

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DENİZEL, GÖLSEL KAYNAK KAYALAR VE KÖMÜRLERİN ORGANİK
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE N-ALKAN SİSTEMATİĞİ:
SEÇİLMİŞ SAHALAR ÜZERİNE UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazar VARDALOĞLU

HAZİRAN 2016

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazar VARDALOĞLU Tarafından Hazırlanan**

**DENİZEL, GÖLSEL KAYNAK KAYALAR VE KÖMÜRLERİN ORGANİK
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE N-ALKAN SİSTEMATIĞI: SEÇİLMİŞ
SAHALAR ÜZERİNE UYGULANMASI**

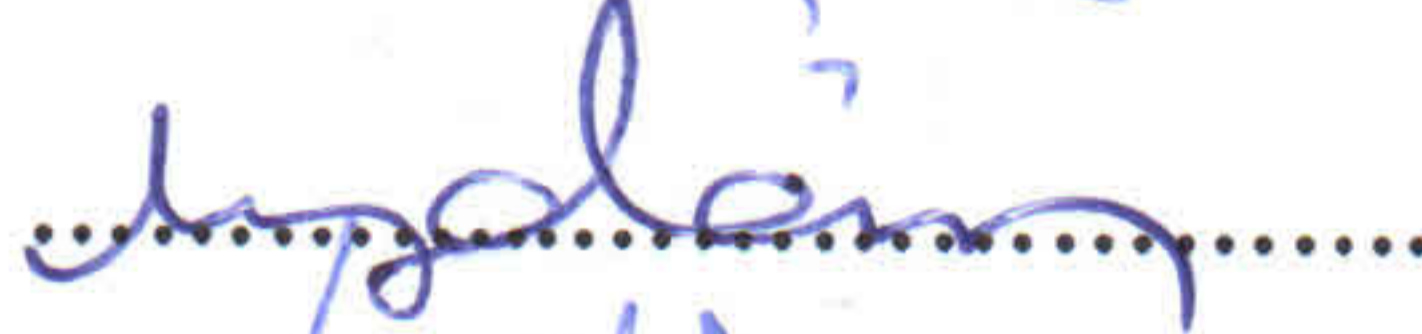
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24/05/2016 gün ve 1654 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY



Üye : Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER



Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatma HOŞ ÇEBİ



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Denizel, gölssel kaynak kayalar ile kömürlerin organik jeokimyasını ve n-alkan sistematığının incelenmesini amaçlayan bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Danışmanlığımı üstlerenек, tez çalışmamı ve kariyerimi yönlendirmesinin yanı sıra gösterdiği sabır ve anlayış için çok değerli hocam Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Engin bilgi ve birikimlerinden yararlandığım saygıdeğer hocalarım; Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ'a, Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ'a ve Yrd. Doç. Dr. Fatma HOŞ ÇEBİ'ye teşekkür ederim. Her koşulda maddi ve manevi yanımda olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak manevi anlamda ağabeyliğimi yapan Arş. Gör. Mert Samet ERDOĞAN'a teşekkür ederim.

Bu çalışmayı maddi olarak destekleyen KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (10840 nolu proje), TÜBİTAK (1001) Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Birimi'ne (114Y631 nolu proje) teşekkür ederim. Çalışmanın olmazsa olmazı olan nümunelerin alınmasında gerekli iyi niyeti gösteren Çelikler Elektrik Üretim A.Ş (Seyitömer-Kütahya) ve Kiptaş-Limak Adi Ortaklığı (Milas-Muğla) çalışanlarına ayrıca teşekkür ederim.

Bütün zor şartlara benimle birlikte katlanan, pozitif etkisiyle beni hep bir adım öne atan sevgili eşim Jeofizik Müh. Yelda VARDALOĞLU'na, babam Uluer VARDALOĞLU, annem Arzu VARDALOĞLU, kardeşim Meltem VARDALOĞLU'na, hayat felsefesi ve kimsede olmayan bakış açısı ile beni akademik kariyere sürükleyen rahmetli dedem İnşaat Yük. Müh. Hasan AYDIN'a minnetlerimi sunarım. İyi günümde ve kötü günümde her daim yanımda duran, her ne kadar bir kan bağım bulunmasa da “Kardeş” sıfatı ile bana destek olan arkadaşım Murat Emre ALEMDAĞ'a teşekkürü borç bilirim.

Hazar VARDALOĞLU

Trabzon, 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Denizel, Gölsel Kaynak Kayalar ve Kömürlerin Organik Jeokimyasal Özellikleri ve n-Alkan Sistematiği: Seçili Sahalara Uygulanması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17/06/2016

Hazar VARDALOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER-KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Coğrafik Konum	1
1.3. Önceki Çalışmalar	2
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Materyal ve Yöntem	9
2.1.1. Arazi Çalışmaları	9
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları	9
2.1.2.1. Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi	10
2.1.2.2. Gaz Kromatografi (GC) Analizi	10
3. BULGULAR.....	12
3.1. Genel Jeoloji.....	12
3.1.1. Giriş	12
3.1.2. Denizel Kaynak Kayalar.....	12
3.1.2.1. Dereköy Formasyonu (Antalya)	12
3.1.2.2. Çağlayan Formasyonu (Sinop)	18
3.1.3. Gölsel Kaynak Kayalar.....	27
3.1.3.1. Beypazarı Bitümü Şeylleri (Ankara)	27
3.1.3.2. Seyitömer Bitümlü Şeylleri (Kütahya)	34
3.1.4. Kömürler.....	38
3.1.4.1. Yatağan-Milas (Muğla) Kömürleri.....	38

3.1.4.2.	Seyitömer (Kütahya) Kömürleri	45
3.2.	Organik Jeokimya	48
3.2.1.	Giriş	48
3.2.2.	Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi	48
3.2.3.	Gaz Kromatografi (GC) Analizi	56
3.2.4.	Denizel Kaynak Kayalar [Dereköy Formasyonu (Antalya), Çağlayan Formasyonu (Sinop)]	59
3.2.4.1.	Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi	59
3.2.4.2.	Gaz Kromatografi (GC) Analizi	69
3.2.5.	Gölsel Kaynak Kayalar [Beypazarı Bitümlü Şeylleri (Ankara), Seyitömer Bitümlü Şeylleri (Kütahya)]	78
3.2.5.1.	Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi	78
3.2.5.2.	Gaz Kromatografi (GC) Analizi	86
3.2.6.	Kömürler [Yatağan-Milas Kömürleri (Muğla), Seyitömer Kömürleri (Kütahya)]	95
3.2.6.1.	Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi	95
3.2.6.2.	Gaz Kromatografi (GC) Analizi	103
3.3.	n- Alkanların İstatistiksel Değerlendirilmesi	114
3.3.1.	Korelasyon Analizi (Pearson)	114
3.3.2.	Cluster (Kümeleme) Analizi	120
3.3.3.	Diskriminant (Ayırma) Analizi	123
4.	TARTIŞMA	125
5.	SONUÇLAR	129
6.	KAYNAKÇA	133
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DENİZEL, GÖLSEL KAYNAK KAYALAR VE KÖMÜRLERİN ORGANİK JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE N-ALKAN SİSTEMATİĞİ: SEÇİLMİŞ SAHALAR ÜZERİNE UYGULANMASI

Hazar VARDALOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY
2016, 146 Sayfa

Bu çalışmada; denizel kaynak kayalar grubunda yer alan Dereköy (Antalya) ve Çağlayan (Sinop) formasyonlarının, gölssel kaynak kayalar grubunda yer alan Beypazarı (Ankara) ve Seyitömer (Kütahya) bitümlü şeyllerinin, kömürler grubunda yer alan Yatağan-Milas (Muğla) ve Seyitömer (Kütahya) kömürlerinin, organik jeokimyasal özellikleri ve n-alkan sistematiği araştırılmıştır. Organik madde içeriği bakımından, Muğla ve Seyitömer kömürleri düşük-orta seviyede, Çağlayan Formasyonu orta düzeyde, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri ise oldukça yüksek TOK değerlerine sahiptir. Piroliz (Rock Eval)/TOK analiz sonuçlarına göre; Dereköy Formasyonu için; Tip II, Çağlayan Formasyonu için Tip II-III, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri için baskın olarak Tip I, Muğla ve Seyitömer kömürleri için de Tip III kerojen içeriği belirlenmiştir. T_{max} ve PI değerlerine göre Dereköy Formasyonu ile Muğla ve Seyitömer kömürlerinin olgunlaşmadığı, Çağlayan Formasyonu ile Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin ise erken olgun olduğu belirlenmiştir. n-alkan dağılımlarına göre Dereköy ve Çağlayan formasyonları; çoğunlukla denizel algal, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri algal, Muğla ve Seyitömer kömürleri çoğunlukla karasal organik içermektedir. Pr/Ph oranları; Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin anoksik, Çağlayan Formasyonunun oksik, Dereköy Formasyonu, Muğla ve Seyitömer kömürlerinin ise suboksik ortam koşullarında çökelmiş olduklarını göstermektedir. P_{wax} ve P_{aq} değerlerine göre; Muğla ve Seyitömer kömürlerindeki organik maddenin, çökeldiği andaki iklim koşullarının kuru ve soğuk olduğu, bu organik maddeleri oluşturan bitki türlerinin ise, suyu seven damarlı ve yüksek bitkiler olduğu sonuçlarına varılmıştır. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmeler sonucunda; farklı kökenden türeyen organik maddelerin, farklı n-alkan gruplaşmaları oluşturduğu ve bunun sonucunda denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlerin birbirlerinden ayrıldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitümlü şeyl, kömür, piroliz, GC, n-alkan, TOK, paleoiklim, istatistik.

Master Thesis

SUMMARY

THE ORGANIC GEO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE MARINE, LACUSTRINE SOURCE ROCKS AND COALS, AND THE N-ALKANE SYSTEMATICS: APPLICATION ON SELECTED AREAS

Hazar VARDALOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Nature and Applied Sciences
Geology Engineering Department
Supervisor: Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY
2016, 146 Pages

In this study, organic geochemical characteristics and the n-alkane systematics of marine [Dereköy Formation (Antalya), Çağlayan Formation (Sinop)], lacustrine [Beypazarı (Ankara) and Seyitömer (Kütahya) oil shales] source rocks and coals (Muğla and Seyitömer coals) have been examined. In terms of organic matter content, the Çağlayan Formation has an assessable (medium) level TOK values, and the Beypazarı, Seyitömer oil shales and the Muğla, Seyitömer coals have extremely high TOK values. The Pyrolysis (Rock Eval)/TOK analysis results are as follows; Dereköy Formation; Type II; for the Çağlayan Formation Type II-III; for the Beypazarı and Seyitömer oil shales Type I, II; for the Muğla and Seyitömer coals, Type III kerogen. According to the Tmax and PI values, it has been determined that the source rocks have not become mature yet. According to the n-alkane distributions, the Dereköy and Çağlayan formation have been derived mostly of algal organic matter; the Beypazarı and Seyitömer oil shales have been derived of algal and terrestrial; the Muğla and Seyitömer coals have been derived mostly of terrestrial organic matter; and show similar distributions among themselves. The Pr/Ph rates have revealed that the Beypazarı and Seyitömer oil shales contain anoxic; the Çağlayan Formation oxitic; the Dereköy Formation, Muğla and Seyitömer coals contain suboxic organic matter precipitated in medium conditions. According to the Pwax and Paq values; it has been concluded that the climate conditions of the organic matter in Muğla and Seyitömer coals were humid at the time of precipitation; and the plant types that constitute these organic matters were hydrophilic, streaked, and high ones. At the end of the statistical assessments, it has been concluded that the organic matters that are derived from different stems formed different n-alkane groups; and as a result of this, the marine, lacustrine source rocks and coals were separated from each other.

Key Words: Oil shale, coal, Pyrolysis, GC, n-alkane, TOK, paleoclimate, statistic.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma sahalarına birimlerin lokasyon haritası.....	2
Şekil 2. Antalya güney batısının jeolojik haritası (Yurtsever (2003)'den değiştirilmiştir), Dereköy Formasyonundan alınan kesit, örnek lokasyonları ve çalışma alanının yer bulduru haritası	13
Şekil 3. Çataltepe Napının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yurtsever, 2003).	14
Şekil 4. Dereköy Formasyonundan ölçülen stratigrafik kesitlerin ve nokta örnek lokasyonlarının uydu görüntüsü üzerindeki konumları	15
Şekil 5. Dereköy Formasyonundan ölçülen stratigrafik kesitler (a) (x: 4072871; y: 261487; z: 1264 m); (b) (x: 4072656; y: 261668; z: 1248 m).....	16
Şekil 6. Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü. (a) Dereköy'ün kuzeydoğusunda mostra veren Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü (DK-1 - DK-8 nokta örnek lokasyonu); (b), (c), (d) Dereköy-I kesitinin alındığı lokasyonda Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü; (e), (f) Dereköy-II kesitinin alındığı lokasyonda Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü; (g),(h),(ı),(i) Dereköy-Büyükalan arasındaki alanda yüzeyleme veren Dereköy Formasyonu ve lokal olarak ara seviyelerde gözlenen yapraklanmalı siyah şeyllerin arazideki görünümü	17
Şekil 7. Çalışma alanının yer bulduru, jeoloji haritası ve Çağlayan Formasyonundan ölçülen stratigrafik kesitlerin yeri (Korkmaz, 1984).	20
Şekil 8. Sinop havzasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Korkmaz, 1984).	21
Şekil 9. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Yeşilçam ve Dranaz ölçülü stratigrafik kesitlerin uydu görüntüsü üzerindeki lokasyonları	22
Şekil 10. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Dranaz ölçülü stratigrafik kesiti (x: 4607842; y: 655639; z: 987 m).....	23
Şekil 11. Dranaz yöresinde yüzeyleme veren Çağlayan Formasyonuna ait kumtaşı ara katkılı siyah şeyllerin arazideki görünümü. (a) Orta-kalın katmanlı siyah şeyller; (b) Belirgin yapraklanmalı yapıya sahip, istifin üst seviyelerinde yüzeyleyen siyah şeyller; (c) Kumtaşı ara katmanları içeren siyah şeyllerin arazideki görünümü; (d) Çağlayan Formasyonunun Dranaz yol yarmasındaki görünümü; (e) Dranaz ölçülü stratigrafik kesitinin alt ve orta seviyelerinin arazideki görünümü; (f) Dranaz ölçülü stratigrafik kesitinin üst seviyelerinin arazideki görünümü	24
Şekil 12. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Yeşilçam ölçülü stratigrafik kesiti ve Çağlayan Formasyonunun yol yarmasındaki görünümü	25
Şekil 13. (a-1) Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerin Yeşilçam'ın güneyinde, yol yarmasındaki görünümü.....	26

