZ SONUÇLARI						ORGANİK PETROGRAFI ANALİZ SONUÇLARI					
		TOK	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	T <sub>max</sub>	HI	PI	SCI	Amorf	Otsu	Odunsu	Kömürsü	
<b>SARIVELİLER BÖLGESİ</b>													
<b>SIVARIDERE ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ</b>													
AKDERE	37	0.25											
	38	0.21											
DİKENLİDERE	39	0.22											
CEVİZLİ	48	0.24											
	49	1.17	0.05	0.38	469	32.48	0.12						
	50	0.24											
	51	0.22											
	52	0.31											
	53	0.08											
	60	0.48	0	0.09	463	18.75	0.0						
	61	0.30	0.02	0.08	445	26.66	0.20						
	62	0.51	0	0.03	479	5.88	0.0	7		10	15	75	
	63	0.63	0	0.09	467	14.29	0.0	7-8		10	20	70	
<b>KABALAKTAŞ TEPE ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ</b>													
CEVİZLİ	82	0.62	0	0.11	472	17.74	0.0	7-8		15	40	45	
	85	0.71	0	0.03	504	4.23	0.0	?			15	85	
<b>GÖK TEPE ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ</b>													
GÖKTEPE	04	0.22											
	06	0.16											
	07	0.17											
	08	0.16											
	11	0.09											
	13	0.09											
	14	0.11											
	18	0.11											
	19	0.10											
<b>BİSİBELENİTEPE ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ</b>													
GÖKTEPE	33	0.26											
	34	0.16											
<b>AYDINCİK BÖLGESİ</b>													
<b>KALE TEPE MEVKİİ ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ</b>													
AKDERE	109	0.34											
DİKENLİDERE	113	0.29											
	114	0.61	0.04	0.04	355	6.56	0.50						
	115	0.96	0.04	0.21	438	21.88	0.16						
	116	0.94	0.05	0.12	458	12.77	0.29						
	117	0.83	0.05	0.1	467	12.04	0.33						
	118	0.55	0.04	0.09	450	16.36	0.31						
	119	0.90	0.05	0.21	455	23.33	0.19						
	120	0.39											
	<b>YELLİCE TEPE MEVKİİ ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTİ</b>												
	CEVİZLİ	173	0.21										
176		0.19											
196		0.28											

Çizelge 1. Sanyeliler ve Aydıncık bölgelerinden alınmış kaynak kaya örneklerinin dağılımı ve analiz sonuçları (TOK: %, S ve S<sub>2</sub> pikleri: mg HK/g kaya, T<sub>max</sub>: °C, HI: mg HK/g TOK, organik petrografi analizleri ise % bolluk olarak verilmiştir).

Table 1. Source rock sample distribution and analysis results-collected from Sanyeliler and Aydıncık areas (TOC: %, S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub> sum-mits: mg HK/g rock, T<sub>max</sub>: °C, HI: mg HK/g TOC, organic petrographic analysis given in % amount).

## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

kaya arasındadır. S2 piki değerleri 114 nolu örnek için 0.04 mg HK/g kaya, 115 ve 119 nolu örnekler için 0.21 mg HK/g kaya ve 116 nolu örnek için 0.12 mg HK/g kaya, 117 nolu örnek için 0.1 mg HK/g kaya ve 118 nolu örnek için 0.09 mg HK/g kaya'dır. Elde edilen bu düşük değerler; hemen her zaman kerojenin birincil parçalanmasından kaynaklanan, ender olarak ta ağır hidrokap bonların, resin ve asfaltların ısısal buharlaşmaları ve birincil parçalanmalarından etkilenen S2 piki değerinin artan olgunluk düzeyi ile azalması sonucudur.

