

## KOZAN-DÜZAĞAÇ (ADANA) CİVARINDAKİ BİTÜMLÜ ŞEYLLERİN ORGANİK FASİYES ÖZELLİKLERİ VE HİDROKARBON KAYNAK KAYA POTANSİYELLERİ

Faruk Ay

Cumhuriyet Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, 58140, Sivas

[farukay@cumhuriyet.edu.tr](mailto:farukay@cumhuriyet.edu.tr)

**ÖZ:** Bu çalışmada, Kozan-Düzağaç (Adana) bölgesinde yer alan bitümlü şeyllerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İnceleme alanı, Toridler tektonik birliği içerisinde yer almakta olup, incelenen birimler Geyikdağı Birliği içindedir. Düzağaç civarında bulunan Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonu içinde bulunan bitümlü şeyl seviyeleri örneklerinden yapılan organik jeokimyasal ve organik petrografik analizler yardımıyla inceleme alanındaki Karbonifer yaşlı çökellerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Formasyonda toplam organik karbon miktarı ortalama % 8,3'tür. Formasyonda amorf organik maddeler egemendir. Birim, organik jeokimyasal özelliklerine göre BC ve D organik fasiyesinde çökelmiştir. BC organik fasiyesinde bulunan örneklerde kaynak kaya potansiyeli oldukça fazladır, D organik fasiyesindeki örnekte ise herhangi bir kaynak kaya potansiyeli bulunmamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Adana-Kozan, Düzağaç, bitümlü şeyl, piroliz, organik fasiyes.

## ORGANIC FACIES AND HYDROCARBON SOURCE ROCK POTENTIAL OF BITUMINOUS SHALES DÜZAĞAÇ (KOZAN)

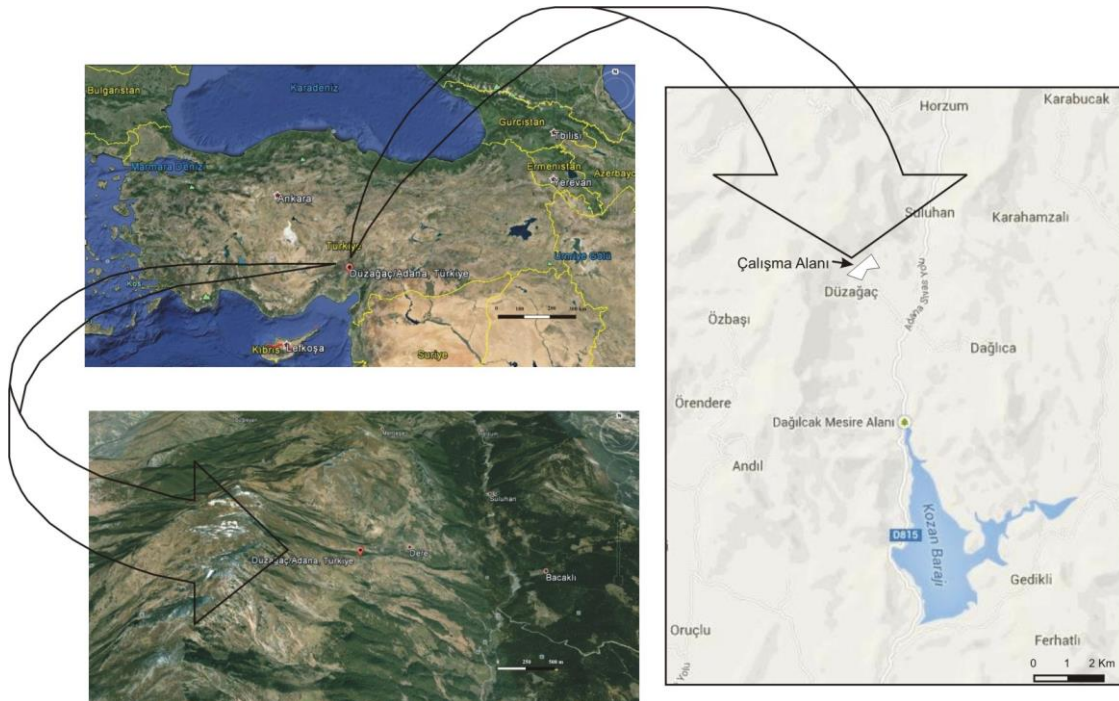
**Abstract:** In this study, it has been aimed to define the petroleum source rock and organic facies properties of the bituminous shale found in Kozan-Düzağaç (Adana) region. Investigation area is in the Tauride Tectonic Unit and examined units are in the Geyikdağı Unit. With the help of organic geochemical and organic petrographical analyses of bituminous shale level samples from Ziyarettepe Formation, it has been tried to define the petroleum source rock and organic facies properties of Carboniferous age sediments. Total organic carbon amount in the formation is an average of 8.3%. Dominant component of the formation is amorphous organic material. The unit precipitated at BC and D organic facies according to organic geochemical properties. Source rock potential is very high in the samples found in BC organic facies while any source rock potential is not present in the samples of D organic facies.

**Key words:** Adana-Kozan, Düzağaç, bituminous shale, pyrolysis, organic facies.

### GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye'nin güneyinde yer alan Toros kuşağı Paleozoik - Pliyosen yaş aralığında kalın bir istiften oluşmaktadır. (Ketin, 1966; Özgül 1976'da Toros kuşağı ve kuşak içindeki tektonik birimler ayrıntılı anlatılmaktadır). Orta, Batı ve Doğu Toroslar olarak tanımlanan bu kuşak içerisinde petrol kaynak kaya potansiyeline sahip birimler ve bazı alanlarda petrol ve doğal gaz sızıntıları da tanımlanmıştır. Bu çalışmada ise Doğu Toroslar olarak adlandırılan alan içinde yer alan Düzağaç-Kozan (Adana) civarındaki bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal ve organik petrografik özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Karbonifer yaşlı Ziyarettepe Formasyonu içinde gözlenen bitümlü seviyeler incelenmiştir.