Şekil 14.	Beypazarı bitümlü şeyl sahasına ait yer bulduru haritası, genel jeoloji haritası (Şener ve Şengüler (1991)'den sadeleştirilmiştir).....	29
Şekil 15.	Beypazarı bitümlü şeyl sahasına ait genelleştirilmiş kolon kesit (Şener ve Şengüler, 1991).	30
Şekil 16.	(a), (b) Beypazarı bitümlü şeyl istifinin arazideki genel görünümü; (c), (d) Bitümlü şeylerde gözlenen yapraklanma yapılarının ve laminalanmanın arazideki görünümü	31
Şekil 17.	Beypazarı bitümlü şeyl sahasında yer alan BB-1,1037 sondajları ve Çayırhan ölçülü stratigrafik kesitinin uydu görüntüsü üzerindeki lokasyonları.....	31
Şekil 18.	Beypazarı bitümlü şeylerine ait (a) BB-1 nolu sondajın logu (x: 4442694; y: 381457; z: 507); (b) 1037 nolu sondajın logu (x: 4440255; y: 387446; z: 572).....	32
Şekil 19.	Beypazarı bitümlü şeylerine ait ölçülü stratigrafik kesit lokasyonu (x: 4443191; y: 385078; z: 574 m).....	33
Şekil 20.	Seyitömer bitümlü şeyl sahasına ait yer bulduru ve jeolojik harita (Şener ve Şengüler, 1992'den değiştirilmiştir).	34
Şekil 21.	(a) Seyitömer bitümlü şeyl sahasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Şener ve Şengüler, 1992), (b) Seyitömer bitümlü şeylerine ait BS-5 sondajının logu (x: 4385706; y: 745180; z: 1165 m) ve örnek lokasyonları.....	35
Şekil 22.	Seyitömer bitümlü şeylerinin kömür işletmesine ait şevlerde ve arazideki mostralardaki görünümü. (a), (b) Kömür işletmesine ait şevlerde yüzeyleyen bitümlü şeyler; (c), (d) Yol yarmasında yüzeyleyen bitümlü şeylerin uzak ve yakın görünümü; (e) Bitümlü şeyl içeren istifin arazideki genel görünümü; (f) Bitümlü şeylerin sahip olduğu belirgin yapraklanma özelliklerinin arazideki görünümü	37
Şekil 23.	Seyitömer bitümlü şeyl sahasında yer alan BS-5 sondajının uydu görüntüsündeki yeri	38
Şekil 24.	Milas ve Yatağan (Muğla) kömür sahalarına ait yer bulduru ve jeolojik harita (Querol vd., 1999).	39
Şekil 25.	Milas-Yatağan kömür sahasına ait genelleştirilmiş dikme kesit	41
Şekil 26.	Milas ve Yatağan (Muğla) kömür sahalarından ölçülen stratigrafik kesitlerin uydu görüntüsü üzerindeki konumları	41
Şekil 27.	Yatağan-Eskihisar açık kömür işletme sahasından ölçülen stratigrafik kesit, örnek lokasyonları ve kömürlerin işletme sahasındaki görünümleri.....	42
Şekil 28.	Yatağan- Eskihisar açık kömür işletmesindeki kömürlü istife ait görüntüler.....	43
Şekil 29.	Milas-Yeniköy-Işıklar açık işletme sahasından ölçülen kömürlü istif ve açık işletme sahasından kömürlü istifin görünümü	44

Şekil 30.	(a) Işıklar sahasındaki kömürlü istifin alt seviyelerinde gözlenen kömürlerin yakından görünümü; (b) Kömürlü istifin alt seviyelerinde gözlenen yumrulu kireçtaşları; (c) Kömürlü istifin alt seviyesinin genel görünümü; (d) Kömürlü istifin orta seviyelerinin arazideki görünümü; (e) Kömürlü istifin üst seviyelerinin açık işletme sahasındaki görünümü (f) İstifin üst seviyelerindeki kömürlerin yakından görünümü.....	45
Şekil 31.	Seyitömer kömür sahasından ölçülen stratigrafik kesitin uydu görüntüsündeki yeri	46
Şekil 32.	Seyitömer kömür sahasından ölçülen stratigrafik kesit, örnek lokasyonları ve kömürlerin açık işletmedeki görünümü	47
Şekil 33.	(a), (b) Seyitömer kömür işletmesindeki kömürlerin uzaktan görünümü; (c), (d) Kömürlerin yakından görünümü.....	48
Şekil 34.	Tmax değerlerine karşılık kerojen tipleri ve petrol türetme aralıkları (Espitalié vd., 1977).....	51
Şekil 35.	Dereköy Formasyonuna ait siyah şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı	62
Şekil 36.	Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı	63
Şekil 37.	S ₂ -TOK (Dembicki, 2009) kaynak kaya sınıflama diyagramı, Dereköy ve Çağlayan formasyonlarının bu diyagramdaki yerleri	63
Şekil 38.	Dereköy Formasyonuna ait siyah şeyllerin (Dranaz ve Yeşilçam lokasyonları) H _I frekans (%) dağılım diyagramı.....	64
Şekil 39.	Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerin (Dranaz ve Yeşilçam lokasyonları) H _I frekans (%) dağılım diyagramı.....	65
Şekil 40.	(a) H _I -O _I (Espitalié vd.,1977); (b) H _I -Tmax (Mukhopadhyay vd., 1995)kerojen tipi sınıflama diyagramları Dereköy ve Çağlayan Formasyonlarının bu diyagramlardaki yerleri	66
Şekil 41.	S ₂ -TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Dereköy ve Çağlayan Formasyonlarının bu diyagramlardaki yeri	66
Şekil 42.	S ₂ -TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Yeşilçam ve Dranaz kesitlerinin (Çağlayan Formasyonu) bu diyagramdaki yeri	69
Şekil 43.	HI-TOK (Jackson vd., 1985) kaynak kaya sınıflama diyagramı, Dereköy ve Çağlayan formasyonlarının bu diyagramdaki yerleri.....	71
Şekil 44.	(a) DK-2 ve (b) DK-11 örneklerine ait gaz kromatogramları.....	72
Şekil 45.	(a) DB-29 ve (b) BAK-5 örneklerine ait gaz kromatogramları	75
Şekil 46.	(a) BD-15 ve (b) BD-21 örneklerine ait gaz kromatogramları	75
Şekil 47.	(a) BD-39 ve (b) BY-28 örneklerine ait gaz kromatogramları	76

Şekil 48.	Pr/nC17-Ph/nC18 diyagramında (Peters vd., 1999), Dereköy ve Çağlayan formasyonlarına ait örneklerin dağılımı	77
Şekil 49.	Beypazarı bitümlü şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı	81
Şekil 50.	Seyitömer bitümlü şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı	82
Şekil 51.	S ₂ -TOK (Dembicki, 2009) kaynak kaya sınıflama diyagramı, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin bu diyagramdaki yerleri	82
Şekil 52.	Beypazarı bitümlü şeyllerinin H _I frekans (%) dağılım diyagramı	83
Şekil 53.	Seyitömer bitümlü şeyllerinin H _I frekans (%) dağılım diyagramı	83
Şekil 54.	(a) H _I -O _I (Espitalié vd.,1977), (b) H _I -Tmax (Mukhopadhyay vd., 1995) kerojen tipi sınıflama diyagramları, Seyitömer ve Beypazarı bitümlü şeyllerinin bu diyagramlardaki yerleri	84
Şekil 55.	S ₂ -TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin bu diyagramlardaki yeri	84
Şekil 56.	(a)BB-1/3 ve (b)BB-1/9 örneklerine ait gaz kromatogramları	88
Şekil 57.	(a)1037-3 ve (b)BÇD-13 örneklerine ait gaz kromatogramları	89
Şekil 58.	(a) BS-5/2 ve (b) BS-5/5 örneklerine ait gaz kromatogramları	92
Şekil 59.	(a) BS-5/7 ve (b) BS-5/9 örneklerine ait gaz kromatogramları	93
Şekil 60.	Pr/nC17-Ph/nC18 diyagramında (Peters vd., 1999), Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı	94
Şekil 61.	Muğla kömürlerinin (Yatağan-Milas) TOK frekans (%) dağılım diyagramı	98
Şekil 62.	Seyitömer kömürlerinin (Yatağan-Milas) TOK frekans (%) dağılım diyagramı	98
Şekil 63.	Muğla kömürlerinin (Yatağan-Milas) şeyllerinin H _I frekans (%) dağılım diyagramı	99
Şekil 64.	Seyitömer kömürlerinin (Yatağan-Milas) şeyllerinin H _I frekans (%) dağılım diyagramı	100
Şekil 65.	(a) H _I -O _I (Espitalié vd.,1977); (b) H _I -Tmax (Mukhopadhyay vd., 1995) kerojen tipi sınıflama diyagramları, Yatağan, Milas (Muğla) ve Seyitömer (Kütahya) kömürlerinin bu diyagramlardaki yerleri	100
Şekil 66.	S ₂ -TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990),Yatağan, Milas (Muğla) ve Seyitömer (Kütahya) kömürlerinin bu diyagramdaki yerleri	101
Şekil 67.	(a) MYI-5 ve (b) MYI-21 örneklerine ait gaz kromatogramları.....	106
Şekil 68.	(a) YE-12 ve (b) YE-32 örneklerine ait gaz kromatogramları	107
Şekil 69.	(a) SS-1 ve (b) SS-4 örneklerine ait gaz kromatogramları	111
Şekil 70.	(a) SS-9 ve (b) SS-15 örneklerine ait gaz kromatogramları	112

Şekil 71.	Pr/nC ₁₇ -Ph/nC ₁₈ diyagramında (Peters vd., 1999), Muğla ve Seyitömer kömürlerinin dağılımı	113
Şekil 72.	Denizel kökenli kaynak kayalara ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendogram	120
Şekil 73.	Gösel kökenli kaynak kayalara ait n-alkan veriler ile oluşturulan dendogram	121
Şekil 74.	Kömürlere ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendogram	122
Şekil 75.	Tüm sahalara ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendogram	122
Şekil 76.	Denizel, gösel kaynak kayalar ve kömürlere ait örneklerin oluşturduğu diskriminant grafiği.	123



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. S ₂ sınır değerleri (Espitalié vd., 1977).....	49
Tablo 2. Espitalié vd., (1977)'e göre Tmax sınır değerleri.....	50
Tablo 3. Tmax değerlerine karşılık kerojen tipleri ve olgunluk değerleri (Espitalié vd., 1977).....	51
Tablo 4. Tmax değerlerine karşılık olgunlaşma düzeyleri (Espitalié vd., 1977).....	51
Tablo 5. Jarvie (1991)'e göre sınır TOK değerleri	52
Tablo 6. HI sınır değerlerine karşılık kerojen tipleri (Jones, 1984).....	53
Tablo 7. PI sınır değerleri (Espitalié vd., 1977).....	54
Tablo 8. S ₂ / S ₃ sınır değerleri (Clements vd., 1979).....	55
Tablo 9. Jarvie ve Baker (1984)'e göre (S ₁ /TOK) x 100 değerlerinin yorumlanması	55
Tablo 10. Potansiyel ürün değerlerine karşılık kaynak kaya potansiyelleri	55
Tablo 11. Dereköy Formasyonundan alınan siyah şeyl örneklerinin TOK/piroliz analiz sonuçları ve hesaplanan parametreler	60
Tablo 12. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Dranz ve Yeşilçam kesitlerine ait siyah şeyl örneklerinin TOK/piroliz analiz sonuçları ve hesaplanan parametreler	61
Tablo 13. Dereköy Formasyonuna ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler.....	70
Tablo 14. Çağlayan Formasyonuna ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler.....	77
Tablo 15. Beypazarı bitümlü şeyllere ait BB-1, 1037 sondajlarından ve Çayırhan ölçülü stratigrafik kesitinden alınan bitümlü şeyl örneklerinin TOK/piroliz analizi (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler	79
Tablo 16. Seyitömer bitümlü şeyllere ait BS-5 sondajından alınan bitümlü şeyl örneklerinin TOK/piroliz analiz (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler	80
Tablo 17. Beypazarı bitümlü şeyllere ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler.....	90
Tablo 18. Seyitömer bitümlü şeyllere ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler.....	94
Tablo 19. Yatağan-Eskihisar ve Milas-Işıklar (Muğla) kömür sahalarından alınan kömür örneklerinin TOK/piroliz analiz (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler	96

Tablo 20.	Seyitömer (Kütahya) kömür sahasından alınan kömür örneklerinin TOK/piroliz analiz (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler	97
Tablo 21.	Milas-Yatağan (Muğla) kömürlerine ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler	105
Tablo 22.	Seyitömer (Kütahya) kömürlerine ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler	110
Tablo 23.	Çağlayan ve Dereköy formasyonlarına ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları	116
Tablo 24.	Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylerine ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları	117
Tablo 25.	Muğla (Yatağan-Milas) ve Seyitömer kömürlerine ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları.....	118
Tablo 26.	Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömür örneklerine ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları.....	119

SEMBOLLER-KISALTMALAR DİZİNİ

- ACL : Average Chain Length (Ortalama Zincir Uzunluğu)
- CPI : Carbon Preference Index (Karbon Tercih İndeksi)
- GC : Gaz Kromatografisi
- Hİ : Hidrojen İndeksi
- HK : Hidrokarbon
- Oİ : Oksijen İndeksi
- Ph : Fitan
- Pr : Pristan
- PÜ : Potansiyel Ürün ($S_1 + S_2$)
- RC : Residuel Carbon (Kalıntı Karbon)
- S_1 : Kayaç içerisindeki serbest hidrokarbon miktarı
- S_2 : Kerojenin piroliz sonrasında ısısız parçalanması ile açığa çıkan hidrokarbon miktarı
- S_3 : Kerojenin piroliz sonrasında ısısız parçalanması ile açığa çıkan CO_2 miktarı
- S_4 : Kalıntı karbon, oksidasyon sırasında açığa çıkan CO_2 miktarı
- T_{max} : S_2 pikinin maksimum olduğu zamandaki sıcaklık değeri
- TOK : Toplam Organik Karbon
- Üİ: Üretim İndeksi [$S_1 / (S_1 + S_2)$]

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışmada; denizel ve gölssel kaynak kayalar ile kömürlerin içerdiği organik madde miktarları, tipleri ve olgunlukları, piroliz (Rock Eval) ve gaz kromatografi (GC) analizleri ile belirlenmiş olup hidrokarbon potansiyelleri yorumlanmıştır. Ayrıca gaz kromatogramlarında elde edilen n-alkan dağılımlarının denizel, gölssel ve karasal organik maddeye göre değişimi istatistiksel yöntemlerle ortaya koyulmuştur. Elde edilen verilerle, n-alkan dağılımlarına göre kaynak kayaların çökeltme ortamlarındaki iklimsel koşulları belirlenmiş ya da bu kaynak kayalar tarafından türetilen petrolerin kökenlerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafik Konum

Bu çalışmanın konusunu oluşturan denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürler Türkiye'nin farklı bölgelerinde yer almaktadırlar (Şekil 1). Bu tez kapsamında altı farklı lokasyonda çalışılmıştır. Boyabat (Sinop) bölgesinde yer alan çalışma sahası E33-c1 ve E33-c3 nolu paftalar içerisinde yer almakta olup Boyabat'ın hemen kuzeyinde, Dranz Tüneli'nin güney taraftan çıkışında yer almaktadır. Çalışma alanına asfalt ve stabilize yollar yardımıyla ulaşmak mümkündür.

Dereköy (Antalya) bölgesinde yer alan çalışma sahası; O24-b4 nolu pafta içerisinde, Kemer ilçesinin kuzeybatısında Batı Torosların hemen altında Dereköy ve Büyükalan mevkileri arasında yer almaktadır. Çalışma alanına asfalt ve stabilize yollarla ulaşmak mümkündür.

Beypazarı (Ankara) bölgesinde yer alan çalışma sahası Bolu H27-d2 nolu pafta içerisinde, Çayırhan ve Uluköy mevkileri arasında yer almaktadır. Çalışma alanına asfalt ve stabilize yollar yardımıyla ulaşmak mümkündür.

Seyitömer (Kütahya) bölgesinde yer alan çalışma sahası Kütahya İ23-c3 nolu pafta içerisinde, Seyitömer ilçesinin hemen batısında Çelikler Elektrik Üretim A.Ş kontrolünde bulunan termik santral alanı ve yakınlarında yer almaktadır. Çalışma alanı Çelikler grubunun kontrolünde yer almakta olup, asfalt ve stabilize yollar yardımıyla ulaşım sağlanmaktadır.