Sarıveliler bölgesinde, Cevizli Formasyonu örneklerinde ölçülen en düşük Tmax değeri 445 °C (61 nolu örnek), en yüksek Tmax değeri ise 479 °C'dir (62 nolu örnek). Diğer üç örnekte (60, 63 ve 49 nolu örnekler) Tmax değerleri sırasıyla 463 °C, 467 °C ve 469 °C olarak ölçülmüştür. Aynı formasyonun 82 ve 85 nolu örneklerin Tmax değerleri 472 °C ve 504 °C'dir. Organik petrografi çalışmaları bu örneklerde egemen organik madde tipinin Tip III (kömürsü) kerojen olduğunu göstermektedir (Şekil 11). Bu tür kerojen içeren kaynak kayalar 430-470 °C Tmax değerleri arasında (% R0 = 0.60-1.30 vitrinit yansıma değerleri aralığı) petrol oluşum penceresinde yer almakta olup 60, 61, 63 ve 49 nolu örneklerin Tmax değerleri bu sınırlar arasındadır. Ancak 62,-82 ve 85 nolu örnekler gaz oluşum penceresine düşmektedir. Aydınıcık bölgesinde, 114 nolu örneğin Tmax değeri 355 °C olup olgunlaşmamış kaynak kayayı, 117 nolu örnek 467°C'lik Tmax değeri ile olgun-aşırı olgun kaynak kayayı belirtmektedir. Diğer 115, 116, 118 ve 119 nolu örnekler için ölçülen Tmax değerleri sırasıyla 438 °C, 458 °C, 450 °C ve 455 °C olup olgun kaynak kaya seviyelerini temsil etmektedir.

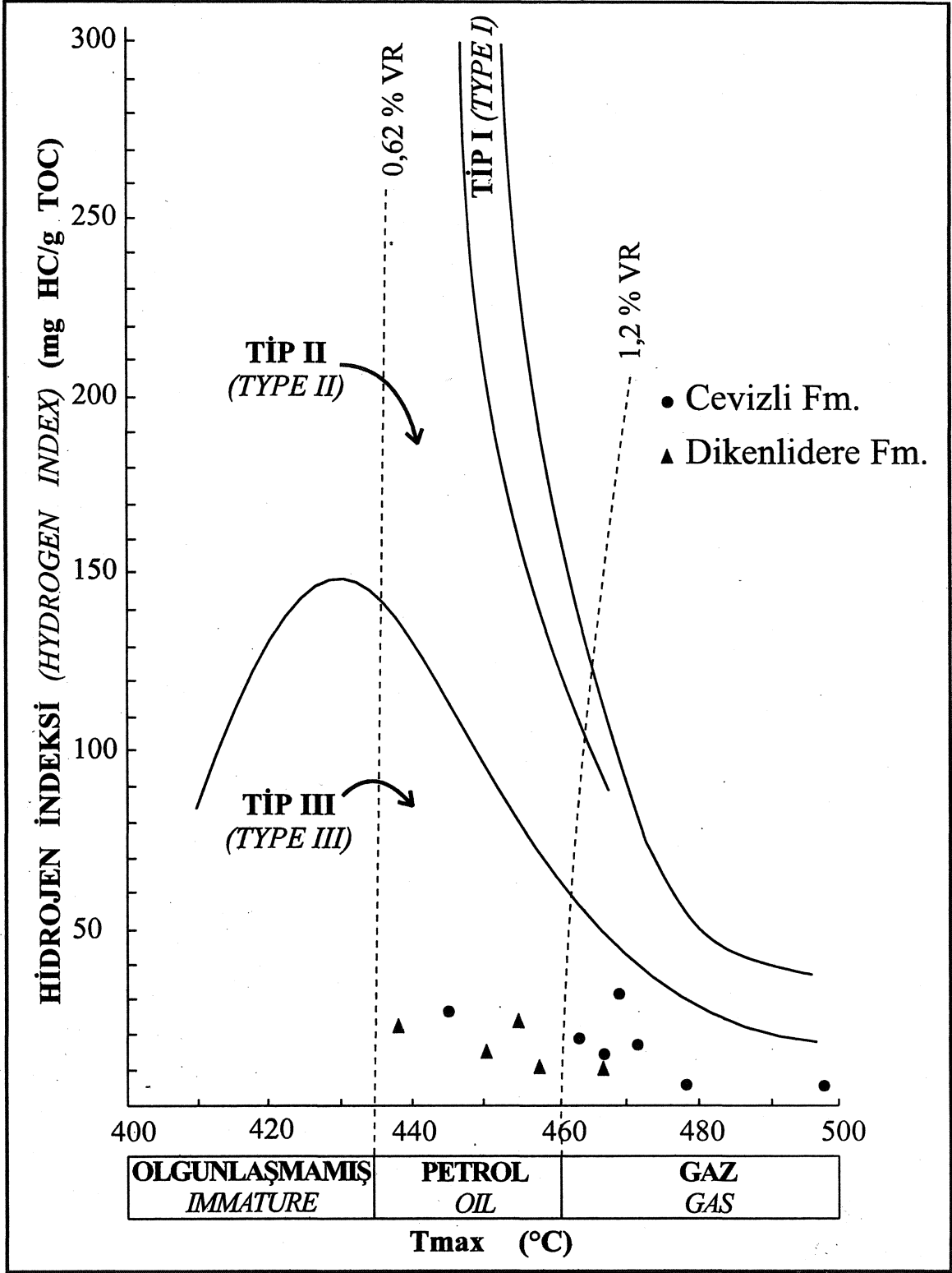