Dünya'daki hidrokarbon rezervlerinin yaklaşık % 9'u Silüriyen yaşlı ve %1'i ise Kambriyen ve Ordovisiyen çökellerinde bulunmaktadır (Klemme ve Ulmishek, 1991). Bu nedenle Alt Paleozoik yaşlı birimler veya istifler hidrokarbon potansiyeli açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda Kozan-Düzağaç (Adana) civarındaki Toros kuşağına ait Karbonifer yaşlı birimler içinden seçilen bitümlü şeyl örneklerinin hidrokarbon kaynak kaya potansiyeli ve organik fasiyes özellikleri incelenmiştir (Şekil 1). Bölgede ve Doğu Toroslar'da petrol jeolojisi de içinde olmak üzere jeolojinin farklı alanlarında birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan bazıları; Ketin (1966), Demirtaşlı (1967), Metin vd. (1982), Metin (1983; 1984), Metin vd. (1986; 1993), Özgül (1971; 1976; 2006), Özgül vd. (1973), Demirel ve Kozlu, (1997); Özgül ve Kozlu (2002), Demirel, (2004); Varol vd., (2006); Demirel, (2006); Yurtsever ve Demirel, (2006a); Yurtsever ve Demirel, (2006b); Yapıcı ve Anıl (2007), Korkmaz vd., (2008) dir. Bu çalışma ile de Düzağaç köyü civarındaki Karbonifer yaşlı birimlerin petrol kaynak kaya ve organik fasiyes özelliklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.



Şekil 1: İnceleme alanının yer bulduru haritası (The location map of investigated area)

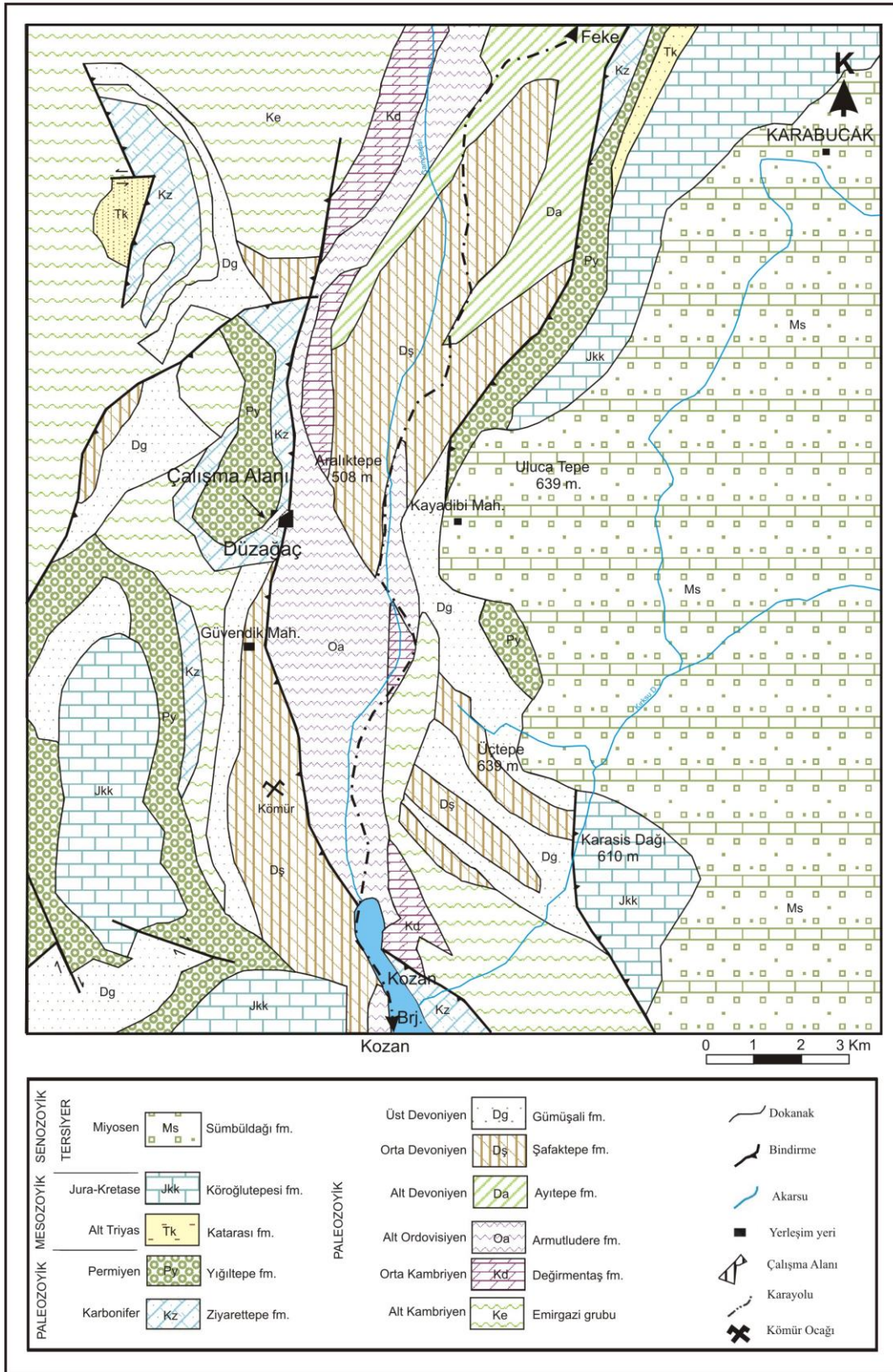
## JEOLOJİ ve STRATİGRAFI (GEOLOGY and STRATIGRAPHY)

İnceleme alanı, Toridler (Ketin, 1966) tektonik birliği içerisinde yer almaktadır. Toroslar, Alp Orojenik Kuşağının Anadolu'nun güney ve doğu kesimlerinden geçen önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bölgede, Geyikdağı Birliği, Aladağ Birliği ve Bozkır Birliği olmak üzere başlıca üç tektono-stratigrafik birlik yer almaktadır (Özgül ve Kozlu, 2002; Özgül, 2006).