Milas - Yatağan (Muğla) bölgesinde yer alan çalışma sahası N19-c3 ve N20-a4 nolu paftalar içerisinde, Yeniköy Elektrik Üretim A.Ş kontrolü altında yer almaktadır. Açık olarak işletilmekte olan Yeniköy-Işıklar ve Yatağan-Eskihisar mevkiilerinde yer alan çalışma sahalarına asfalt ve stabilize yollar yardımıyla ulaşmak mümkündür.



Şekil 1. Çalışma sahalarının lokasyon haritası

1.3. Önceki Çalışmalar

Çalışma sahalarında önceden yapılmış birçok çalışma var olup bunlardan önemli olarak görülen birkaçı aşağıda yer almaktadır;

Blumenthal (1944), Toros kuşağını “Doğu Toroslar” ve “Batı Toroslar” olarak iki kısma ayırmış ve Doğu Torosları, Karaman-Aşağı Göksu çöküntüsünün doğusunda, Batı Torosları ise batısında kalan bölüm olarak sınırlandırmıştır. Bozkır güneyinde kalan alanda Nap biçiminde örtülerin bulunduğunu belirterek tektonik ilişkinin varlığını ilk kez ileri sürmüştür. Toroslarda bulunan allokon konumlu önemli birimlerden Aladağ Birliği’ni "Hadım Napı" olarak adlandırmıştır. Araştırmacı daha sonraki çalışmalarında (Blumenthal, 1947 ve 1951), Torosların genel jeolojik yapısına değinerek bölgede faylanmaların hakim

olduğunu, Laramik, Pirene ve Rodanik fazlarının izlerinin varlığını, Austrik fazı ile Hersiniyen hareketlerinin kesin verilerinin ise belirlenemediğini vurgulamıştır.

Erol (1955), tarafından Beypazarı Neojen havzasında ilk kapsamlı jeolojik çalışma yapılmıştır. Yazar, Neojen yaşlı göl çökellerini ayrıntılı bir şekilde incelemiş ve çeşitli fasiyelerle yanal geçişlerin bulunduğu dikkat çekmiştir. Daha sonraki çalışmalar genellikle Çayırhan linyitleri ve bölgede olası bitümlü şeyller üzerinde yoğunlaşmıştır.

Göktunalı (1963), tarafından Beypazarı linyitleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Göktunalı, bölgenin 1/25.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasını yapmış ve Neojen birimlerini 4 ayrı formasyon altında toplamıştır. Özellikle kömürlü seviyelerin kalınlık ve yayılımlarını ortaya koymuştur.

Abdüselamoğlu (1965), Yatağan civarında yüzeyleyen Formasyonlar arasında karşılaştırmalar yapmıştır. Bu bölgede yer alan Neojen yaşlı formasyonların karasal fasiyeste çökelmiş konglomera, kumtaşı ve gölsel kireçtaşlarından oluştuğunu belirtmiştir.

Güvenç (1965), Toroslardaki Karbonifer ve Permien yaşlı istiflerin ayrıntılı ilk stratigrafi ve mikro paleontoloji çalışmasını yapmıştır. Araştırmacı Hadım Napı Karbonifer'ini bölüm ve katlarıyla, Alt Permien'i dört biyozona ayırarak, Üst Permien'i ise fusulinler ve alg zonları ile tanımlamış ve bu dönem boyunca sürekli sedimantasyonun varlığına işaret etmiştir. Güvenç (1965) daha sonra Güvenç(1977), Güvenç vd. (1991), Güvenç vd. (1994) ve Demirel ve Tekin (1993) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda "Anadolu Platformu" olarak isimlendirilen bölgeyi, Devonien'den Permien sonuna kadar genelde karbonatların baskın olduğu, Karbonifer - Permien geçişinde Girvenellalı kireçtaşları ve demir oksitli oluşumların yer aldığı, Permien'de ise arada kırıntılı seviyelerin bulunduğu, genelde killi ara katkı içeren boz ve siyah kireçtaşlarının egemen olduğu bir bölge olarak tanımlamışlardır.

Yücelay (1970), Eskişehir civarında kömür içeren sahanın jeolojik etüdünü yapmış ve daha önce yapılan sondajlardan bazılarında olumlu sonuç alınmasından dolayı 29 lokasyonda daha sondaj teklif etmiştir. Yazar, incelediği sektörlerde kömür kalınlıklarını ve tüm alanlarda toplam 45 milyon ton kömür rezervi olduğunu belirtmiştir.

Özgül (1976), Toros kuşağını, Paleozoyik ve daha genç yastaki birimleri farklı havza koşullarında çökelmiş olmalarından ve tektonik konumlarından dolayı "birlik" olarak tanımlamıştır. 10.000 m'den fazla kalınlığa sahip, organik maddece zengin formasyonlar içeren sedimanların olduğu göreceli olarak ftokton konumlu ve Kambriyen-Eosen yaş aralığında çökelmiş çeşitli formasyonlar ile bazı önemli çökelmezlik dönemlerini kapsayan

birimleri "Geyikdağı Birliği" olarak adlandırmıştır. Araştırmacı Toroslarda özellikle Geç Paleozoyik - Tersiyer yaş aralığında yüzeyleyen farklı özelliklerdeki birimleri; Geyikdağı Birliği, Aladağ Birliği ve Alanya Birliği olarak adlandırmış ve Aladağ, Bolcardağ ve Bozkır birliklerinin kuzeyden güneye, Otokton konumlu Geyikdağı Birliği'nin üzerine en son olarak Lütesiyen hareketleriyle itildiğini belirtmiştir.

Atalay (1980), Yatağan civarındaki karasal Neojen'in stratigrafisini incelemiştir. Bu bölgede Eskihisar ve Yatağan Formasyonu adlı iki formasyon ayırtlamış ve bunların akarsu ve göl çökellerinden oluştuğunu ileri sürmüştür. Bu formasyonlar içindeki üyelerde bulunduğu fosillere göre Turgut Üyesinin Orta Astratasyen, Sekköy Üyesinin Geç Astratasyen ve Yatağan Formasyonunun tüm üyeleri için Turoliyen kat yaşlarını vermiştir.

Şenel vd., (1981, 1992) ve Şenel (1984, 1986 a,b), Batı Toroslarda Antalya Körfezi batısında yaptıkları çalışmalarda bu alanda Beydağları Otoktonu, Antalya Napları, Likya Napları ve Yeşilbarak Napının yüzeylendiğini belirtmektedirler. Araştırmacılara göre; Beydağları Otoktonu; Malm-Geç Kretase yaşlı Beydağları Formasyonu, Paleosen yaşlı Söbütepe Formasyonu, Geç Lütesiyen-Priaboniyen yaşlı Küçükköy Formasyonu, Erken Miyosen yaşlı Karabayır Formasyonu ile Karakuştepe Formasyonu ve Geç Burdigaliyen-Langiyen yaşlı Kasaba Formasyonu ile temsil edilir. Antalya Napları yapısal ve stratigrafik özelliklerine göre Geç Triyas-Geç Kretase yaşlı Çataltepe Napı, Geç Permiyen-Geç Kretase yaşlı Alakırçay Napı, Orta Kambriyen-Geç Kretase yaşlı Tahtalıdağ Napı ile Tekirova Ofiyoliti ve Kırkdirek Formasyonundan oluşan Tekirova Ofiyolit Napı olarak sınıflandırılmıştır. Likya Napları bu alanda yalnızca Jura-Kretase yaşlı Gülbahar Napı ile temsil edilir. Ayrıca bölgede, Beydağları Otoktonu ile Likya Napları arasında, yanal yönlerde süreklilik sunan ve Geç Lütesiyen-Erken Miyosen yaşlı Yeşilbarak Napı yer alır.

Erakman vd. (1982), Batı Torosların dört büyük jeolojik üniteden oluştuğunu belirtmekte ve bu üniteleri doğudan batıya doğru Antalya Napları, Beydağı Otoktonu, Elmalı (Likya) Napları ve Menderes Masifi şeklinde sıralamaktadırlar. Kalkan-Elmalı-Korkuteli hattı boyunca Elmalı Naplarının altında kalan Beydağı Otoktonu istifinin 75 km batıda, Göcek'te benzer fasiyeslerde tekrar yüzeylendiğini ve kendi içinde yerel uyumsuzluklar gösterdiğini belirtmektedirler. Elmalı Naplarının, ofiyolitlerle melanjin dışında beş adet sedimanter seriden oluştuğunu ve bu serilerin hepsinin, Beydağı ve Menderes masifinin giderek derinleşen parçaları olduğuna değinmektedirler.

Gedik ve Korkmaz (1984), Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) Havzasının Jeolojisi ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi adlı çalışmalarında; Orta Karadeniz Bölgesinde, temelde

yer alan metamorfik kayalar üzerinde Liyas-Kuvaterner zaman aralığında çökelen kaya birimlerini tanımlamış ve çeşitli evrelerde oluşan volkanik kayalarda yapılan petrolojik çalışmalar sunmuşlardır. Bölgesel jeodinamik evrim ve kimyasal nitelikleri göz önüne alındığında, volkanik kayalardan, Geç Kretase yaşlı olan Hamsaros volkanikleri, Yemişliçay Formasyonu, Çokran üyesi ile Eosen yaşlı olan Tekkeköy volkanitlerinin, ada yayı volkanikleri grubundan oldukları ve eski bir yitim zonundan oluştukları; Pliyo-Kuvaterner yaşlı Akyörük bazaltlarının ise, daha sonra kıta ortasında manto yükselimi ile oluştuğu sonucuna varmışlardır.

Helvacı vd. (1988), tarafından Beypazarı (Ankara) yöresindeki trona içeren Neojen yaşlı, volkanosedimenter istifeye ait çamurtaşı ve kiltaşları x-ışınları difraksiyon yöntemiyle incelenmiştir. Yazar tarafından çalışma sonucu, trona içeren (alt düzey) çamurtaşı ve kiltaşlarının tane boyu 2 µm dan küçük fraksiyonlarının %67 iyi kristalli simektit ve %33 illitten oluştuğu ve trona içermeyen çamurtaşı ve kiltaşlarının tane boyu 2 µm den küçük fraksiyonlarının ise %30 kötü kristalli simektit ve %70 illitten oluştuğu saptanmıştır.

Sonel vd. (1989), Boyabat (Sinop) Havzası Ekinveren Fayının petrol aramalarındaki önemi adlı çalışmalarında, Boyabat Havzasını Pontid Kuşağındaki petrol olanakları bakımından en ümitli sedimanter havzalardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Ekinveren köyünden doğuya doğru takip edilebilen ve hazne kaya özellikleri arz eden Çağlayan Formasyonunun alt seviyelerinde izlenen kalın katmanlı kumtaşlarının Dodurga Köyünün kuzeyinden Uzunöz Yaylasına doğru Yemişliçay Formasyonu altında da devam ettikleri, ayrıca Uzunöz yaylasında Yemişliçay Formasyonu içinden gelen kuvvetli doğal gaz çıkışlarının altta gömülü olan Çağlayan Kumtaşlarından geldiğini belirtmişlerdir. Genelde volkanik faaliyetlerin petrol aramalarında olumsuz etkileri olduğu düşünülmekte ise de, Çağlayan Kumtaşları ve İnaltı Kireçtaşlarının Yemişliçay Formasyonu altındaki alanlarda petrol aramalarında önemli olabileceğini çalışmalarında belirtmişlerdir. Ekinveren Fayı bölgede oluşabilecek petrolün kapanlanmasında etkili olabilecek niteliktedir. Fay Zonunun güneyi, kuzeyi ve Çağlayan ile İnaltı Formasyonlarının, Yemişliçay Formasyonu altında yayılım gösterdiği alanlar ümitli bölgeler olarak değerlendirildiğine çalışmalarında değinmişlerdir.

Ulusay (1991), Yatağan-Eskihisar Açık İşletmesinde şev stabilitesi incelemeleri yapmış ve bu bölgedeki Neojen'i Formasyon bazında incelemiştir. Sekköy Formasyonunu temsil eden çökellerin yanı sıra, havza kenarlarında detritik bir fasiyes ve Yatağan Formasyonu ile bu fasiyes arasında bir geçiş zonu ayırt etmiştir.

Kavuşan (1993), tarafından Beypazarı–Çayırhan Havzasının kömür yataklarının yataklanmasında tektoniğin önemi çalışılmıştır. Yazar, kömür oluşumunda bölgedeki tektonizmanın önemli rol oynadığını, hem kömürleşme hem de sonraki kıvrımlanmaları kontrol ettiğini, gerek kömür damarları, gerekse de diğer kayaçların kompresif kuvvetlerin etkisiyle önce kırıldığı, daha sonra kırıldığı ve birbiri üzerine bindirdiğini belirtmiştir. Yazar bu çalışmada, Kuzey Fayının önce bir ters fay olarak hareket ettiğini ve daha sonra Davutoğlan Fayı'nın hızlı hareketi sonucunda normal bir fay karakterinde davrandığını ve havzada kömür oluşumunun tümüyle bu iki fayın hareketinden geliştiği tespit edilmiştir.

Şener vd. (1994) "Geological consideration for economic evaluation of oil shale deposits in Turkey" isimli çalışmalarında Seyitömer, Himmetoğlu, Beypazarı ve Hatıldağ yörelerinde bulunan bitümlü şeyleri incelemiş ve bitümlü şeylerin minerolojik, jeokimyasal ve organik jeokimyasal özelliklerini araştırmıştır. Türkiyede bulunan bitümlü şeylerin genellikle Paleosen-Eosen ve Orta-Geç Miyosen yaşlı olduklarını; Paleosen'den Eosen'e ve Geç Miyosen boyunca çökmenin kapalı havzalarda hipersalin koşullarda gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Whateley ve Tuncalı (1995) ve Whateley vd. (1996), tarafından Çayırhan linyitleri üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, Çayırhan kömür sahasında işletilen yaklaşık toplam 3m kalınlığındaki linyit tabakasının havada kuru bazda %8,2'ye kadar toplam kükürt içerdiği ve yaklaşık 1 m kalınlığındaki tüflü killi kireçtaşıyla tavan (Tv) ve taban (Tb) olmak üzere iki kısma ayrıldığı ve işletilen bu iki linyit tabakasının farklı özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir.

Beder (1996) Seyitömer kömür havzası inceleme çalışmasında, çalışma alanında 264.423.161 ton linyit rezervine sahip olduğunun ve yapılması gereken dekapaj miktarının 641.754.118 m³ olduğunu belirtmiştir. Alınan örneklerden elde edilen ortalama kalori değeri ise 1.992 Kcal/kg olarak belirlenmiştir.

Yavuz (1999)'un yaptığı palinolojik çalışmalara göre, Seyitömer Formasyonu için Erken-Orta Miyosen yaşı verilmiştir. Kömür petrografisi analizleri sonucunda hakim maseral tipi hüminit olarak bulunmuştur. Yapılan palinolojik çalışmalar sonucunda kömürün denizden uzak, göl-nehir kenarı düzlüklerinde oluşmuş tatlı su bataklıklarında yarıtropik iklimsel koşullar altında oluştuğu belirtilmiştir.

Demirel ve Günay (2000), Beydağları Otokton kireçtaşlarında gelişen paleokarstlaşmanın ve bölgede gözlenen tektonik deformasyonun potansiyel hidrokarbon

kaynak kaya niteliğindeki Beydağı Formasyonunun toplam organik karbon (TOK) içeriğine etkisini araştırmışlardır.