Hidrojen indeksi (HI) değerleri;  $S2 \cdot 100 / TOK$  (mg HK/g TOK da HK/K) formülü ile hesaplanmaktadır (Bordenave, 1993) Sivarıdere kesitine ait 49, 60, 61, 62 ve 63 nolu örneklerde sırası ile 32.48, 18.75, 26.66, 5.88 ve 14.29 mg HK/g TOK; 82 ve 85 nolu örneklerde 17.74 ve 4.23 mg HK/g TOK olarak belirlenmiştir. Aydınıcık bölgesinde 4 örnekte (114, 115, 117 ve 118 nolu örnekler) Hidrojen indeksi değerleri 6.56 ile 23.33 mg HK/g TOK arasındadır (Şekil 11). Her iki bölge örnekleri için 200 mg HK/g TOK değeri altında kalan Hidrojen indeksi değerleri sıvı hidrokarbon türümü için yeterli olmayan organik maddeyi belirtmektedir (Şekil 12). Hidrojen indeksi değerleri artan olgunlaşma ile azalmakta olup, olgunluğun artması ile organik madde hidrojençe fakirleşmekte ve bağıl olarak karbonca zenginleşerek bir alt grafitik fazda yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmada analizi yapılan seviyelerin Tmax değerleri ile aşırı olgun evrede olduklarının belirlendiği düşünülürse, kömürsü organik madde (Tip III kerojen) gibi zaten hidrojençe fakir bir kökene sahip oldukları bilinen kaynak kaya örneklerinin hidrojen indeksi değerlerinin de 200 mg HK/g TOK sınır