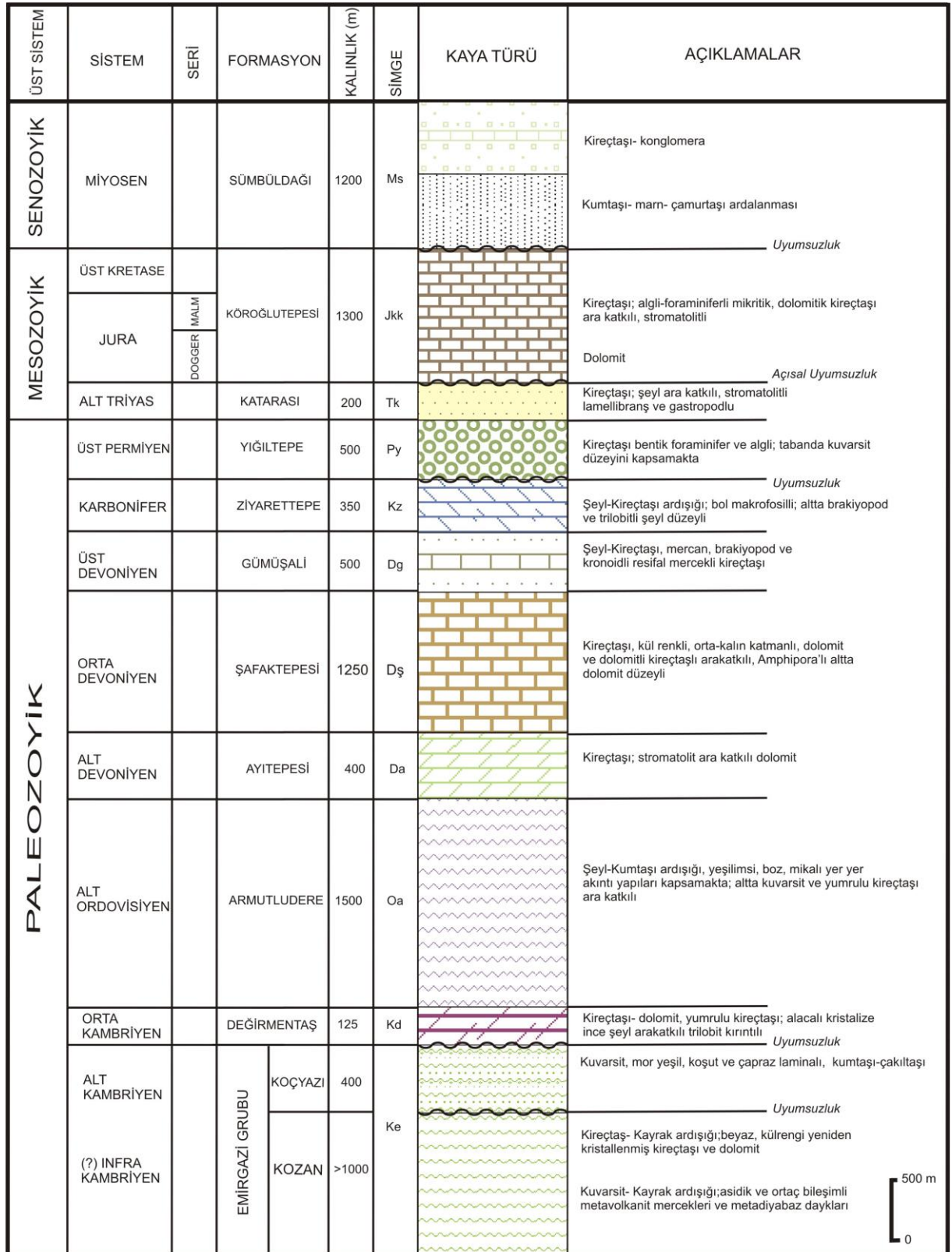
İnceleme alanı içerisinde bulunan birimler, ilk kez Özgül (1976) tarafından tanımlanmış ve Geyikdağı Birliği'ne dahil edilmişlerdir (Özgül, 1971; 1976). Doğu Toroslar'da Adana kuzeyinde Kozan, Feke, Saimbeyli, Tufanbeyli, Develi ve Pınarbaşı ilçeleri arasında geniş alan kaplayan Geyikdağı Birliği, bu yörede Kambriyen'den Tersiyer'e değin uzanan zaman aralığında çökelmiş, başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsamaktadır (Özgül vd., 1973; Metin, 1984). Birliğin taban seviyelerinde meta kırıntılılardan oluşan Alt Kambriyen yaşlı Emirgazi Grubu (Özgül vd., 1973) yer alır. Grup altta,

volkanit ara katkılı, yer yer moloz akması çökelleri içeren Alt Kambriyen yaşlı Kozan formasyonu ve başlıca kuvarsitlerden oluşan, Alt Kambriyen yaşlı Koçyazı kuvarsiti tarafından uyumsuzlukla üzerleyen formasyonlardan oluşmaktadır. Değirmentaş formasyonu (Dağlıoğlu, 1988; 1990) alttan üste doğru dolomit-dolomitik kireçtaşı, neritik kireçtaşı ve ince şeyl ara katkılı, yumrulu görünüşlü kireçtaşı düzeylerini kapsamakta olup, Orta Kambriyen yaşlıdır (Demirtaşlı, 1967). Başlıca kumtaşı-şeyl araldanmasından oluşan Alt Ordovisiyen yaşlı (Özgül vd., 1973) Armutludere formasyonu (Demirtaşlı, 1967), Değirmentaş Kireçtaşı'nı uyumlu ve geçişli olarak üzerlemektedir. Alt Devoniyen yaşlı Ayıtepesi formasyonu ise (Özgül vd., 1973), başlıca neritik karbonatlardan (dolomit, kireçtaşı) oluşmaktadır Alt düzeylerinde stromatolit ara katkılı dolomitler, üst kesimleri mikritik kireçtaşından oluşan Şafaktepe Kireçtaşı (Demirtaşlı, 1967), Ayıtepesi formasyonunu uyumlu olarak üzerlemektedir. Özellikle alt düzeylerinde bol brachiopod ve mercan içeren birim Orta Devoniyen yaşlıdır (Özgül vd., 1973). Üst Devoniyen yaşlı Gümüşali formasyonu (Demirtaşlı, 1967; Özgül vd. 1973) ise başlıca şeyl, kumtaşı, biyohermal ve biyostromal kireçtaşının düzensiz araldanmasından oluşur.