Karayığit vd. (2001), tarafından Türkiye'deki 10 termik santralde kullanılan kömürlerden alınan örneklerin mineralojisi ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Buna göre, kömürlerdeki önemli mineralleri simektit, illit, kaolinit gibi kil mineralleri ile kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, pirit ve jips oluşturmaktadır. Kömürler yüksek Ca içeriğine, düşük P içeriğine sahiptir. Kömürlerin çoğu Cr, Ni ve U gibi bazı tehlikeli hava kirletici (HAPs) elementler açısından zenginleşmiştir. Kömürlerin As, Mn, Co, V ve Th içerikleri dünya kömürlerine göre belirlenen sınır değerleri aşmaktadır. Bu zenginleşmeler, bazı kömür havzalarındaki temel kayaların ofiyolitlerle olan ilişkisine ve kömür havzalarındaki volkanik aktivitenin etkisine bağlanmıştır. Ayrıca, Çayırhan, Tunçbilek, Seyitömer ve Soma havzalarına ait kömürlerde yüksek B konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bu konsantrasyon yüksekliği, bahsedilen kömür yataklarının volkanosedimanter Neojen havzalarında oluşmuş olmasından kaynaklanmaktadır.

Yurtsever (2003), yaptığı doktora tez çalışmasında, Batı Toroslarda Antalya körfezinin batısında yüzeylenen Antalya naplarından Çataltepe Napına ait Dereköy ve Alakırçay Napına ait Ballık formasyonlarının hidrokarbon potansiyelini çalışmıştır. Antalya Naplarında yüzeyleyen Dereköy ve Ballık formasyonlarına ait CTBE (Cenomanian/Turonian Boundary Event) siyah şeyllerin çökelme koşullarını belirlemiş ve dünyadaki benzerleri ile karşılaştırıp Senomaniyen/Turoniyen anoksik olaylarına Türkiye'den ilk defa örnek vermiştir.

Yurtsever vd. (2003), Antalya naplarından Alakırçay Napının paleocoğrafya evriminde, okyanusal anoksik olayların varlığını ve Senomaniyen/Turoniyen sınırı olaylarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, ilk defa radyolaryla cins ve tür tayinleri ile tanımladıkları Antalya Napları Senomaniyen/Turoniyen sınırı kayaları ile Atlantik-Tetis kuşağındaki benzer çökellerin karşılaştırmasını yapmışlardır.

Çelik ve Karayığit (2004) Seyitömer linyitlerinin kimyasal ve petrografik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada alt ve üst damar olmak üzere iki damara ayrılan Seyitömer kömürlerinin ortalama nem içerikleri sırasıyla %37.1 ve %34.5, ortalama kalori değerleri 2730 ve 3255 Kcal/kg olarak ölçülmüştür. Çalışmada ölçülen vitrinit yansıma değerleri ise %0.25 ile %0.33 arasında değişirken ortalamasının %0.29 olduğu belirtilmiş ve kömürlerin kahverengi linyit sınıfına girdiği işaret edilmiştir.

Kara-Gülbay (2004), "Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal zellikleri, kelme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyeli" isimli doktora tez çalışmasında Seyitömer, Beypazarı, Himmetoğlu, Hatıldığ, Gölpazarı ve Bahçecik bölgelerinde yer alan Tersiyer yaşı bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal özelliklerini Rock-Eval (piroliz), gaz kromatografi, gaz kromatografi kütle spektrometresi yöntemlerini kullanarak incelemiştir ve bitümlü şeyllerin biyomarker karakteristiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada bitümlü şeyllerin kaynak kaya özellikleri detaylı olarak yorumlanmıştır.

Karaca (2005), tarafından Çayırhan Termik Santralı baca gazı emisyonlarının evre topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri araştırılmıştır. Yazar, termik santral çevresindeki tarım topraklarında β -glukozidaz, β -galaktozidaz, üreaz, ve asit fosfatazile enzim aktiviteleri açısından olumsuz bir etkilenme olmadığını ve her üç yönden alınan toprakların C, N, P ve S döngüsü enzim aktiviteleri ile S ve ağır metal kapsamları arasında istatistiksel olarak önemli bir korelasyon belirlenmediğini, sadece hakim rüzgar yönü topraklarının alkali fosfataz aktivitesi ile Cd ve S kapsamları arasında $P > 0.001$ düzeyinde önemli negatif ilişki bulunduğunu belirtmiştir.

Akkiraz vd. (2012), Seyitömer ve Tunçbilek (Kütahya) havzalarında linyit içerikli Alt-Orta Miyosen tortullarının paleoflorası ve iklimi üzerine yapmış oldukları çalışmada polen verilerine dayanarak yedi farklı iklimsel deđiŐken elde etmiştir. Elde edilen paleoiklimsel deđiŐkenlere göre, yıllık ortalama sıcaklığın 17-180C, kış sıcaklıklarının 8-100C ve yaz sıcaklıklarının 27-280C olduğunu belirtmiştir. Bu veriler, Kütahya bölgesinin Erken-Orta Miyosen süresince sıcak ve günümüzdeki iklimsel kayıtlardan daha fazla yađıŐ aldığını göstermektedir.

İnaner ve Karayigit (2013), tarafından yapılan "Çayırhan Kömürlerinde Doğal Zeolit-Maseral İlişkilerinin İncelenmesi, Geç Miyosen Yaşı Beypazarı Havzası, Ankara" isimli çalışmada zeolit-maseral iliŐkisi araştırılmıştır. Çalışmada zeolitlerin genelde detrohminit içerisinde bulunduğu, taban damarda analsim+klinoptilolit ve tavan damarda klinoptilolit yaygın olduğu belirtilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada; denizel ve gölssel kaynak kayalar ile kömürlerin içerdiği organik maddelerin; miktarları, tipleri ve olgunluklarının, piroliz (RockEval) ve gaz kromatografi (GC) analizleri ile belirlenmesi ve hidrokarbon potansiyellerinin yorumlanması ayrıca gaz kromatogramlarından elde edilen n – alkan dağılımlarının; denizel, gölssel ve karasal organik maddeye göre değişiminin istatistiksel yöntemlerle ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar; arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında; denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürleri temsilen her bir grup için ikişer adet saha seçilmiş olup Dereköy Formasyonu (Antalya), Çağlayan Formasyonu (Sinop), Seyitömer bitümlü şeylleri (Kütahya), Beypazarı bitümlü şeylleri (Ankara) Milas-Yatağan (Muğla) kömürleri ve Seyitömer (Kütahya) kömürlerinin yüzeyleme verdiği bölgelere gidilmiştir. Burada, çalışma alanında yer alan birimlerle birlikte özellikle çalışmanın temelini oluşturan bitümlü şeyller ve kömürler detaylı bir şekilde çalışılmış olup ayrı ayrı fotoğraflanmıştır. Bitümlü şeyller ve kömürlerin jeolojik özellikleri belirlenmiş olup her bir sahada ayrı ayrı ölçülü stratigrafik kesitler çıkarılmış, detaylı şekilde örnekleme yapılmasına ayrıca özen gösterilmiştir. Beypazarı (Ankara) bölgesindeki bitümlü şeyllerin bir kısmı, Seyitömer (Kütahya) bölgesindeki bitümlü şeyl örneklerinin ise tamamı MTA'nın bölgelerde yaptığı sondajlardan temin edilmiştir.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları; örnek hazırlama işlemlerini ve organik jeokimyasal analizleri kapsamaktadır. Örnek hazırlama işlemleri Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama Laboratuvarlarında,

organik jeokimyasal analizler ise Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Organik Jeokimya Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Bu tez kapsamında uygulanan organik jeokimyasal analizler; Piroliz (Rock Eval)/TOK analizi, Özütleme (Ekstraksiyon) analizi ve Gaz Kromatografi (GC) analizleri olup bu analiz yöntemleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.1.2.1. Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi

Toplam organik karbon (TOK) analizinin yapılış amacı kayaç içerisindeki toplam organik madde miktarını belirlemektir. Bu analiz sonucunda kayaç içerisindeki organik maddenin kütlesi yüzdesel olarak ifade edilir.

Analiz yöntemi yıllar boyunca çok değişmese de Rock-Eval 6 cihazında sıcaklık sınırları 180-600°C'den 100-850°C'ye değiştirilmiştir. Üst sınırın 850°C'ye çıkarılması karasal Tip III kerojen parçalanması için 600°C'nin yeterli olmaması ve S₂ pikinin hatalı veya eksik okunmasıdır. Sıcaklığın değiştirilmesi ile birlikte Hİ (S₂/TOK) değeri de daha doğru okunarak yorumlamalarda Tip III kerojene bağlı hata yapılmasını engellemektedir. Alt sınırın 180°C'den 100°C'ye indirilmesinde ise serbest hidrokarbonların daha iyi incelenerek rezervuar çalışmalarında hafif ve ağır petrolün ayrımını kolaylaştırmaktadır. Rock Eval cihazı ile yapılan piroliz/TOK analizi sonucunda S₁, S₂, S₃, S₄ ve Tmax gibi parametreler elde edilmektedir. 300 - 600⁰ C arasında kerojen, resin ve asfaltanlar gibi ağır bileşenler parçalanırken CO₂, S₂ piki olarak kaydedilmekte ve kaynak kayacın sahip olduğu güncel hidrokarbon potansiyelini göstermektedir. Düşük piroliz sıcaklığında (390⁰ C) açığa çıkan CO₂ miktarı ise S₃ olarak kaydedilmektedir. S₄ piki; S₂ piki okunduktan sonra, 600⁰ C'deki CO₂ miktarı olarak kaydedilen değerdir. Tmax, S₂ değerinin maksimum olduğu andaki sıcaklık değeridir.

2.1.2.2. Gaz Kromatografi (GC) Analizi

Gaz kromatografisi analizi ile genellikle farklı bileşimlerden oluşan karışımlar ayrılır. Kolon kromatogramından farklı olarak gaz kromatogramlarında kolonlar dimetilpolisiloxane ile kaplanmıştır. Analiz yapılırken; sistem, 40°C'de 8 dakika bekletildikten sonra dakikada 4°C sıcaklık artışı olur ve sistem 270°C'ye ulaştıktan sonra 60 dakika beklenilir. Yine kolon kromatogramından farklı olarak gaz kromatogramlarında, azot gibi reaktif olmayan helyum gazı kullanılır. Ölçümler sonrasında yatay eksen zaman

ve dűşey ekseni bolluk olantablolarda deęişik molekűllerin pik daęılımları gűrűlmektedir. Pik daęılımı ve boylarına bakılarak organik maddenin tipi, biyolojik bozunma derecesi ve olgunluęu hakkında yorumlamalar yapılabilmektedir.



3. BULGULAR

3.1. Genel Jeoloji

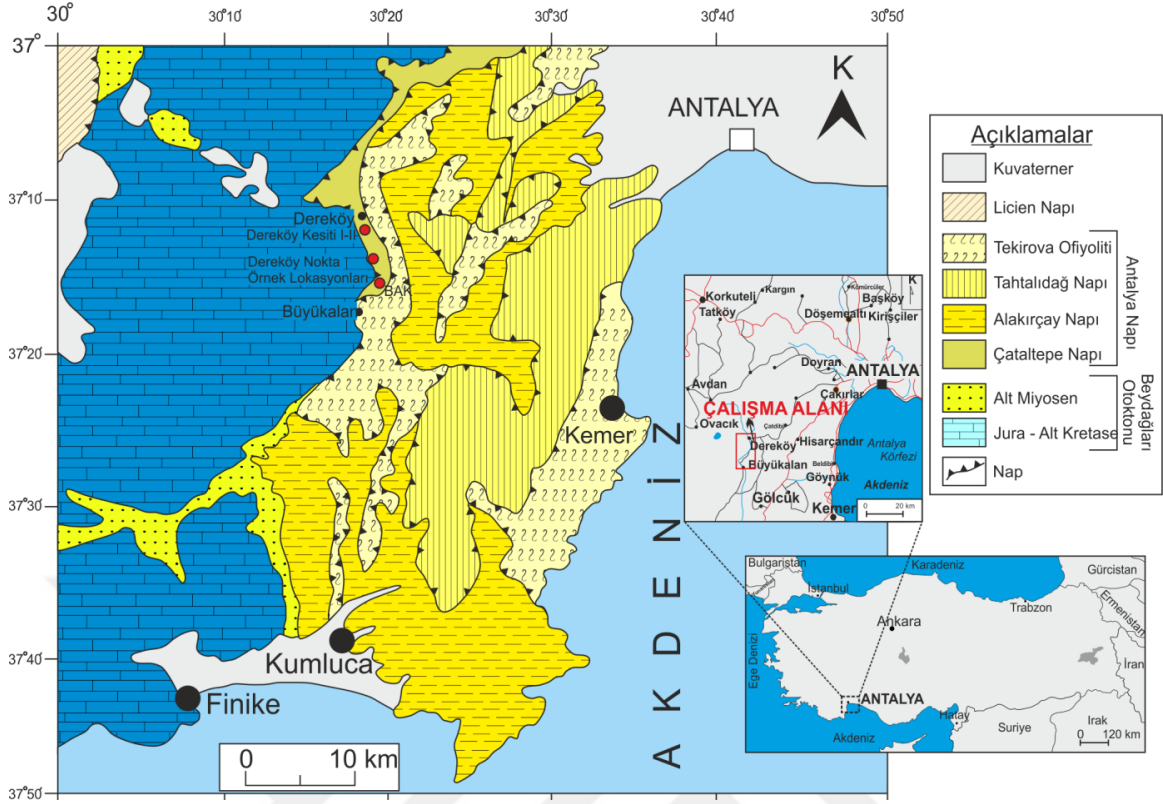
3.1.1. Giriş

Bu çalışmada; denizel kaynak kaya grubundan Dereköy Formasyonu (Antalya) ve Çağlayan Formasyonu (Sinop), gölsel kaynak kaya grubundan Seyitömer (Kütahya) ve Beypazarı (Ankara) bitümlü şeylleri, kömürlerden ise Seyitömer (Kütahya) ve Milas-Yatağan (Muğla) kömürlerinin genel jeolojik özellikleri eski çalışmalardan yararlanılarak sunulmuştur.

3.1.2. Denizel Kaynak Kayalar

3.1.2.1. Dereköy Formasyonu (Antalya)

Batı Toroslarda Antalya'nın Kemer ilçesinin hemen kuzey batısında yer alan çalışma sahasının (Şekil 2) temelini; Beydağları otokton istifinin içerisinde yer alan, Triyas yaşlı çörtler, çamurtaşları ve kumtaşları oluşturmaktadır. Bu birimler üzerinde Jura - Kretase yaşlı pelajik kireçtaşları, organik maddece zengin şeyller, radyolaryalı kireçtaşları ve en üstte konglomera ve breşler yer almaktadır. Beydağları otokton istifinin hemen üzerinde; doğuda Antalya napları, batıda ise Likya napları yer almaktadır. Antalya napları 4 ayrı tektonik dilim olarak bölgeye yerleşmiştir. Bölgeye yerleşen tektonik dilimler arasında; en altta Geç Triyas- Geç Kretase yaşlı Çataltepe Napı yer almaktadır (Şekil 3). Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu Çataltepe Napı 4 formasyondan oluşmaktadır. Bu nap üzerine 8 ayrı formasyondan oluşan, Geç Permiyen- Geç Kretase yaşlı Alakırçay Napı gelmektedir. Üçüncü nap; 9 ayrı formasyondan oluşan Orta Kambriyen- Geç Kretase yaşlı Tahtalıdağ Napıdır. Bu napın üzerinde de en üst dilimde yer alan Geç Kretase yaşlı Tekirova Ofiyolit Napı yer almaktadır (Yurtsever, 2003; Brunn vd., 1971; Poisson, 1977; Günay vd., 1982; Şenel vd., 1989; Marcoux, 1977; Şenel vd., 1981).