değerinin altında kalmasının nedenleri ortaya çıkmaktadır.

Üretim indeksi (PI) değerleri;  $S1 / (S1 + S2)$  formülü ile ifade edilmektedir. S2 pikinin S1 pikine dönüşmesine katkısı olan asfaltların parçalanmaları ve ısısal olarak buharlaşmaları ile kerojenin parçalanmasıyla artmaktadır (Bordenave, 1993). Olgunlaşmamış kerojenler için üretim indeksi % 5'den daha düşükken, olgunlaşmanın artması ile kaynak kayadan açığa çıkan serbest hidrokarbonların temsil ettiği S1 piki değeri artmakta ve dolayısıyla da üretim indeksi değeri de artmaktadır. Bu çalışma kapsamında her iki bölgeden alınan örneklerin düzey örneği olması ve kayaç içerisindeki serbest hidrokarbonların yıkanma etkisi ile uzaklaşması nedeniyle S1 piklerinin gerçek değerlerinin saptanmamış oluşu doğru bir üretim indeksi yorumu yapmayı olanaksızlaştırmıştır.

### Spor-Polen Renk İndeksi (SCI)

SCI analizleri, bitkilerin üreme hücrelerini oluşturan spor-polenlerin ısıya karşı olan duyarlılıklarından yararlanılarak sıcaklık/derinlik artışına bağlı renk değişiminin saptanmasına dayanmaktadır (Espitalfe ve diğ., 1973). Bu çalışmada SCI analizleri Sarıveliler bölgesi Cevizli Formasyonu örneklerine uygulanabilmektedir. Bunu göre SCI değeri 62 nolu örnekte 7, 63 ve 82 nolu örnekte 7-8, 85 nolu örnekte ise 8 olarak belirlenmiştir. Bu değerler örneklerin alındıkları seviyelerin ileri olgun ve hatta aşırı olgun olduklarını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar Tmax değerleri ile belirlenen olgunlaşma seviyeleri ile de denetirilebilir. Ancak bu örneklerde her ne kadar kömürsü organik madde miktarı yüksek oranda saptanmış olmasına rağmen bu orana katkıda bulunan taneciklerin çoğunun ilksel kökeninin karasal olmama olasılığı da söz konusudur. Çünkü kömürsü grup olarak ele alınan kerojenlerin çoğunluğu daha önce de vurgulandığı üzere, ilerleyen olgunluk düzeyi ya da bakteri etkisi ile aşırı derecede bozularak hidrojenini kaybetmiş organik madde kalıntılarında kaynaklanmaktadır. Bu durumda bugün için petrol türetme potansiyeli bulunmadığı düşünülen ve kömürsü grup içinde adlandırılan organik maddenin, aslında olgunlaşma tarihçesi içerisinde petrol türetimine katkıda bulunabilecek nitelikte olduğu ve hatta petrol türümünden sonra ilerleyen ısısal olgunluk ile aktüel durumlarını kazandıklarını söylemek mümkündür. Bu görüşü destekleyen bir başka veri olarak ta incelenen seviyelerin bulunduğu kayaçların çökeldikleri fasiyeler gösterilebilir. Cevizli Formasyonu, genel olarak bir karbonat platformunun şelf lagünü içerisinde çökelmiştir. Karasal etkinin çok fazla hissedilmediği bu ortamda çökelen organik madde daha çok algal ve otsu gruplardan, çok daha düşük oranlarda ise, karasal etkilerin arttığı dönemlerde, ortama dışarıdan



Şekil 12. Dikenlidere (Karbonifer) ve Cevizli (Permian) formasyonları örneklerinin  $T_{max}$  (°C) değerlerine karşılık HI değerleri

Figure 12. Plot of  $T_{max}$  (°C) versus HI values of Dikenlidere (Carboniferous) and Cevizli (Permian) formations

## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

taşınmış odunsu malzemedan türemiştir. Tek başına organik petrografi analizleri, özellikle de jeokimyasal olarak aşırı olgun olduğu belirlenen kaynak kayalarda yapılan çalışmalarda doğru sonuçlar veremeyeceği ve hatta kaynak kaya potansiyelinin değerlendirilmesinde önemli oranda yanlışlıklara neden olabileceği açıktır.

### TARTIŞMA

Bu çalışmada, Aladağ Birliği'nin Üst Devoniyen-Alt Triyas yaşlı birimlerinin hidrokarbon kaynak kaya potansiyelinin belirlenmesinin yanısıra, daha önce yapılmış stratigrafi çalışmaları kapsamında açıklanan formasyon tanımlamalarındaki farklılıkların giderilmesine önem verilmiştir.

İncelenen birimlerden Akdere, Dikenlidere ve Cevizli formasyonlarına ait kayalar, Üst Devoniyen-Permian zaman aralığı boyunca hüküm sürmüş olan bir karbonat platformunun sığ denizel şelf alanlarında gelişen, genellikle gel-git düzlüğü, şelf lagünü ve kumsal alanlarında çökelmiş olup, çoğunlukla yüksek enerjili ve oksijence zengin koşulları yansıtmaktadır. Göktepe Formasyonu'nun incelenen seviyeleri ise ortamsal olarak oldukça çeşitlilik göstermekte olup, Üst Paleozoyik'te hakim olan karbonat platformunun kısmen duraysızlaşmasını göstermektedir.