İncelenen bitümlü şeyllerin de içinde bulunduğu Ziyarettepe formasyonu (Demirtaşlı, 1967), kumlu kireçtaşı ve kireçli kumtaşı ara katmanlı, koyu renkli şeyl düzeyi ile başlar. Bol organik maddeli ve Turnasiyen'i temsil eden brachiopodlar içeren bu düzeyin üzerinde kuvars arenit, daha üstte ise Vizeyen'i temsil eden fosil topluluğu belirlenen kireçtaşı düzeyleri yer alır. Yığıltepe formasyonu (Demirtaşlı, 1967), başlıca platform tipi neritik karbonatlardan oluşmaktadır. Şeyl arakatıkları içeren formasyon, en altta kalınlıkta kuvarsit düzeyi ile başlar ve kireçtaşı istifi Üst Permiyen yaşlı fosil topluluğu içerir. Alt Triyas yaşlı Katarası formasyonu (Demirtaşlı, 1967), başlıca şeyl ara katkılı neritik kireçtaşı ve killi kireçtaşından oluşur. Jura-Kretase yaşlı Köroğlutepesi Kireçtaşı, altta dolomit düzeyi ile başlar; daha üstte bol agli ve bentik foraminiferli, dolomit ve stromatolitik kireçtaşı ara düzeylerini kapsayan kireçtaşı istifi yer alır. Köroğlutepesi Kireçtaşı; Yığıltepe, ve Katarası formasyonlarını doğrudan açısız uyumsuzlukla örter. Metin vd. (1982) tarafından isimlendirilen Miyosen yaşlı Sumbüldağ formasyonu, kalın kumtaşı-marn-çamurtaşı istifi ile konglomera ve kireçtaşlarından oluşmuştur. (Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. Çalışma alanının ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Ayhan, 1988; Yapıcı ve Anıl, 2007'den değiştirilerek). (The geological map of the investigated area and its vicinity (modified from Ayhan, 1988; Yapıcı and Anıl, 2007))



Şekil 3. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Özgül ve Kozlu, 2002'den değiştirilerek). (The generalized columnar section of the investigated area) (modified from Özgül and Kozlu, 2002)

## İNCELEME YÖNTEMLERİ (INVESTIGATION METHODS)

Düzağaç-Kozan civarında yapılan çalışmada bölgede yüzeyleyen Geyikdağı Birliği'nde yer alan Alt Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonuna ait örnekler üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışma kapsamında noktasal olarak toplam 5 yüzey örneğinin piroliz analizleri Rock-Eval 6 aletinde IFP (Institut Francais du Petrolé) standardı kullanılarak yapılmış, sonuçlar Espitalie vd. (1985), Lafarqué vd. (1998), Peters (1986) ve Peters ve Cassa (1994)'ya göre yorumlanmıştır. İncelenen karbonat ve şeylli örneklerin organik petrografik bileşimlerinin belirlenebilmesi amacıyla standart analitik yöntemler ile (Durand ve Oudin, 1980; Tissot ve Welte, 1978; 1984) kerojen preparatları hazırlanmış ve alttan aydınlatmalı mikroskopta incelenmiştir (Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Petrol Jeolojisi laboratuvarı).

## ORGANİK JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMELER (ORGANIC GEOCHEMICAL ASSESSMENTS)

Bu çalışma sırasında Ziyarettepe formasyonu içinde yer alan bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal değerlendirmesi yapılmıştır.

### Organik Madde Miktarı (Organic Matter Amount)

Alt Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonundan seçilen 5 adet bitümlü şeyl örneğinin TOC miktarları ve Rock-Eval piroliz sonuçları Tablo 1 de verilmiştir. Ziyarettepe formasyonuna ait bu örneklerin TOC değerleri % 2.66-16.18 (ort. 8.3%) olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1:** İncelenen örneklerin TOC ve Rock-Eval piroliz analizi değerleri (TOC and Rock-Eval pyrolysis values of the investigated samples)

Örnek No	TOC (%)	S1	S2	S3	HI	OI	ÜP (S1+S2)	S2/S3	PI (S1/S2+S3)	Tmax (°C)
KD1	7.36	1.06	24.2	2.88	329	39	25.26	8.40	0.039	434
KD2	7.58	1.92	27.19	1.55	359	20	29.11	17.54	0.067	437
KD3	16.18	0.31	42.39	10.14	262	63	42.70	4.18	0.006	436
KD4	7.72	0.82	27.33	2.93	308	38	28.15	9.32	0.027	437
KD5	2.66	0.27	0.85	2.08	32	78	1.12	0,41	0.092	481

(TOC: Toplam organik karbon miktarı (%), S1: Piroliz sırasında 300 °C'a kadar çıkan serbest hidrokarbonlar (mg HC/g kaya), S2: 300 °C'tan sonra kerojenin ısısal parçalanması ile oluşan hidrokarbonlar (mg HC/g kaya), S3: 400 °C'ın altında oluşan CO<sub>2</sub> (mg HC/g kaya), T<sub>max</sub>: Hidrokarbon oluşumunun maksimum olduğu evredeki sıcaklık; (°C), Hidrojen İndeksi: HI: S2/TOC (mg HC/g TOC), Oksijen İndeksi: OI: S3/TOC (mg CO<sub>2</sub>/g TOC), Üretim Potansiyeli: ÜP, Üretim İndeksi: PI.

### Organik Madde Tipi (Organic Matter Type)

Kayaçlarda bulunan organik maddelerin tiplerinin belirlenebilmesi için kullanılan rutin yöntemlerden birisi Rock-Eval piroliz analizidir. TOC ve piroliz analiz verileri kullanılarak hazırlanan diyagramlar bu yorumlamalarda en sık kullanılan tekniklerdir. İncelenen örneklerde HI-OI diyagramında örneklerin Tip II ve Tip III kerojendir (Şekil 4). S2-TOC diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5). Bu diyagramda incelenen örneklere ait regresyon eğrisinin eğimi 2'den düşük olup bütün örnekler Tip II kerojen alanında dağılmıştır. İncelenen örneklerin HI-T<sub>max</sub> diyagramında (Şekil 6), Tip II-Tip III kerojen aralığındadır. Piroliz analizinden elde edilen verilere göre S1, S2 değerleri ve Hidrojen İndeksi değerleri yüksektir. Bu değerler de incelenen örneklerin Tip II kerojen özelliğinde olduğunu ve petrol türüm özellikli olduğunu, daha az organik maddenin ise Tip III kerojen olduğunu ifade etmektedir.