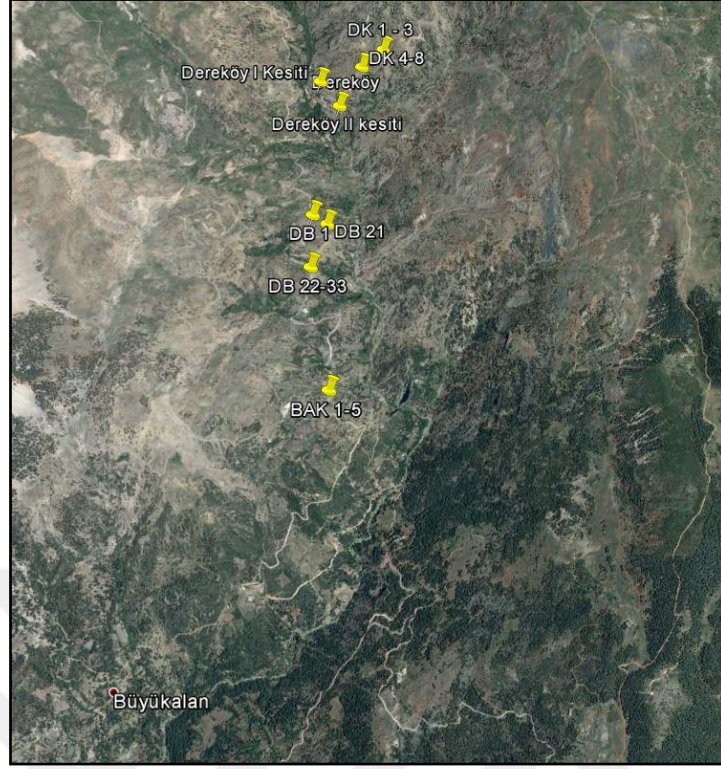
Şekil 2. Antalya güney batısının jeolojik haritası (Yurtsever (2003)'den değiştirilmiştir), Dereköy Formasyonundan alınan kesit, örnek lokasyonları ve çalışma alanının yer buldurur haritası

Batı Toroslarda Çataltepe Napı içerisinde yer alan Dereköy Formasyonu, organik maddece zengin bitümlü şeyller içermektedir (Şekil 3). Dereköy Formasyonu içerisinde; değişik renklerde çamurtaşları, radyolarit, kalsitürbidit, çört, pelajik kireçtaşları ve koyu gri-siyah renkli bitümlü şeyl seviyeleri yer almaktadır (Şekil 3). Birim içerisinde birçok slump yapıları, kırıklı ve kıvrımlı yapılar yer almaktadır. Birimin toplam kalınlığı 700 metre olarak belirlenmiştir (Şenel, 1977). Birimin yaşı Şenel, (1977) tarafından Jura-Kretase olarak belirlenmiş olup hemen alt seviyesinde Geç Kretase yaşlı Keçili Formasyonu yer almaktadır. Yurtsever vd., (2003) yapmış oldukları çalışmada, radyolary fosillerinin verilerine göre birimin yaşını, Senamoniyen-Turoniyen olarak belirlemişlerdir. Fosil topluluğu değerlendirildiğinde, Dereköy Formasyonu; denizel bir ortamda çökelmiştir (Yurtsever vd., 2003). Formasyon içerisinde Dereköy ve Büyükalan mevkiileri arasında yer alan bölgelerde, yoğun kıvrımlı ve faylı yapılardan dolayı kesit ölçülemez. Bu bölgede, noktasal olarak örnekler alınmıştır (Şekil 4). Dereköy Formasyonu içerisinde iki farklı stratigrafik kesit ölçülmüştür. Burada, istif içerisinde

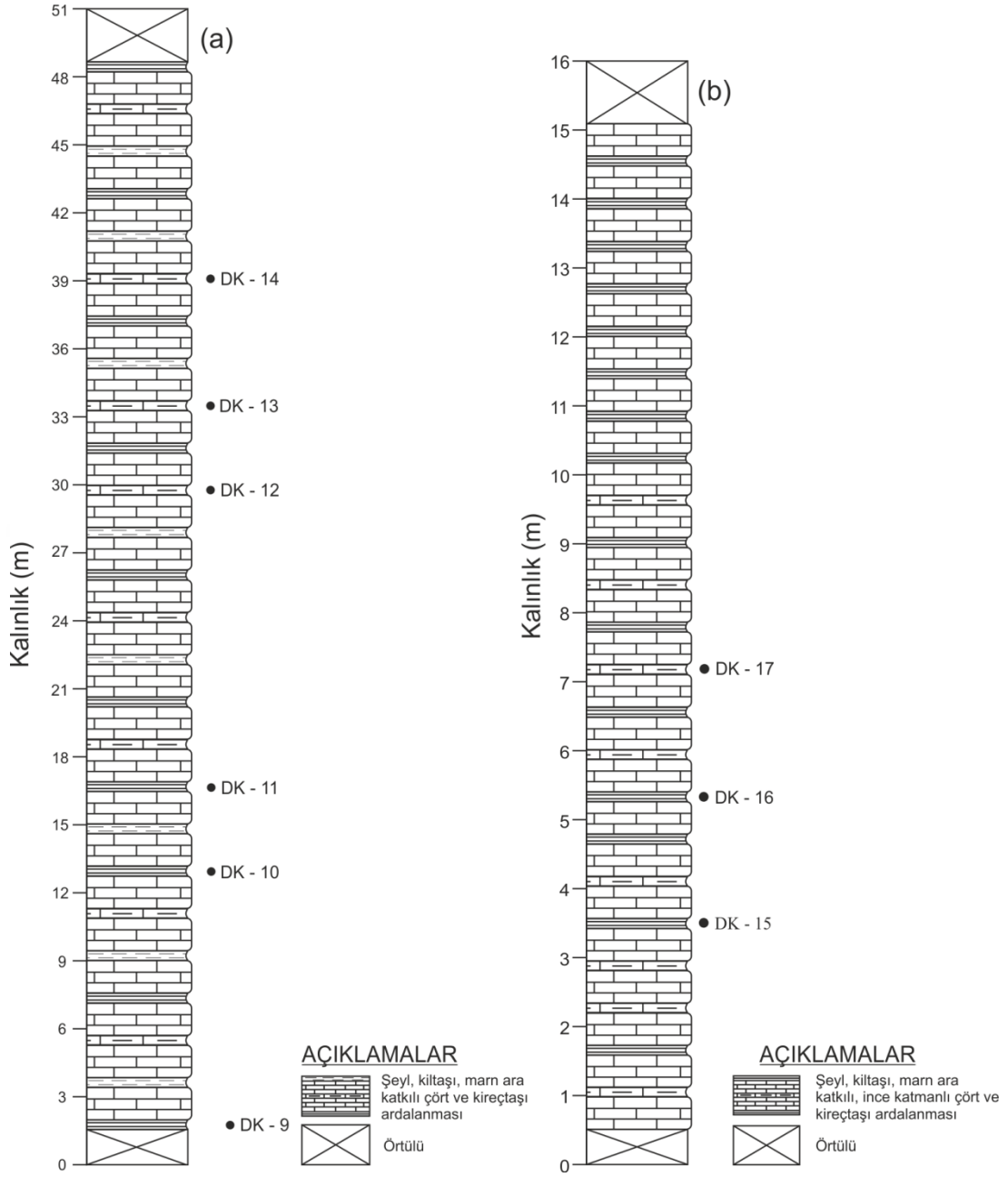
organik maddece zengin olduğu düşünülen, siyah renkli şeyller ve gri-siyah renkli marnlardan sistematik olarak örnekler alınmıştır (Şekil 5). Dereköy-I kesiti; Dereköy'ün kuzeye bakan şevlerinden, yaklaşık 48 m olarak ölçülmüştür. İstif; siyah renkli şeyl, gri-siyah renkli marn ve kıltaşı ara katmanlı, ince-orta katmanlı çört ve kireçtaşı ardanmasından oluşmaktadır (Şekil 5a, 6b,c,d). Dereköy-II kesiti Dereköy'ün güneybatısına bakan şevlerden, yaklaşık 15 m olarak ölçülmüştür. İstif; siyah renkli şeyl, gri-siyah renkli marn ara seviyeleri içeren, çok ince katmanlı çört ve kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 5b, 6e,f).

SİSTEM SERİ FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Ust-Kampanyen Maastrihtiyen Keçili		Çakıltaşı, kumtaşı şeyl ve mikritik kireçtaşı ardanması
M E S O Z O Y İ K Alt-Orta Kretase Dereköy		Radyolarit, çört, çamurtaşı ardanması ve siyah renkli şeyller
M a l m		
T R İ Y A S Noriyen Tilkideliğitepe		Marn ve resifal kireçtaşı

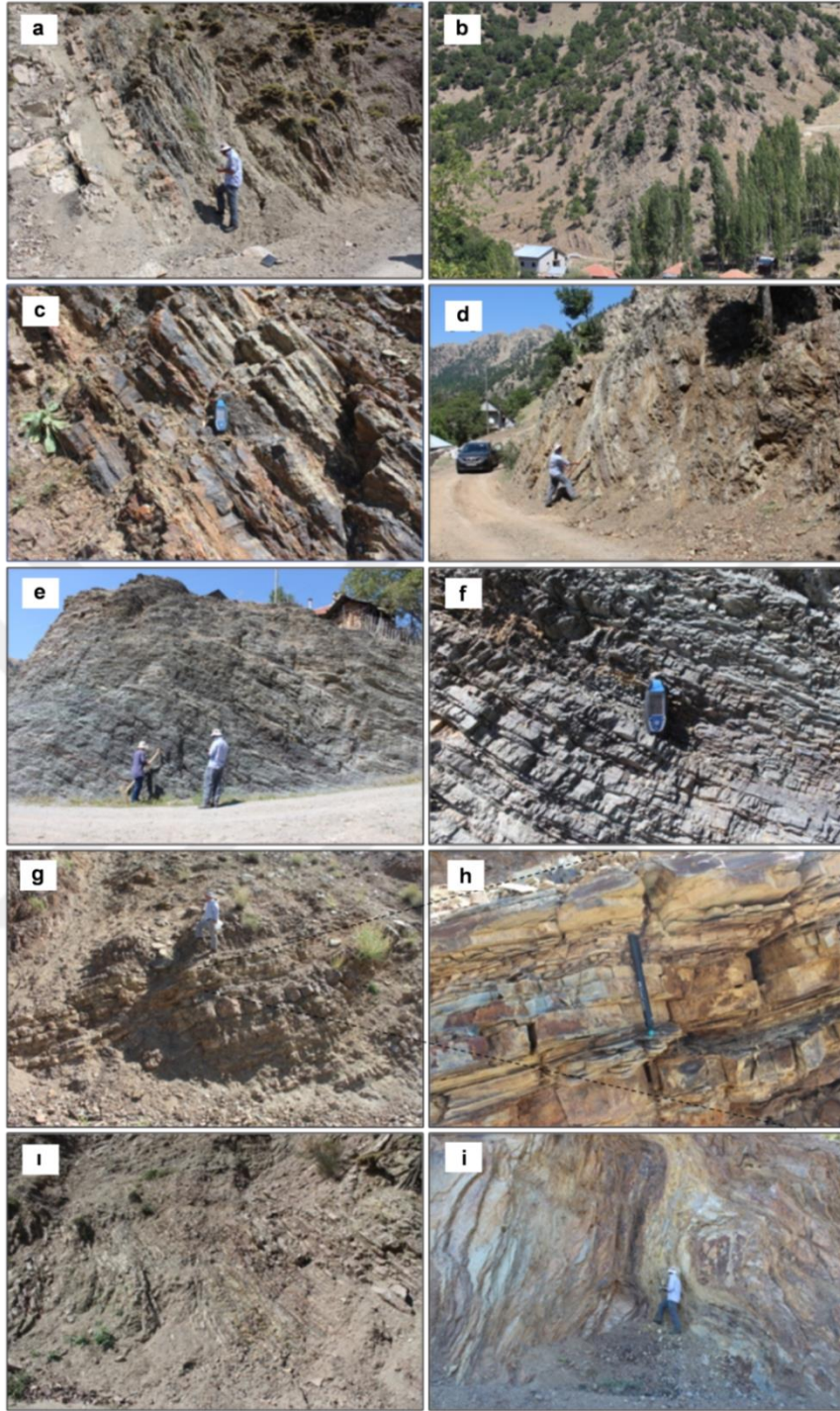
Şekil 3. Çataltepe Napının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yurtsever, 2003).



Şekil 4. Dereköy Formasyonundan ölçülen stratigrafik kesitlerin ve nokta örnek lokasyonlarının uydu görüntüsü üzerindeki konumları



Şekil 5. Dereköy Formasyonundan ölçülen stratigrafik kesitler (a) (x: 4072871; y: 261487; z: 1264 m); (b) (x: 4072656; y: 261668; z: 1248 m)



Şekil 6. Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü. (a) Dereköy'ün kuzeydoğusunda mostra veren Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü (DK-1 - DK-8 nokta örnek lokasyonu); (b), (c), (d) Dereköy-I kesitinin alındığı lokasyonda Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü; (e), (f) Dereköy-II kesitinin alındığı lokasyonda Dereköy Formasyonunun arazideki görünümü; (g),(h),(ı),(i) Dereköy-Büyükalan arasındaki alanda yüzeyleme veren Dereköy Formasyonu ve lokal olarak ara seviyelerde gözlenen yapraklanmalı siyah şeyllerin arazideki görünümü

3.1.2.2. Çağlayan Formasyonu (Sinop)

Sinop havzasında metamorfik temel üzerinde Liyas-Pliyo-Kuvaterner zaman aralığında çökelmiş, kalınlığı yaklaşık 10.000 metreyi bulan, karbonatlı ve volkani-klastik birimler yüzelemektedir (Şekil 7, 8). Bölgenin genel jeolojisi Gedik ve Korkmaz (1984), Korkmaz (1984), Yoldaş vd., (1985) ve Aydın vd., (1986)'dan derlenerek verilmiştir.