Aydıncık bölgesinde Kale Tepe Mevkii ve Yellice Tepe Mevkii kesitlerinde Akdere (Üst Devoniyen) ve Cevizli (Permian) formasyonlarına ait kaynak kaya örneklerinin toplam organik karbon miktarları % 0.5'in altında olup hidrokarbon kaynak kaya özelliği yoktur. Buna karşın Dikenlidere (Karbonifer) Formasyonu örnekleri % 0.5'in üzerinde toplam organik karbon içermektedir. Ancak organik maddenin tipi (Tip III kerojen) ve 200 mg HK/g TOK değerinin altında hidrojen indeksi değerleri örneklerin temsil ettiği seviyelerin petrol üretimi açısından kaynak kaya potansiyellerinin olmadığını göstermektedir. Sarıveliler bölgesinde; Akdere, Dikenlidere ve Göktepe Formasyonu'nun alt kesimlerinden derlenen kaynak kaya örneklerinin toplam organik karbon içerikleri oldukça düşük olup bu formasyonlar kaynak kaya potansiyeline sahip değildir. Cevizli Formasyonu birimleri bazı düzeylerinde yeterli miktarda (> 0.5 % TOK) organik madde içeriğine sahip olmalarına rağmen S1 ve S2 pikleri ile Hidrojen indeksi değerleri, olması gereken sınırların altında belirlenmiştir. Isısal olgunluğun bir fonksiyonu olarak ölçülen Tmax değerlerine göre Aydıncık bölgesinde Dikenlidere, Sarıveliler bölgesinde Cevizli Formasyonu petrol oluşum zonu ve kondansiyon-ıslak gaz zonunda; spor-polen renk indeksi (SCI) analiz sonuçlarına göre de bu formasyonlar ileri-aşırı olgun zonda yer almaktadır.

Petrol oluşumu açısından yeterli-aşırı ısısal alteras-

yona uğramış olan bu formasyonların içerdikleri kerojenler parçalanmış ve hidrojen fakirleşmişlerdir. S1, S2 pikleri ve Hidrojen İndeksi değerlerinin düşük belirlenmesi, ilk bakışta ilksel organik maddenin başlıca karasal kökenden türemiş ve Tip III kerojenden oluştuğunu belirtmektedir. Oysa, formasyonların çökeldiği ortam ve koşulları ile biyolojik üretimliliğin bolluğu ve çeşidi göz önüne alındığında ilksel organik maddenin egemen olarak algal kerojen (Tip I) olması beklenmektedir.

Çalışılan birimin bir nap olduğu ve ilki Kretase sonunda, ikincisi de Orta-Üst Eosen'de olmak üzere iki kez kilometrelerce otokton birimler üzerine itildiği düşünülürse, Aladağ Birliği'nin özellikle Üst Devoniyen-Alt Triyas yaşlı birimlerinin birden fazla evrede gelişmiş ısısal alterasyona uğradığı açıktır. Bu durumda yanıtlanması gereken sorular;

- Aladağ Birliği kaynak kaya seviyelerinin olgunlaşma zamanı ve/veya zamanlarının naplaşma öncesi mi, naplaşma ile eş zamanlı mı, naplaşma sonrası mı olduğu,

- Aladağ Birliği'ni üzerler konumunda görülen diğer tektonostratigrafik birliklerin (Bozkır Birliği, Bolkar Birliği v.b.) ve post-tektonik birimlerin (Mut Formasyonu gibi) neden olduğu artan gömülme derinliğinin ve artan gömülme sıcaklığının zaman içerisinde olgunlaşmaya etkisinin ne olduğudur.

### KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Hacettepe Üniversitesi ile Türkiye Petrolleri A. O. Genel Müdürlüğü işbirliği ile 3. yazarın başkanlığında yürütülmüş olan proje çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır. 1. ve 2. yazarlar aynı zamanda bu çalışma ile yüksek mühendislik tezlerini tamamlamışlardır. Tezleri ilgilendiren kısımlar ayrıca Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu ile Mersin Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, bu kuruluşlara desteklerinden, Prof. Dr. Tuncer Güvenç'e özellikle stratigrafi ve paleocoğrafya konularındaki katkılarından. Dr. Hüseyin Kozlu ve Yük. Müh. M. Ali Gül'e (TPAO Arama Grubu) arazi çalışmaları sırasındaki yardımlarından. Yük. Müh. H. İsmail İllez'e (TPAO Araştırma Grubu) jeokimyasal analizler sırasındaki katkılarından dolayı teşekkür ederler.

### EXTENDED SUMMARY

The Sarıveliler and Aydıncık regions are located in the Central Taurus thrust - and - fold belt which is bordered to the east by the Ecemiş Fault, and to the west by the Aksu Fault (Figure 1, 2 and 3). The allochthonous Aladağ Unit consisting of a continuous succession through Upper Devonian-Upper Cretaceous has common outcrops in both the Sarıveliler and Aydıncık regions.