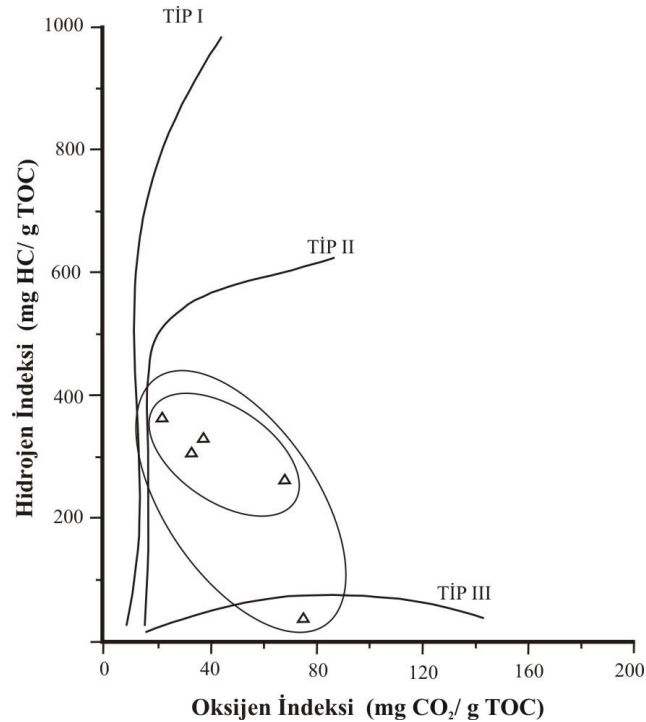
Bunlar yanısıra örneklerin organik petrografik incelemeleri de yapılmıştır. İncelenen birime ait örneklerin içerdikleri organik madde türleri 4 örnekte % 80 - % 90 arasında amorf organik madde iken KD-5 örneğinde kömürsü organik madde % 100 egemendir (Tablo 2).

**Tablo 2:** İncelenen örneklerin organik madde tipleri (%) (Organic matter types of the investigated samples (%)).

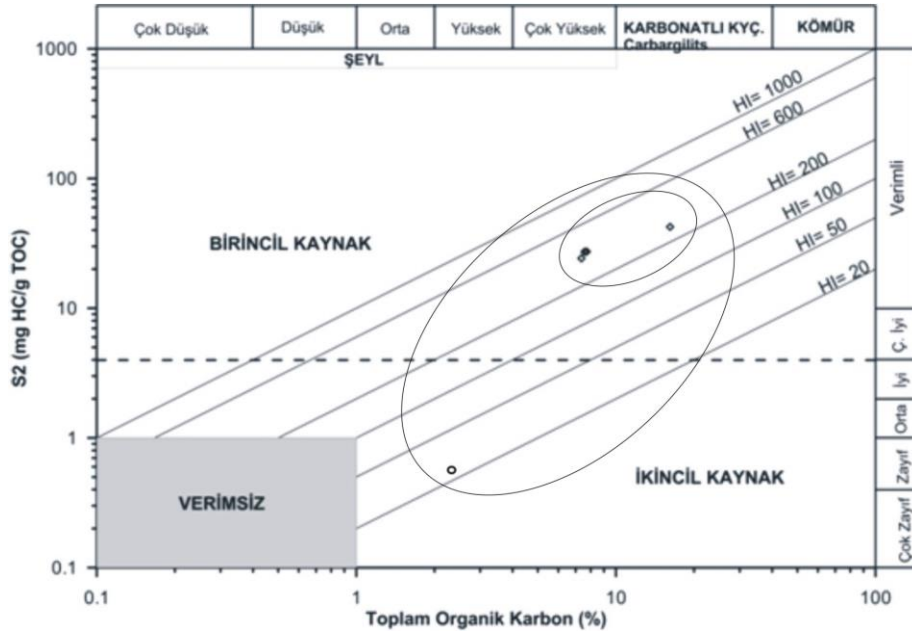
Örnek No	Amorf	Otsu	Odunsu	Kömürsü
KD1	80	10	5	5
KD2	85	5	5	5
KD3	90	-	5	5
KD4	80	10	5	5
KD5	-	-	-	100

### Organik Madde Olgunluğu (Organic Matter Maturity)

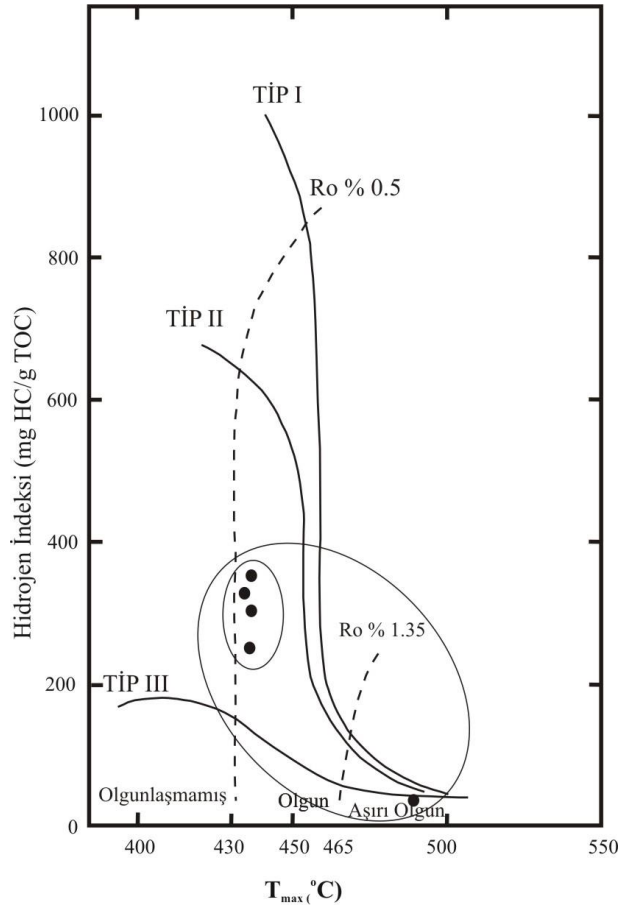
Organik maddenin olgunlaşması organizmaların bir çökelim ortamına birikmesi ile başlar. Bu ortamdaki sedimantasyon ile etkin olan basınç, sıcaklık ve zaman gibi çeşitli faktörler altında geçirdikleri fizikokimyasal değişimler hidrokarbon türüm aşaması ile sonuçlanabilir. Bu nedenle organik olgunlaşma olarak adlandırılan bu sürecin bilinmesi ve organik maddelerin olgunluk değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Olgunluk değerlendirmelerinde en yaygın kullanılan parametrelerden biri piroliz analizi ile elde edilen  $T_{max}$  değeri olup, bu değer organik maddenin olgunlaşma gelişimini yansıtmaktadır (Tissot ve Welte, 1984; Waples, 1985). İncelenen örneklerin  $T_{max}$  değerleri 434 °C -481 °C arasında değişmektedir. Bu değerler örneklerin olgunlaşma ile aşırı olgun aşamada olduğunu belirtmektedir. Ancak örneklerin büyük çoğunluğunun olgun tek bir örneğin ise aşırı olgun olduğu söylenebilir (Şekil 6).