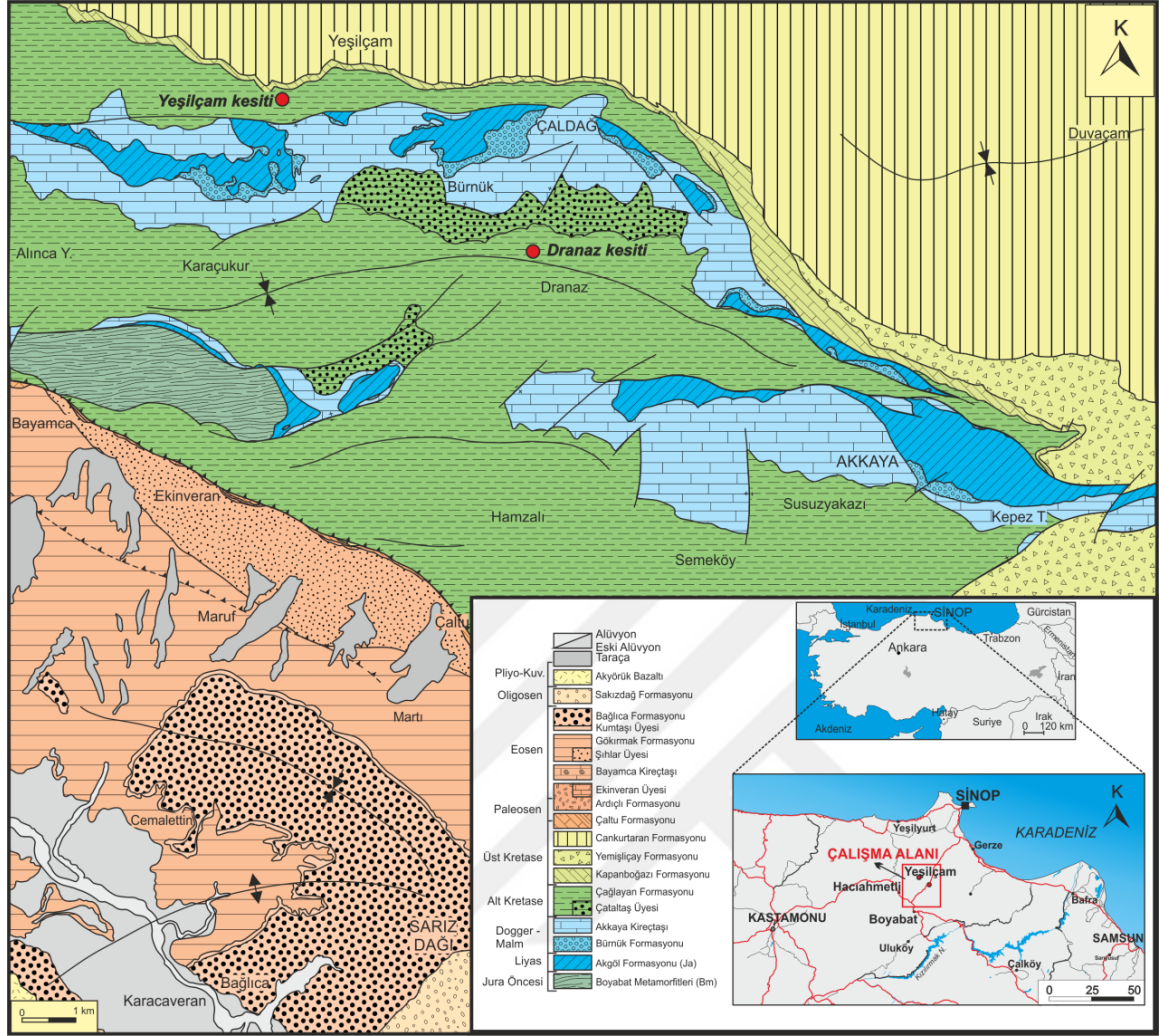
Havzanın temelinde metamorfik kayalar ve (Şekil 7, 8) tabanında Liyas yaşlı Akgöl Formasyonu yer almaktadır. Bu birim; başlıca türbiditik kumtaşı, kuvarsit, silttaşı ara katmanlı hafif metamorfize şeyl vernalardan oluşmaktadır. Birimin hemen üzerinde, kırmızı renkli polijenik konglomera ve kumtaşlarından oluşan Dogger yaşlı Bürnük Formasyonu yer almaktadır. Buradaki konglomeraların çakılları metamorfik temelden ve Liyas yaşlı Akgöl Formasyonundan gelmektedir. Dogger-Malm yaşlı Akkaya kireçtaşı bu birimleri üzerlemektedir. Akkaya kireçtaşı; gri-bej renkli, kalın tabakalı, genellikle masif, bol fosilli, yer yer resifal platform kireçtaşlarında oluşmaktadır. Bu karbonatlar üzerine gelen ve çalışmanın temelini oluşturan Çağlayan Formasyonu değişik fasiyesler içermektedir. Değişik fasiyeslerin oluşmasının sebebi, Geç Jura'da karbonat platformunun parçalanması sonucu, çökel ortam şartlarının değişmesidir. Çağlayan Formasyonunun yaşı Erken Kretase olup birim; kumtaşı, kumlu kireçtaşı ara katmanlı siyah renkli şeyl ve gri-siyah renkli marnlardan oluşur. İstif içerisinde kalınlığı yer yer 50 metreyi bulan kuvars kumtaşı seviyeleri de yer almaktadır. İstifin kuzeyine doğru gidildikçe daha çok şeyller ve marnlar ve kumtaşlar görülmektedir.

Havzada Erken Kretase yaşlı birimler üzerinde, Santoniyen-Erken Eosen yaşlı kalın ve geniş yayımlı kırıntılı çökeller yer almaktadır. İstifin tabanında Santoniyen-Kampaniyen yaşlı Kapanboğazı Formasyonu yer almaktadır. Birim; kırmızı renkli, ince katmanlı, çörtlü, fosilli mikritik kireçtaşlarında oluşmaktadır. Birim kırmızı rengi ile havzada referans seviye olarak kabul görülmektedir. İstifin kalınlığı 20-300 m arasında değişim göstermektedir. Bu birimi Kapmaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Yemişliçay Formasyonu üzerlemektedir. Bu formasyon; kumtaşı, marn, tüf, tüfit ve breşlerden oluşmaktadır. Yemişliçay Formasyonu üzerinde ise Maastrichtiyen yaşlı Cankurtaran Formasyonu yer almaktadır. Bu formasyon, başlıca türbiditik çökellerden oluşmakta olup, marn, şeyl, çamurtaşı ve kumlu kireçtaşı seviyeleri içermektedir. İstif içerisinde total yapılara oldukça fazla rastlanılmaktadır. Birimin kalınlığı yaklaşık 200 m civarındadır. Maastrichtiyen-Daniyen yaşlı Akveren Formasyonu Cankurtaran Formasyonunu

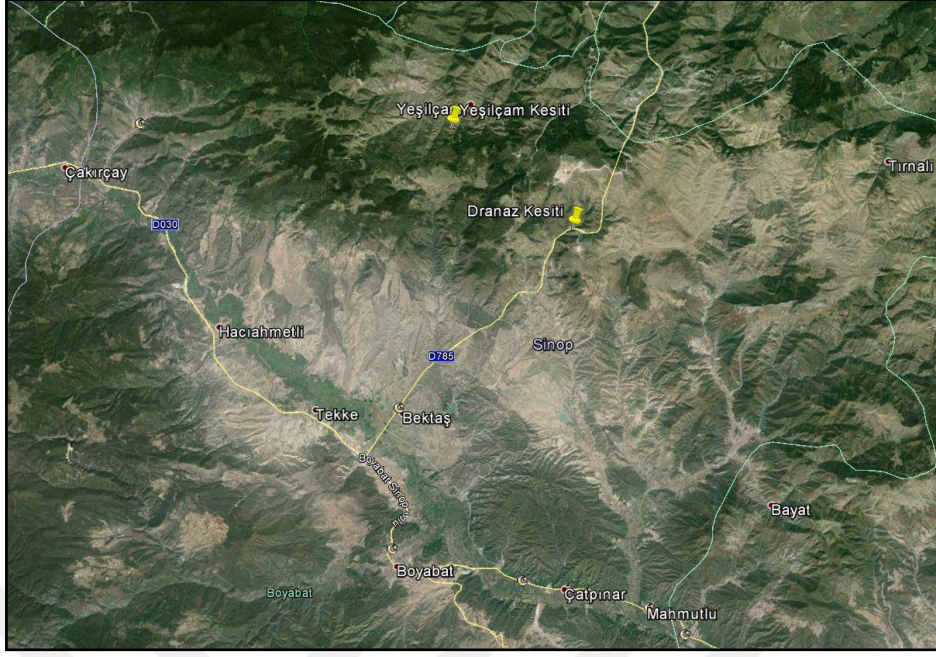
üzerlemektedir. Bu istif; beyaz renkli, kırıntılı kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marn araldanmasından oluşmakta olup kalınlığı yaklaşık 500 metredir. Havzanın daha da kuzeyine gidildikçe Yenikonak Formasyonu, güneyinde Gökırmak Formasyonu olarak adlandırılan türbidit fasiyesleri yer almaktadır. Bu istifin kalınlığı yaklaşık 2750m civarındadır. Havzanın kuzeyinde, Eosen yaşlı birimler üzerinde, açısız uyumsuzlukla gelen Miyosen yaşlı bol fosilli kumtaşı, kireçtaşı ve kırıntılı kireçtaşı istifi yer almaktadır. Pliyo-Kuvaterner yaşlı beyaz renkli, çapraz katmanlı kumtaşı, kireçtaşı, kuvars kumtaşı bu istifi üzerlemektedir. Havzanın güneyinde ise Orta Eosen yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak 1500 m kalınlığa ulaşan akarsu çökelleri gelir. Geç Eosen (Bartoniyen) yaşlı Bağlıca Formasyonunun tabanında jipsli kırıntılı çökeller yer alır. İstif yukarıya doğru 900 m kalınlığa ulaşan menderesli akarsu çökellerini içerir. Bu formasyon üzerine 750 m kalınlıkta Sakızdağ Formasyonu gelir. Bu istif başlıca örgülü akarsu çökellerinden oluşur. İstif güncel karasal çökellerle son bulur.

Sinop Havzasında yüzeyleyen ve bu çalışmanın da konusunu oluşturan Erken Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu; kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı arakatmanlı, gri ve siyah renkli şeyllerden oluşur. Çağlayan Formasyonu; Boyabat İlçesinin güneyinde Alınca Yayla, Karaçukur, Dranaz, Hamzalı, Semeköy, Susuyakazı yörelerinde, Yeşilçam'ın güneyinde ve Çaldağ'ın kuzeyinde oldukça geniş bir alanda yüzeyleme vermektedir.

Dranaz yöresinde D785 karayolu üzerinde Dranaz Tüneli'nin güneyindeki yol yarmalarında oldukça belirgin yüzeyleme veren Çağlayan Formasyonundan (Şekil 9) 325 m kalınlığında stratigrafik kesit ölçülmüş, istifin litolojik özellikleri belirlenmiş ve sistematik örnekleme yapılmıştır (Şekil 9,10). Dranaz yöresinde siyah şeylli istif 5-125 cm arasında değişen kalınlıklarda, ince-orta-kalın katmanlı kumtaşı ara seviyeleri içermektedir (Şekil 10,11). Kumtaşı ara seviyeleri özellikle alt seviyelerde seyrek olup üst seviyelerde daha yoğun olarak bulunmaktadır (Şekil 10). Siyah şeyller genellikle orta-kalın tabakalanmalıdır ve yer yer (özellikle alt seviyelerde) belirgin yapraklanma göstermektedir (Şekil 11a-f).

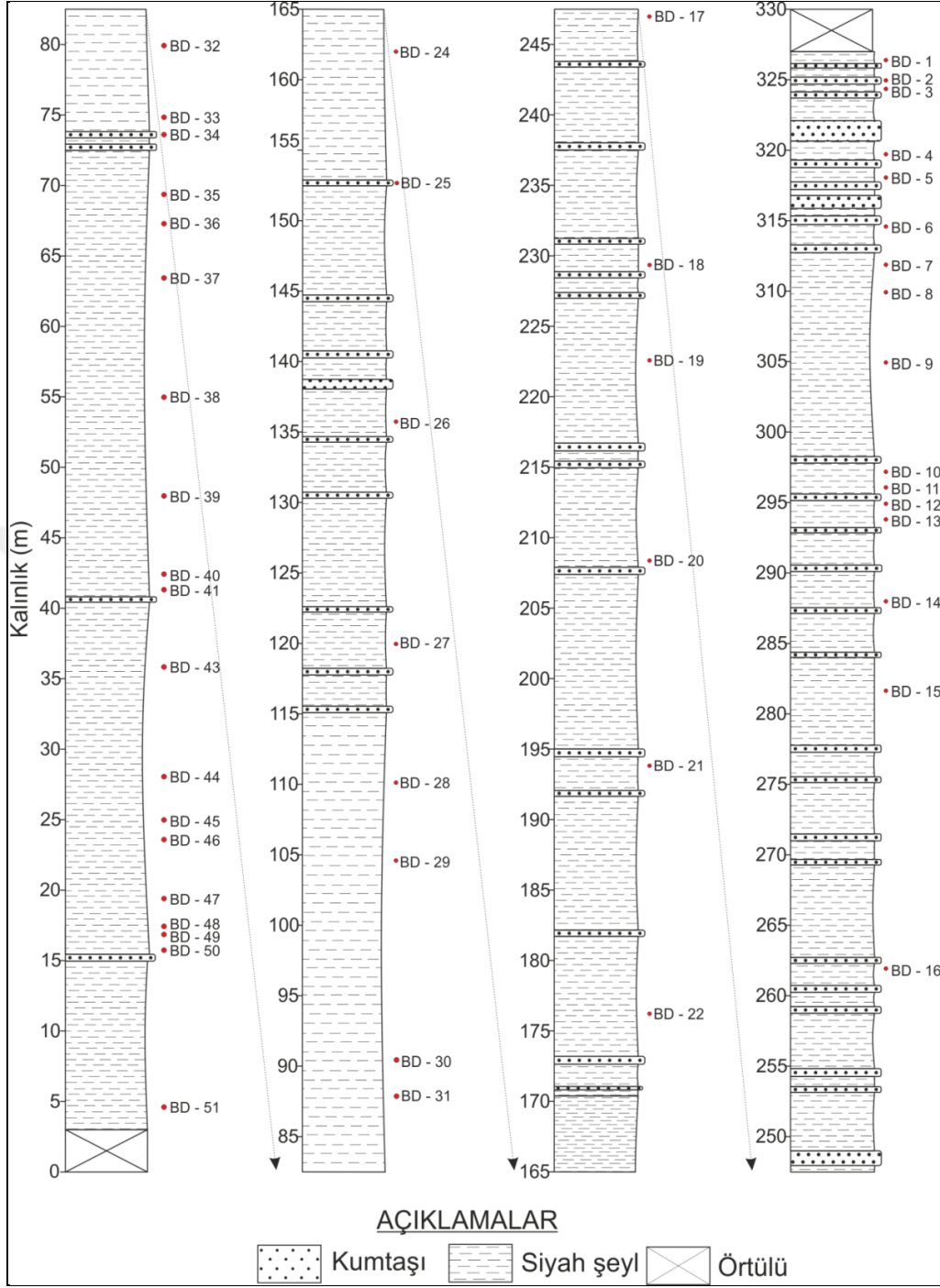


Şekil 7. Çalışma alanının yer bulduru, jeoloji haritası ve Çağlayan Formasyonundan ölçülen stratigrafik kesitlerin yeri (Korkmaz, 1984).