The Aladağ Unit formations in the Central Taurus region have been studied on surface samples collected from the five different stratigraphic sections. A number of more detailed studies of Aladağ Unit have recently appeared (Özgül, 1976, 1997:

Güvenç, 1977a and b, Demirtaşlı et al., 1979; Gül, 1991 and Demirel, 1989). Stratigraphically, the Aladağ Unit consist of five lithostratigraphic units, which were deposited on the tidal-flats, restricted shelf areas and reefal environments belonging to a carbonate platform through Upper Devonian and Cretaceous. These are; the Upper Devonian Akdere Formation, the Carboniferous Dikenlidere Formation, the Permian Cevizli Formation, the lower Triassic Göktepe Formation, the Jurassic-Cretaceous Çakozdağı Formation (Figure 4).

In order to evaluate hydrocarbon source-rock potential of the formations, geochemical analyses including Total Organic Carbon (TOC, wt. %) content, and hydrocarbon genetic potential (S1 and S2), maximum temperature of S2 (Tmax) and Hydrogen Index (HI) values, and organic petrographic studies (Spore-pollen Index: SCI) were obtained from Rock-Eval pyrolysis and transmitted light microscopy. In the Aydınçık region, although the Dikenlidere samples have enough TOC content (over 0.5 %), the Akdere and Cevizli samples have no source-rock potential. In the Sanveliler region, only Cevizli Formation has some source-rock levels displaying TOC values over 0.5 % (Table 1).

Due to the Rock-Eval pyrolysis and organic petrography results, all source-rock samples of the Aladağ Unit formations are over mature and their dominant organic matter type is Type III kerogen (Figure 11 and 12). However, depositional environment conditions providing the abundant algal productivity imply mainly the presence of the Type I (algal) organic matter.

The maturation history of the potential source rocks is associated with the thrust emplacements, which result from the late Cretaceous and middle-upper Eocene tectonism.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Blumenthal M.M.. 1944. Bozkır güneyinde Toros sıradağlarının serisi ve yapısı. İ.Ü.F.F. Mec. Seri, B., 9/2, 95-125.
- Boggs, S. Jr., 1987. Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Merrill Publishing Company A Bell & Howell Company, 784 p., Columbus Toronto London Melbourne.
- Bordenave, M. I., 1993. Applied Petroleum Geochemistry. Edited by M.L. Bordenave, Exploration Division, TOTAL, Paris, 561 p.
- Demirel, İ. H., 1989. Ermenek (Konya) yöresinde yer alan Tersiyer yaşlı istifin jeolojisi, sedimantolojisi ve bölgedeki kömür damarlarının ayrıntılı incelenmesi. Doktora Tezi, H.Ü. Fen Bil. Enst, 173 s. 5 Ek.
- Demirel, İ. H. and Kozlu, H., 1997. Evaluation of burial history, thermal maturity and source-rock assessment of the Upper Paleozoic succession of the eastern Taurus region, southern Turkey. Marine and Petroleum Geology, vol.14, no: 7/8, pp. 867-877.
- Demirtaşlı, E., 1975. Stratigraphic correlation of the Lower Paleozoic rocks of Iran, Pakistan and Turkey. Alpan S. (editor), (in) Congress of Earth Sciences 50th year of the Turkish Republic, pp. 204-222.-
- Demirtaşlı, E., 1976. Toros kuşağının petrol potansiyeli. Türkiye 3. Petrol Kongresi. Bildiriler (eds). Keskin. C ve Nazikoğlu, Z., s.55-61.
- Demirtaşlı, E., Gedik, L, İmik, M., 1979. Ermenek batısında Göktepe-Dumlugöze ve Tepebaşı arasında kalan sahanın jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu. 32. Bil. Tek. Kur. Bildiri özetleri.
- Demirtaşlı, E., Gedik, L, İmik, M., 1986. Ermenek batısında Göktepe-Dumlugöze ve Tepebaşı arasında kalan bölgenin jeolojisi. M.T.A. Rapor No: 5733.
- Espitalie, J., Durand, B., Roussel, J.C., Souron, C. 1973. Etude de la matiere organique insoluble (kerogene) des argiles du Toarcien du bassin de Paris. Etudes en spectrometrie infrarouge. en analyse thermique differentielle et en analyse thermogravimetric. Rev. Inst. Franc, du Petr., 28, p. 37-66.
- Flügel, E., 1982. Microfacies analysis of limestones. Beiiin-Heidelberg-New York; Springer. 633 p., 53 pi.
- Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş. R., 1979. Mut\* Ermenek-Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları. T.J.K. Bült., No:22, s.7-26.
- Gül, M. A., 1991. Orta Toroslar (Kırkkavak fayı ile Ecemiş fayı arası) derleme ve değerlendirme raporu. TPAO Arama Grubu Rap. No:3044.
- Güvenç, T., 1965. Etude stratigraphique et micropaleontologique du Carbonifer et du Permien des Taurus Occidentaux dans l'arriere pays d'Alanya, Turquie. These Univ. Paris, 3 vol., 273 p., 52 pi., 5 pi. hors-texte.
- Güvenç, T., 1977 a. Stratigraphie du Carbonifer et du Permien de la "Nappe de Hadım. 6th Colloq. Geology of Aegean Regions, Aegean Univ., pp. 251-261. İzmir.
- Güvenç, T., 1977 b. Permian of Turkey. 6th Colloq. Geology of Aegean Regions. Aegean Univ., pp. 263-282. İzmir.
- Güvenç, T., 1980. Alanya-Gazipaşa bölgesinin jeolojisi ve kıyıseridi deniz tabanıyla yapısal ilişkileri. Ege Üniv. Deniz Bil. ve Tekn. Enst. 139 s.
- Güvenç, T., Demirel, İ.H., Tekinli, U.K.. 1994. Lavrusya ve Gondvanya arasında kalan Ortadoğu bölgesinin Paleozoyik stratigrafisi ve Üst Paleozoyik paleocoğrafyası. Türkiye 10. Petrol Kong. ve Serg.. Bildiriler, s. 5-19.
- Gürçay, B., 1998. Aydınçık (İçel) kuzeybatısının jeolojisi ve tektonik özellikleri. Mersin Üniv. Fen Bil. Enst. yük. müh. Tezi, 89 s., 1 Ek.
- İlleez, H.İ., Gül, M.A., Tekin, T., Kozlu, H., 1994. Orta Torosların kaynak kaya potansiyeli. Türkiye 10. Pel. Kong. ve Serg. Bildiriler, s.261-267.
- Monod, O., 1977. Recherches geologiques dans le Taurus Occidental au sud de Beyşehir (Turquie). These D'etar Université Paris Sud. Orsay, 450 pp.
- Özgül, N., 1971. Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal



## ALADAĞLAR BİRLİĞİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRİLMESİ

- gelişiminde blok hareketlerinin önemi. T.J.K. Bült. No: 14, s. 75-87.
- Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. T.J.K. Bült. No: 19, s. 65-78.
- Özgül, M., 1984. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. Symp. on the Geology of the Taurus Belt, ed. Tekeli O. and Göncüoğlu M.C., s. 77-90, Ankara.
- Özgül, N., 1997. Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar'ın Kuzey Kesimi) Dolaylarında Yer Alan Tektono-Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 119, s. 117-174.
- Öztürk, E.M., Öcal, H., Taşkiran, A., Bulduk, A., Çelik, B., Metin, T., Keskin, O., Kadir, S., Dağ, Z., Çatal, E., Keskin, A., Gökten, A., Hakyemez, A. ve Girgin, L. 1991. Orta Torosların jeolojisi (Alanya 028 c1-c2: 029 d3-d4; P29 a2-a3-b1), MTA Rapor No: 9301. Ankara (yayınlanmamış).
- Wilson, J. L., 1975. Carbonate facies in geologic history. Springer-Verlag, Berlin, 471 p.
- Yurtsever, T.Ş., 1996. Sarıveliler güneybatısındaki (Karaman) Aladağ Birliği'ne ait Permiyen ve Alt Triyas yaşlı birimlerin hidrokarbon kaynak kaya potansiyellerinin incelenmesi. H.Ü. Fen Bil. Enst. yük. müh. tezi. 125 s., 1 Ek.

---

**Makalenin geliş tarihi: 10.04.1999**

**Makalenin yayına kabul edildiği tarih: 17.12.1999**

**Received: April 10, 1999**

**Accepted: December 17, 1999**