**Şekil 4:** İncelenen birimlerin kerojen tipleri (Kerogen types of the investigated units) (Espitalie et al., 1977)



**Şekil 5:** İnceleme alanındaki örneklerin S2-TOC diyagramındaki dağılımları (S2-TOC diagram distribution of the samples from research area).

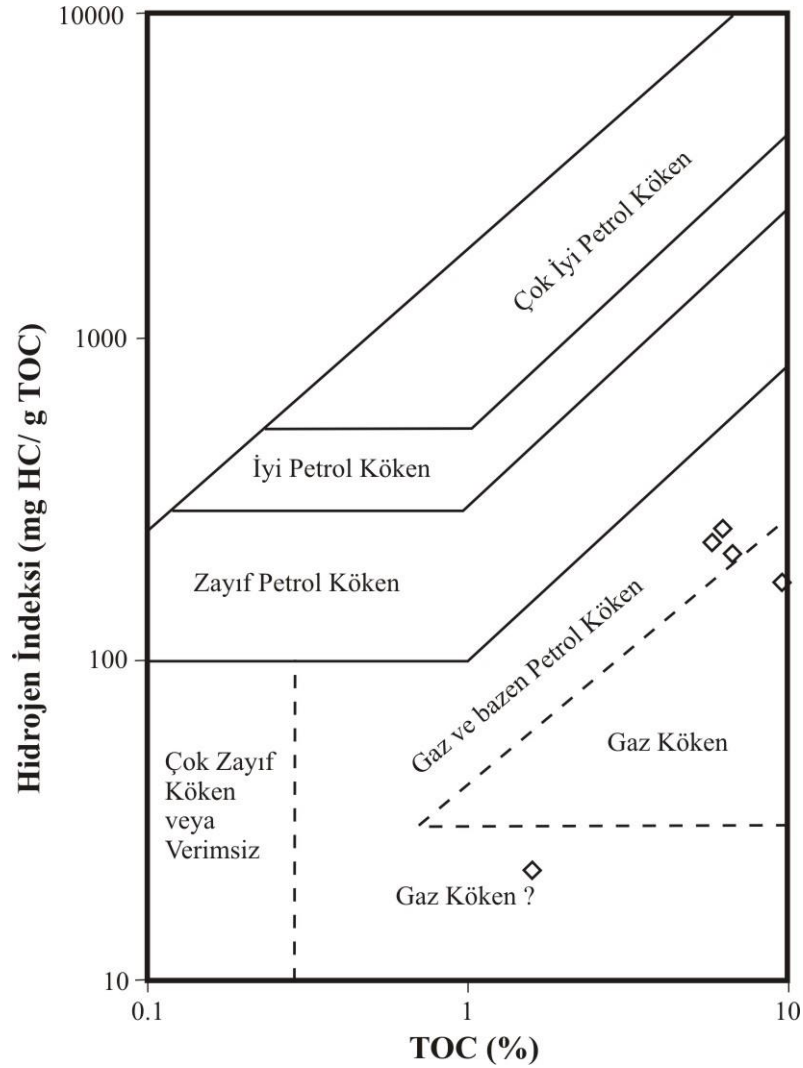


**Şekil 6:** İnceleme alanındaki örneklerinin HI-T<sub>max</sub> diyagramı (HI-T<sub>max</sub> diagram of the samples from research area) (Mukhopadhyay et al., 1995).



### Hidrokarbon Potansiyeli (Hydrocarbon Potential)

Piroliz verileri kullanılarak kaynak kaya özellikleri ile hidrokarbon türüm potansiyeli değerlendirilmiştir. İncelenen örneklerin organik madde miktarı yüksektir. Buna ek olarak Hidrojen İndeksi ve potansiyel verim (PY) değerleri de yüksektir (Tablo 2). Organik madde özelliğinin de Tip II kerojen olması nedeniyle incelenen örneklerin hidrokarbon türüm potansiyelinde olduğu, fakat KD5 örneğinin gaz türetebilecek kökene sahip olduğu söylenebilir (Şekil 7).



Şekil 7: İnceleme birimlerinin köken zenginliği (HI-TOC) diyagramı (The source richness diagram of the research area) (Jackson et al., 1985).

### ORGANİK FASİYES DEĞERLENDİRMELERİ (Organic Facies Determinations)

İnceleme alanında organik fasiyes özellikleri değerlendirilirken organik maddenin bileşimi, oluşumu ve diyajenetik durumu dikkate alınmış, Jones (1987) ve Baskin (1997) organik fasiyes sınıflamaları birlikte kullanılmıştır. Jones (1987) sınıflamasında A organik fasiyesi % 5-20 arasında değişen Toplam Organik Karbon değerleriyle ifade edilmektedir. Dünya'da sınırlı miktarda yayılıma sahip bu fasiyes için ABD'de görsel ortam özelliğindeki Green River Formasyonu iyi bir örnektir (Anders ve Gerrild, 1984). Ortadoğu petrol alanlarının da içinde bulunduğu birçok petrol alanı AB ve B organik fasiyesi özelliklerini göstermektedir. A ve AB organik fasiyesleri genellikle ince taneli denizel ve

görsel sedimanların yer aldığı alanlarda bulunur. B ve BC organik fasiyesleri % 1-3 arasında veya daha düşük oranlarda TOC değerine sahiptir. Çoğunlukla denizel birimlerde B organik fasiyesi çökelirken, Mahakam Delta çökellerinde olduğu gibi bazı deltalarda da BC ve C organik fasiyesleri oluşabilmektedir (Durand ve Oudin, 1980). BC organik fasiyesi yüksek hidrojen indeksi, mikroskobik olarak ince laminasyon ve yoğun denizel organik madde varlığı ile karakterizedir (Mann ve Stein, 1997). C organik fasiyesi, karasal kökenli ve bir miktarda oksidasyona uğrayan organik maddelerden meydana gelir. Bu fasiyeste parçalanmış, yuvarlaklaşmış vitrinit parçaları ile düzensiz  $T_{max}$  değerleri, düşük Hidrojen İndeksi (<300 mg HC/gTOC) ve düşük S2/S3 oranları ile gaz türümünü gösterir (Mann ve Stein, 1997).