Şekil 9. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Yeşilçam ve Dranz ölçülü stratigrafik kesitlerin uydu görüntüsü üzerindeki lokasyonları

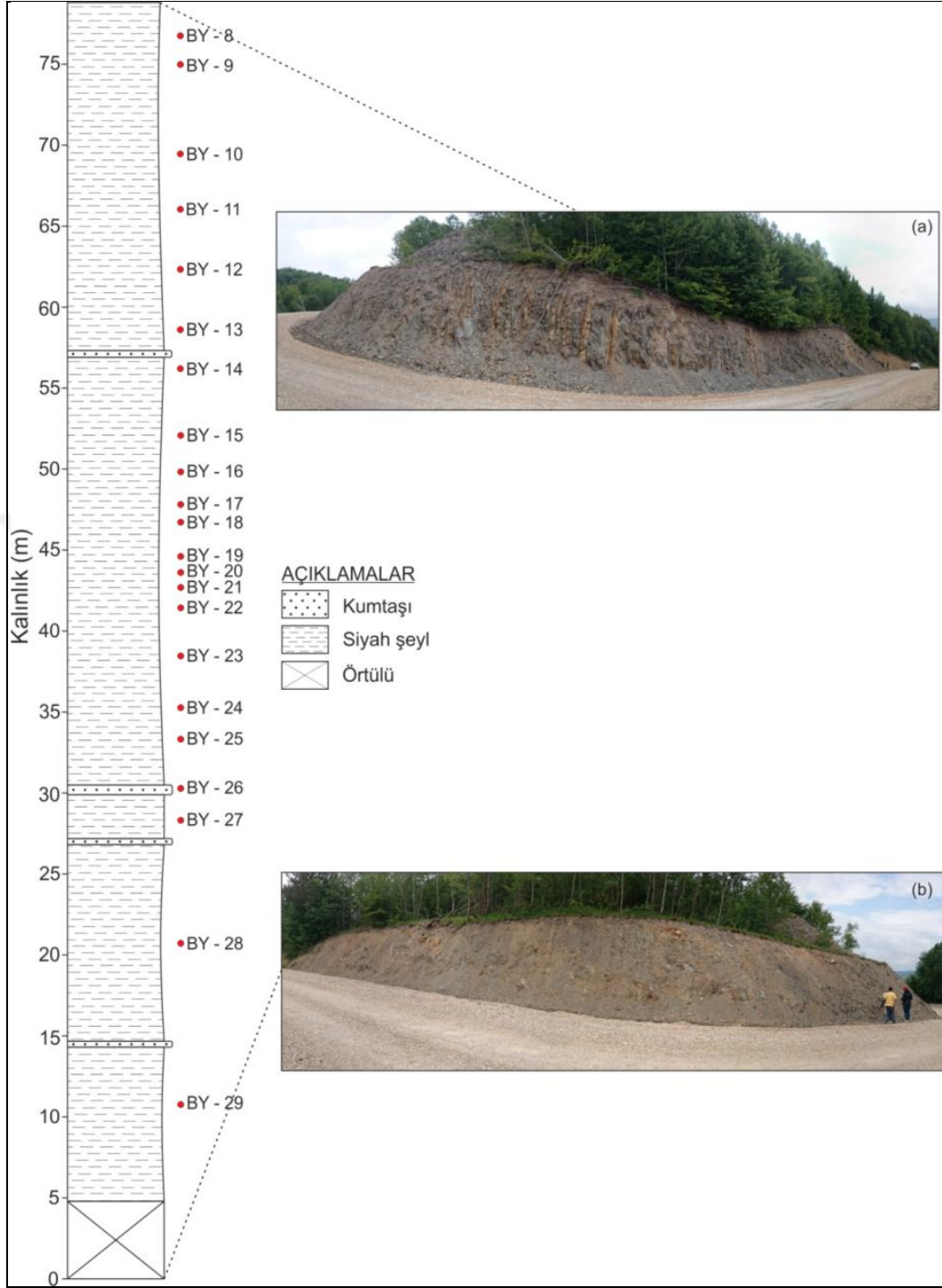
Yeşilçam'ın güneyinde yol yarmasında gözlenen Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerden 74 m'lik bir stratigrafik kesit ölçülmüştür (Şekil 9, 12, 13). Siyah şeyller kalınlığı 10-30 cm aralığında değişen az sayıda kumtaşı ara seviyeleri içermektedir (Şekil 12). Siyah şeyller genellikle orta kalınlıkta tabakalanmaya sahip olup, çok belirgin bir yapraklanma yapısı gösterirler (Şekil 13a-1).



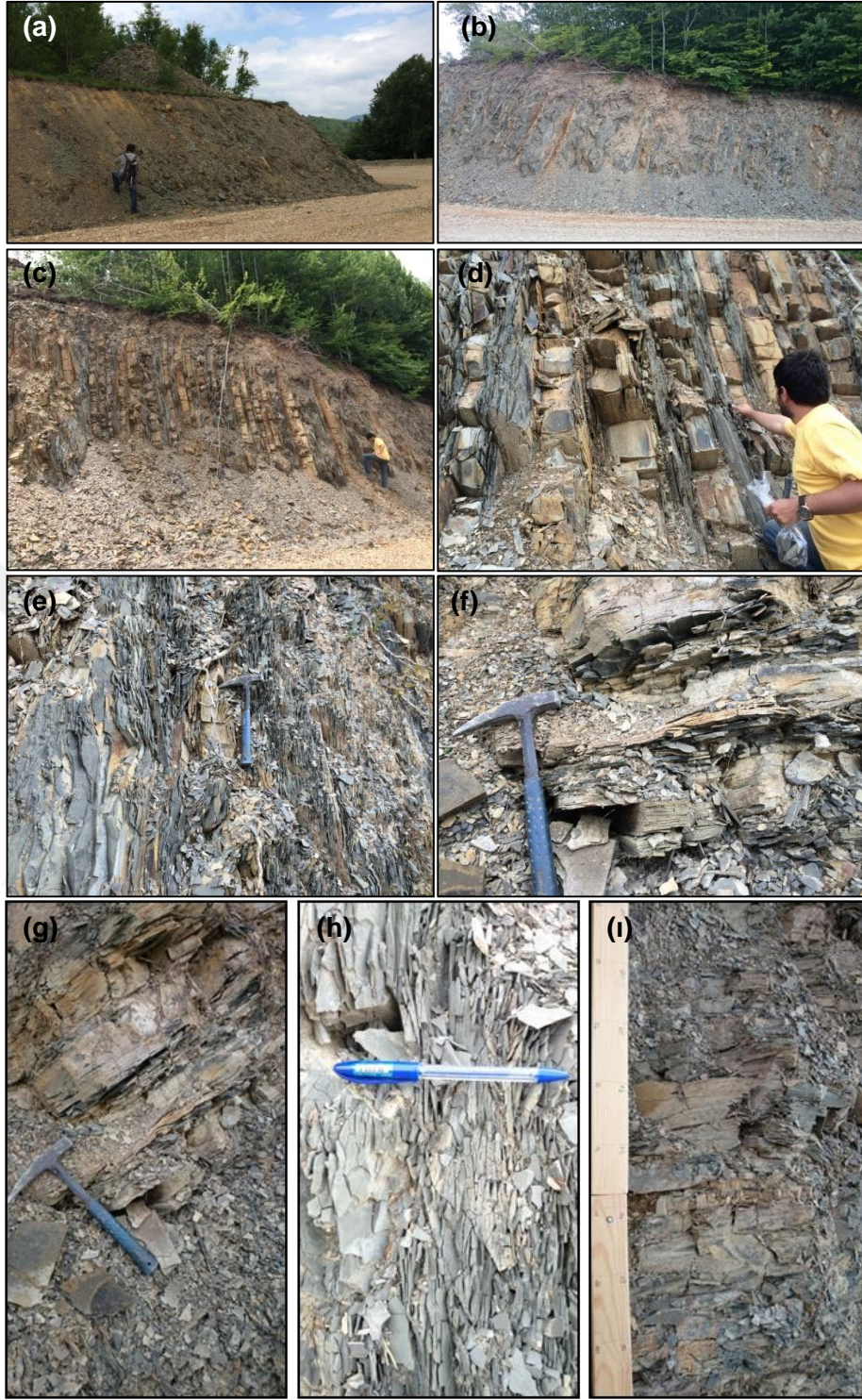
Şekil 10. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Dranaz ölçülü stratigrafik kesiti (x: 4607842; y: 655639; z: 987 m)



Şekil 11. Dranaz yöresinde yüzeyleme veren Çağlayan Formasyonuna ait kumtaşı ara katlı siyah şeyllerin arazideki görünümü. (a) Orta-kalın katmanlı siyah şeyller; (b) Belirgin yapraklanmalı yapıya sahip, istifin üst seviyelerinde yüzeyleyen siyah şeyller; (c) Kumtaşı ara katmanları içeren siyah şeyllerin arazideki görünümü; (d) Çağlayan Formasyonunun Dranaz yol yarmasındaki görünümü; (e) Dranaz ölçülü stratigrafik kesitinin alt ve orta seviyelerinin arazideki görünümü; (f) Dranaz ölçülü stratigrafik kesitinin üst seviyelerinin arazideki görünümü



Şekil 12. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Yeşilçam ölçülü stratigrafik kesiti ve Çağlayan Formasyonunun yol yarmasındaki görünümü



Şekil 13. (a-ı) Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerin Yeşilçam'ın güneyinde, yol yarmasındaki görünümü

3.1.3. Gösel Kaynak Kayalar

3.1.3.1. Beypazarı Bitümü Şeyleri (Ankara)

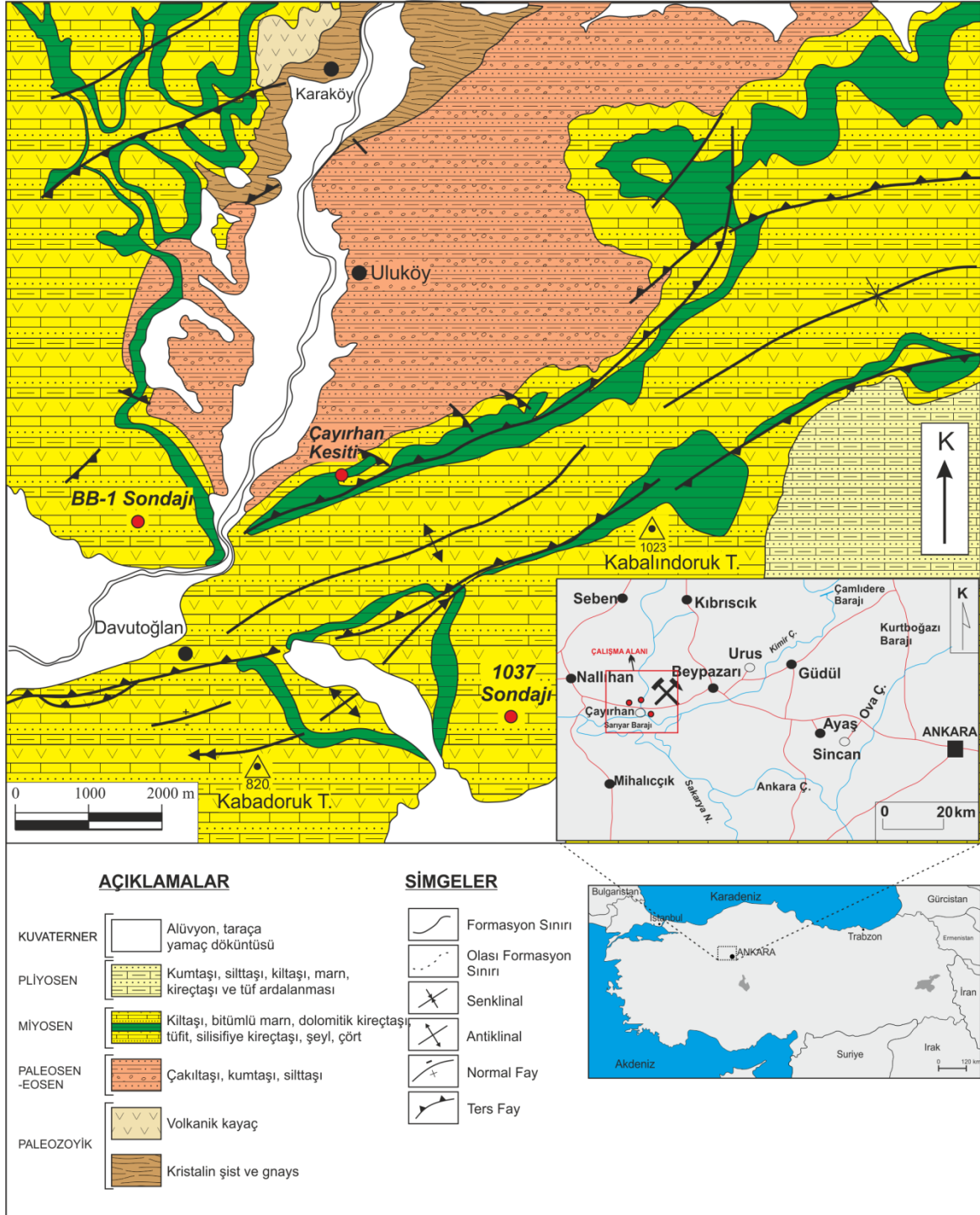
Çayırhan'ın hemen kuzeyinde, Davutoğlan ve Uluköy'ün arasında yer alan çalışma alanının genel jeolojisi Şener ve Şengüler (1991) tarafından çalışılmış olup bölgenin jeolojik özellikleri, bu çalışmadan derlenerek yazılmıştır. Çalışma alanının taban kayaçları, Paleozoyik yaşlı mertamorfitletler (mor, yeşil ve kahve renkli kristalin şist ve gnays) ve bu birimlerin üzerinde yer alan koyu kahve, siyah renkli volkanitlerdir (Şekil 14, 15). Paleosen-Eosen yaşlı istif, bu birim üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. İstif; kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Miyosen yaşlı çökeller, Paleosen yaşlı istif üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Miyosen yaşlı istif; tabanda linyit damarları içeren konglomera, breş, tüf, kumtaşı, silttaşı ve marnlarla başlamakta ve kiltası, kireçtaşı, marn ve tüfit ara seviyeleri içeren bitümlü şeyllerle devam etmektedir. Miyosen yaşlı istif; yukarıya doğru kahverengimsi gri, açık kahverenkli, kötü tabakalanmalı silisifiye kireçtaşı seviyesi, açık gri renkli, ince tabakalanmalı kireçtaşı, marn ardalanması, silisifiye kireçtaşı ve çörtlü seviyeler ile devam etmekte olup şeyl, kireçtaşı, çört ardalanmasından oluşan birimlerle son bulmaktadır.

Miyosen yaşlı birim üzerine; Pliyosen yaşlı, açık kırmızı, yeşilimsi renkli kumtaşı, silttaşı ve kiltası ardalanmasından oluşan birim, uyumsuzlukla gelmektedir. Sahada Kuvaterner-güncel yaşlı alüvyon, taraça ve yamaç döküntüleri, diğer birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Çalışmaya konu edilen bitümlü şeyller Miyosen yaşlı istif içerisinde kömürlü seviyenin üzerinde yer almaktadır. Bitümlü şeyller üzerinde ise karstik boşluklu, kötü tabakalanmalı silisifiye kireçtaşları bulunmaktadır. Bitümlü şeyllerin yaşı, Hufnagel vd. (1989) tarafından Tortoniyen-Messiniyen (Geç Miyosen) olarak tespit edilmiştir. Bitümlü şeyller içerisinde yaprak fosilleri, ağaç parçaları, gastropod ve osracod fosillerinin olduğu ve birimin gösel bir çökme ortamı ürünü olduğu Özçelik (2002), tarafından ortaya koyulmuştur. Bölgede bitümlü şeyller; Karadoruk Tepe, Davutoğlan, Kabalındoruk Tepe civarında ve Uluköy'ün doğu ve batısında ve Karaköy'ün batısında oldukça geniş alanlarda yüzeylenmektedir (Şekil 14). Arazinin örtüsüz olması nedeniyle bitümlü şeyl istifi oldukça belirgin mostralara vermektedir (Şekil 16a,b). Birim, arazide gri-açık gri renklerde gözlenmektedir. Bitümlü şeyller; homojen bir istif özelliğinde olmayıp kireçtaşı, marn, kiltası ve tüfit ara katkıları içermektedir. Bitümlü şeyller çok belirgin

yapraklanma ve laminalanma özelliğine sahip olup laminaların kalınlığı 1 mm ile birkaç mm arasında değişmektedir (16c,d). Bitümlü şeyller bazı seviyelerde flaser yapılı, bazı seviyelerde açık-koyu laminaların ardalanması şeklinde ve bazı seviyelerde ise kahve-gri renklerde homojen görünümde dirler.