Çok az oranda gaz oluşturabilen CD organik fasiyesi ile yalnızca korelasyon amacıyla kullanılan D organik fasiyesi % 0.5'ten daha düşük TOC ve düşük Hidrojen İndeksine sahiptir. Bu fasiyesler derin deniz ortamları ile kötü boylanmalı sedimentlerin bulunduğu karasal ortamlarda çökelmişlerdir (Jones, 1987). D organik fasiyesinde inertinit maseral grupları egemen olup bakteri ve diğer etkenlerle değiştirilerek kalıntı haline gelmiş, termal olaylarla yüksek oranda alterasyona uğramış organik madde tipleri de bulunmaktadır. Partikül boyu ve yoğunluğu fazla olan bu organik maddeler genellikle şiddetli alterasyona uğramış sedimanter kayaçların oluşturduğu dağ yükselimselinin bitişiğindeki şelf çökellerinde, bazen türbidit veya çökmelerin etkisi ile derin denizlerde ve görsel sedimanlarda görülür. Kalıntı şeklinde ince taneli organik madde, aerobik bakterilere karşı en dayanıklı organik madde tipidir. Oksijenli ortamlarda gömülmenin yavaş olması dolayısıyla sedimanların oksijenle temasının kesilmemesi nedeniyle karasal çökellerin yanı sıra karbonatlı kayaçlarda da D organik fasiyesi özellikleri gelişebilir.

Jones (1987) ve Baskin (1997) sınıflamalarına göre incelenen alandaki Ziyarettepe formasyonunun organik fasiyes özellikleri Rock-Eval piroliz analiz sonuçları ve organik petrografik incelemeler ile denleştirilerek ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Jones (1987)'a göre Ziyarettepe formasyonunda toplam organik karbon (TOK) değeri ortalama % 8.3'tür. Formasyonda ortalama % 83.75 ile amorf organik madde egemen iken, KD-5 örneğinde egemen organik madde %100 kömürsüdü. Rock-Eval piroliz analizi ile formasyonda ortalama 258 mg HC/g TOC hidrojen indeksi (HI) ve 47.6 mg CO<sub>2</sub> /g TOC oksijen indeksi (OI) değerleri belirlenmiştir. Petrografik açıdan değerlendirildiğinde incelenen örneklerde egemen organik madde tipi amorfudur. Yukarıda belirtildiği gibi HI, OI, TOC değerleri ile organik petrografi verileri birlikte yorumlandığında KD1, KD2, KD3 ve KD4 numaralı örnekler BC organik fasiyesinde, denizel az okside olmuş bir ortamda, KD5 örneği ise D organik fasiyesinde çökelmiştir.

## SONUÇLAR (RESULTS)

Bu çalışmada Kozan-Düzağaç (Adana) civarında yüzeyleyen Karbonifer yaşlı Ziyarettepe formasyonu içindeki bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal yöntemler ile hidrokarbon türüm potansiyelleri ve kaynak kaya özellikleri değerlendirilmiştir. İncelenen örnekler yüksek organik madde içeriğine sahiptir ve Tip II kerojen özelliği sunar.  $T_{max}$  değerlerine göre örneklerin olgun aşamada olduğu ve yüksek TOC, S1, S2 ve HI değerlerine göre hidrokarbon türüm potansiyellerinin bulunduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Altunsoy, M. ve Özçelik, O., 1992, "The characteristics of organic facies of the Bozbel Formation (Lutetian), Southern Hafik (Sivas) Türkiye", Work in progress on the geology of Türkiye, Kiele Univ., Abstracts, pp. 16.
- Altunsoy, M. ve Özçelik, O., 1993, "Organik Fasiyesler", C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Vol.,43, No: 1, s. 34- 39,

- Anders, D.E., ve Gerrild, P.M., 1984, "Hydrocarbon generation in lacustrine rocks of Tertiary Age, Uinta Basin, Utah, Organic carbon, pyrolysis yield, and light hydrocarbons, in Hydrocarbon source rocks of the Greater Rocky Mountain region (Woodward, Jane, ed., et al.)", *Rocky Mountain Association Geologists Symposium*, p. 513-529.
- Ayhan, A., 1988, 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Kozan- J21 paftası, MTA yayınları, Ankara.
- Baskin, D. K., 1997, "Atomic H/C ratio of kerogen as an estimate of thermal maturity and organic matter conversion", *AAPG Bull*, vol., 81, No: 9, p. 1437-1450.
- Dağlıoğlu, C., 1988, Kozan-Feke-Saimbeyli Tufanbeyli (Adana ilçeleri)-Sarız (Kayseri) ilçesi dolayının Demir Cevherleşmeleri Prospeksiyonu Jeoloji Raporu; MTA Derleme No: 9215, 102 s. (yayınlanmamış).
- Dağlıoğlu, C., 1990, T.D.Ç.A Genel Müdürlüğü Adına Adana-Feke-Mansurlu Çevresinde AR:1704, AR:1544, AR:1660, AR:1662 Ruhsat Alanlarında Yapılan Etüt ve Arama Çalışmaları Jeoloji Raporu; MTA Derleme No: 8910 (yayınlanmamış).
- Demirel, İ.H., 2004, "Petroleum systems in the Eastern and Central Taurus region, Turkey", *Marine and Petroleum Geology*, Vol., 21, p. 1061-1071.
- Demirel, İ.H., 2006, "Geological Setting and the Validity of the Petroleum System Logic in the Taurus Belt of Turkey", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, Vol., 28, No: 13, p. 1225 - 1239.
- Demirel, İ.H. ve 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, p.867-877.
- Demirtaşlı, E., 1967, Pınarbaşı-Sarız-Mağara civarının jeoloji raporu; MTA Enst. Raporu, Rap. No: 1935, 129 s. (yayınlanmamış).
- Durand, B. ve Oudin, J.L., 1980, "Exemple de migration des hydrocarbures dans une serie deltaïque: Le delta de la Mahakam, Kalimantan, Indonesie. Proc.", *10th World Petr. Congr.*, Colchester, UK, Vol.,2, p. 3-11.
- Espitalie, J., Madec, M. ve Tissot, B., 1977, "Source rock characterization", "9th offshore technology conference", p. 439-444.
- Espitalie, J., Deroo, G. ve Marquis, F., 1985, "La pyrolyse Rock-Eval et ses applications; première partie", *Rev. Inst. Fr. Pét.* Vol.,40, p. 563-579.
- Jackson, K.S., Hawkins, P.L. ve Bennett, A.J.R., 1985, "Regional facies and geochemical evolution of Southern Denison Tough", *APEA Journ.* Vol., 20, p. 143-158.
- Jones, R. W., 1987, "Organic Facies, in Advances in Petroleum Geochemistry", Ed. by J. Brooks and D. Welte (Academic Press, London), Vol., 2, pp. 1-91.
- Ketin, A., 1966, "Anadolu'nun tektonik birlikleri", *M.T.A Dergisi*, Sayı 66, s. 20-34.
- Klemme, H. D. ve Ulmishek, G.F., 1991, "Effective petroleum source rocks of the world; stratigraphic distribution and controlling depositional factors", *AAPG Bulletin*, Vol., 75, p. 1809-1851.
- Korkmaz, S., Gülbay, R. Kara ve Demirel, İ. H., 2008, "Source Rock Characteristics, Organic Maturity, and Hydrocarbon Potential of the Lower Paleozoic Sequences in the Taurus Belt of Turkey", *Petroleum Science and Technology*, Vol., 26, No: 16, p. 1869 -1886.
- Mann, U. ve Stein, R., 1997, "Organic Facies Variations, Source Rock Potential, and Sea Level Changes in Cretaceous Black Shales of the Quebrada Ocal, Upper Magdalena Valley, Colombia", *AAPG Bull.* Vol., 81, p. 556-576.
- Metin, S., Papak, İ. ve Keskin, H., 1982, Tufanbeyli-Sarız ve Göksün Saimbeyli Arasının Jeolojisi, MTA Rap., Ankara, No: 7219 (yayınlanmamış),
- Metin, S., 1983, Doğu Toroslar'da Derebaşı (Develi), Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) köyleri arasının jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Mühendislik Fak. Jeol. Müh. Bölümü, İstanbul,
- Metin, S., 1984, "Doğu Toroslarda Derebaşı (Develi), Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) Köyleri Arasının Jeolojisi", *A.Ü. Müh. Mim. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, Vol., 4, No: 1-2, p. 45-66.

- Metin, S., Papak, İ. ve Keskin, H., 1986, Tufanbeyli-Sarız ve Göksün Saimbeyli Arasının Jeolojisi, MTA Rap., Ankara.
- Metin, S., Ayhan, A., İnanç, A., Altun, İ., Keskin, H., Konuk, O. ve Karabalık, N. N., 1993, "Saimbeyli-Andırın Arasının Jeolojisi", *MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi*, Ankara.
- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A. ve Kruge, M.A., 1995, "Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rocks, and possible oil-source rock correlation based on pyrolysis of asphaltenes; Scotian Basin, Canada", *Org. Geoch.*, Vol., 22, No: 1, p. 85-104.
- Özgül, N., 1971, "Orta Toroslar'ın kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Sayı 14, s. 75-87.
- Özgül, N., Metin, S., Göger, E., Bingöl, A., Baydar, O. ve Erdoğan, B., 1973, "Tufanbeyli dolayının (Doğu Toroslar, Adana) Kambriyen-Tersiyer kayaları", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Sayı 16, s. 39-52.
- Özgül, N., 1976, "Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Sayı 19, No: 1, s. 65-78.
- Özgül, N., 2006, "Toroslar'ın Paleozoyik Yaşta Bazı Kaya Stratigrafi Birimleri", *Stratigrafi Komitesi 6. Çalıştayı (Toros Kuşağı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Prekambriyen-Paleozoyik Kaya Birimlerinin Litostratigrafi Adlamaları); Bildiri Özleri*, 1-8, Ankara.
- Özgül, N. ve Kozlu, H., 2002, "Kozan-Feke (Doğu Toroslar) Yöresinin Stratigrafisi ve Yapısal Konumu ile İlgili Bulgular", *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, Sayı 14, No: 1, s. 1-36.
- Peters, K. E., 1986, "Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis", *AAPG Bulletin*, March, Vol., 70, p. 318-329.
- Peters, K.E., ve Cassa, M.R., 1994, "Applied Source Rock Geochemistry. In: The petroleum system- from source to trap", L.B. Magoon and W.G. Dow (ed.). *American Association of Petroleum Geologists*, Memoir 60, p. 93-117.
- Tissot, B., ve Welte, D. H., 1978, "Petroleum formation and occurrence", Springer- Verlag New York, 598 p.
- Tissot, B., ve Welte, D., 1984, "Petroleum formation and occurrence", Berling, Springer-Verlag, 538 p.
- Varol, O.N., Demirel, İ.H., Rickards, R.B. ve Günay, Y., 2006, "Source rock characteristics and biostratigraphy of the Lower Silurian (Telychian) organic-rich shales at Akyaka, Central Taurus region, Turkey", *Marine and Petroleum Geology*, Vol., 23, p. 901-911.
- Yapıcı, N. ve Anıl, M., 2007, "Düzağaç Kuvarsit Yatağının (Kozan-Adana) Cam Sanayinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması", *Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.Dergisi*, Cilt.22, s.309-323.
- Yurtsever, T.Ş. ve Demirel, İ.H., 2006, "Essential Elements of the Allochthonous Taurus Petroleum System", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, Vol., 28, No: 14, p. 1303 – 1310.
- Yurtsever, T.Ş. ve Demrel, İ.H., 2006, "Petroleum Potential of the Cenomanian/Turonian Boundary Black Shales in the Lower and Middle Antalya Nappes, Western Taurus Region of Turkey", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, Vol., 28, No: 4, p. 299 – 309.