Bitümlü şeyl istifi MTA'nın bölgede yaptığı BB-1 sondajında 74 m ve 1037 nolu sondajda ise 100 m kalınlığına sahiptir (Şekil 17, 18a,b). Çalışma alanında ölçülen stratigrafik kesitte ise 57 m'lik bir bitümlü şeyl seviyesi belirlenmiştir (Şekil 16, 19). MTA tarafından bölgede yapılan bütün sondajlara göre bitümlü şeyl içeren istifin kalınlığı 57-111 m arasında değişmektedir.



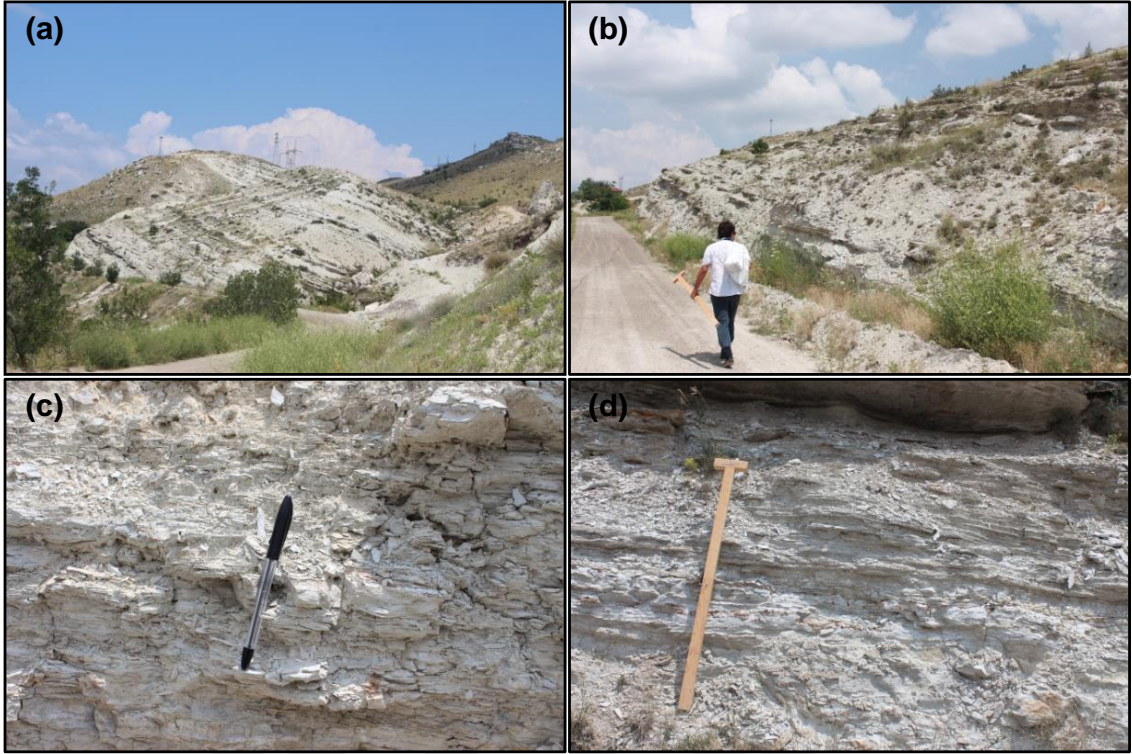


Şekil 14. Beypazarı bitümlü şeyl sahasına ait yer buldurular haritası, genel jeoloji haritası (Şener ve Şengüler (1991)'den sadeleştirilmiştir).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
PALEOZOYİK	SENOZOYİK	TERTİYER	MİYOSEN	PLİYOSEN	Alüvyon, taraça, yamaç döküntüsü	
					50	Açık kırmızı, yeşilimsi renkli kumtaşı, siltaşı ve kiltası
					200-250	Şeyl, kireçtaşı, çört
					150	Silisifiye kireçtaşı, çört
					20-50	Açık gri renkli ince tabakalanmalı marn kireçtaşı
					68.5-111	Kahverengimsi gri, açık kahverengi kötü tabakalanmalı yer yer silisifiye kireçtaşı
					150-200	Bitümlü marn, kiltası, kireçtaşı, tüfit, marn
					2000	Linyit damarları içeren konglomera, breş, tuf, kumtaşı, siltaşı, marn
						Kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı ve siltası araldanması
						Koyu kahve, siyah renkli volkanik kayalar
	Mor, yeşil, kahverenkli kristalin şist ve gnays					

Ölçeksiz

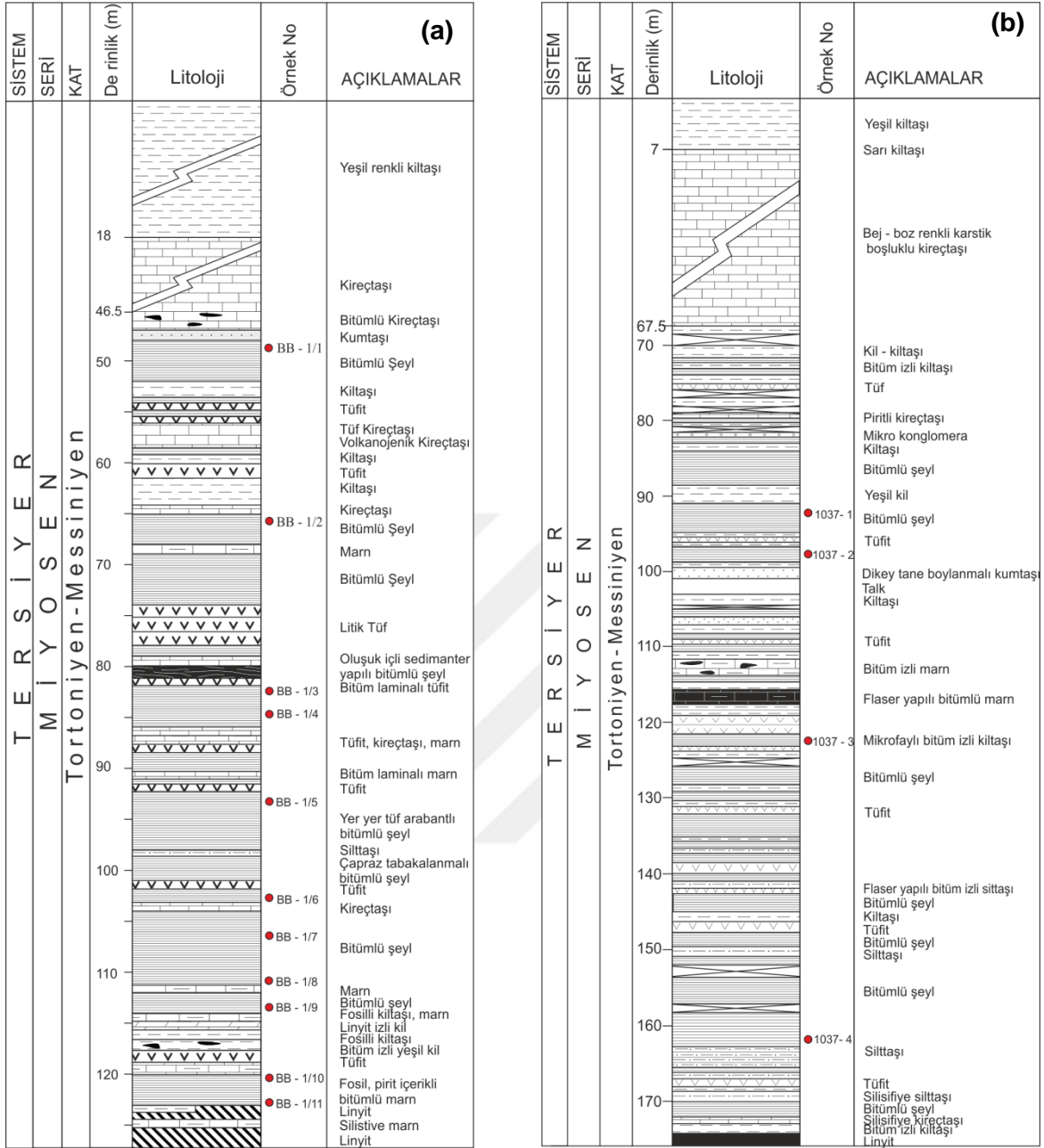
Şekil 15. Beypazarı bitümlü şeyl sahasına ait genelleştirilmiş kolon kesit (Şener ve Şengüler, 1991).



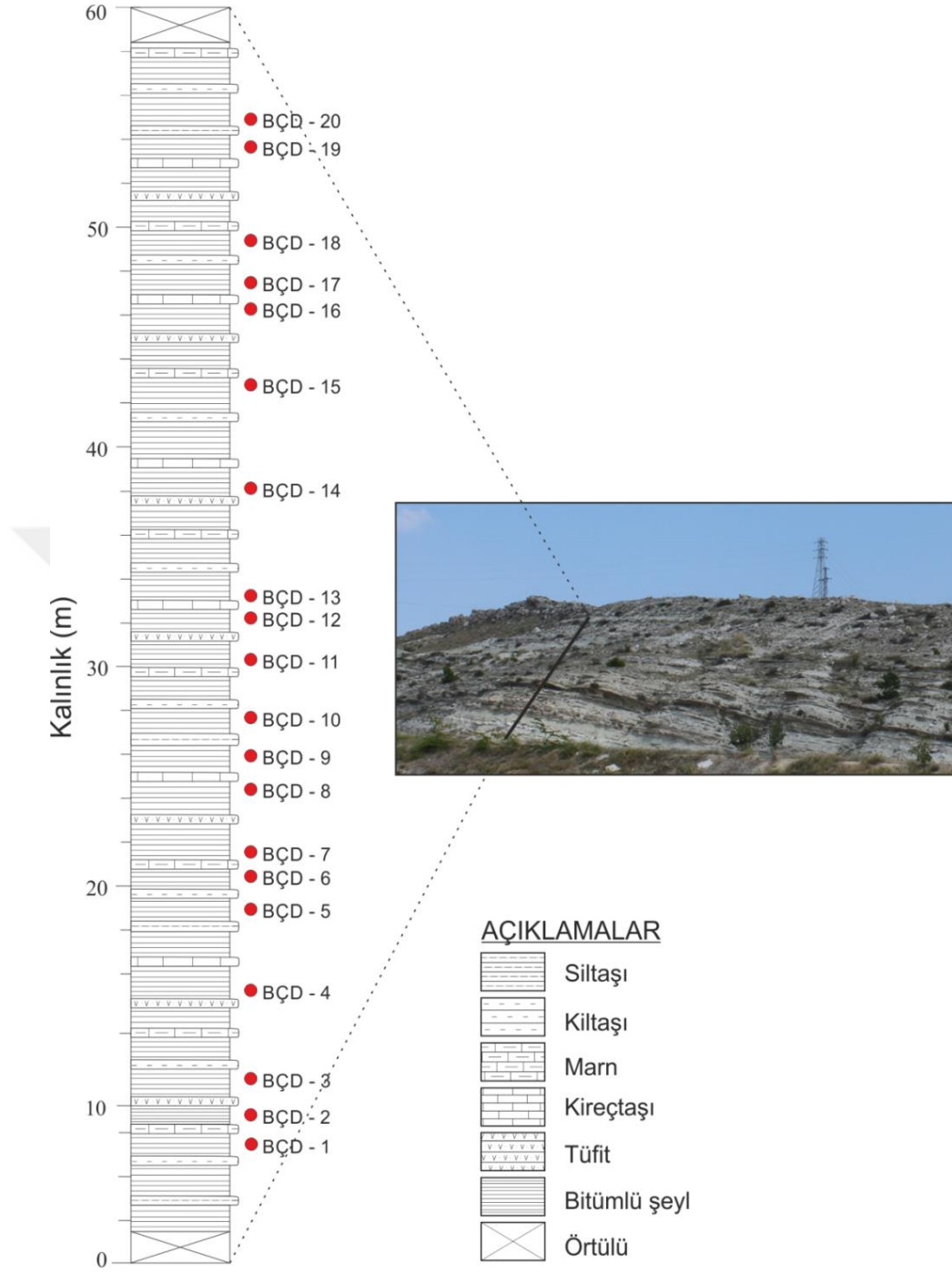
Şekil 16. (a), (b) Beypazarı bitümlü şeyl istifinin arazideki genel görünümü; (c), (d) bitümlü şeyllerde gözlenen yapraklanma yapılarının ve laminalanmanın arazideki görünümü



Şekil 17. Beypazarı bitümlü şeyl sahasında yer alan BB-1,1037 sondajları ve Çayırhan ölçülü stratigrafik kesitinin uydu görüntüsü üzerindeki lokasyonları



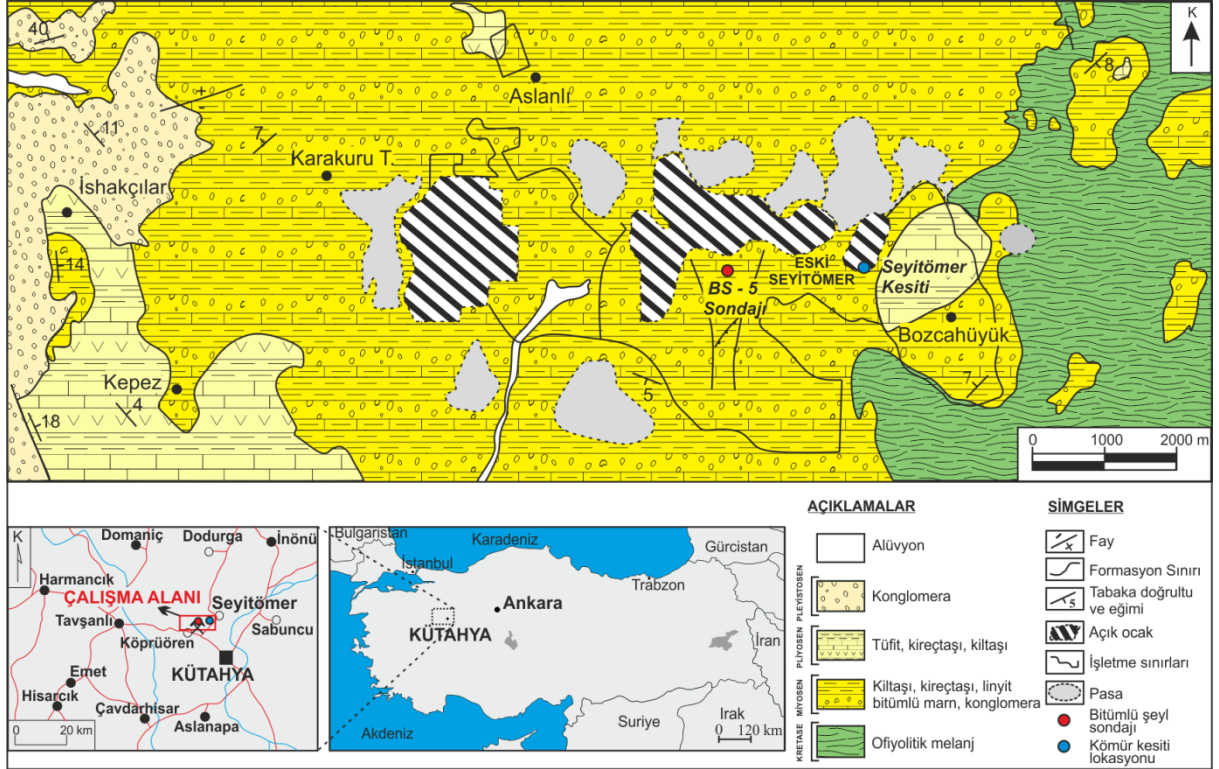
Şekil 18. Beypazarı bitümlü şeyllere ait (a) BB-1 nolu sondajın logu (x: 4442694; y: 381457; z: 507); (b) 1037 nolu sondajın logu (x: 4440255; y: 387446; z: 572)



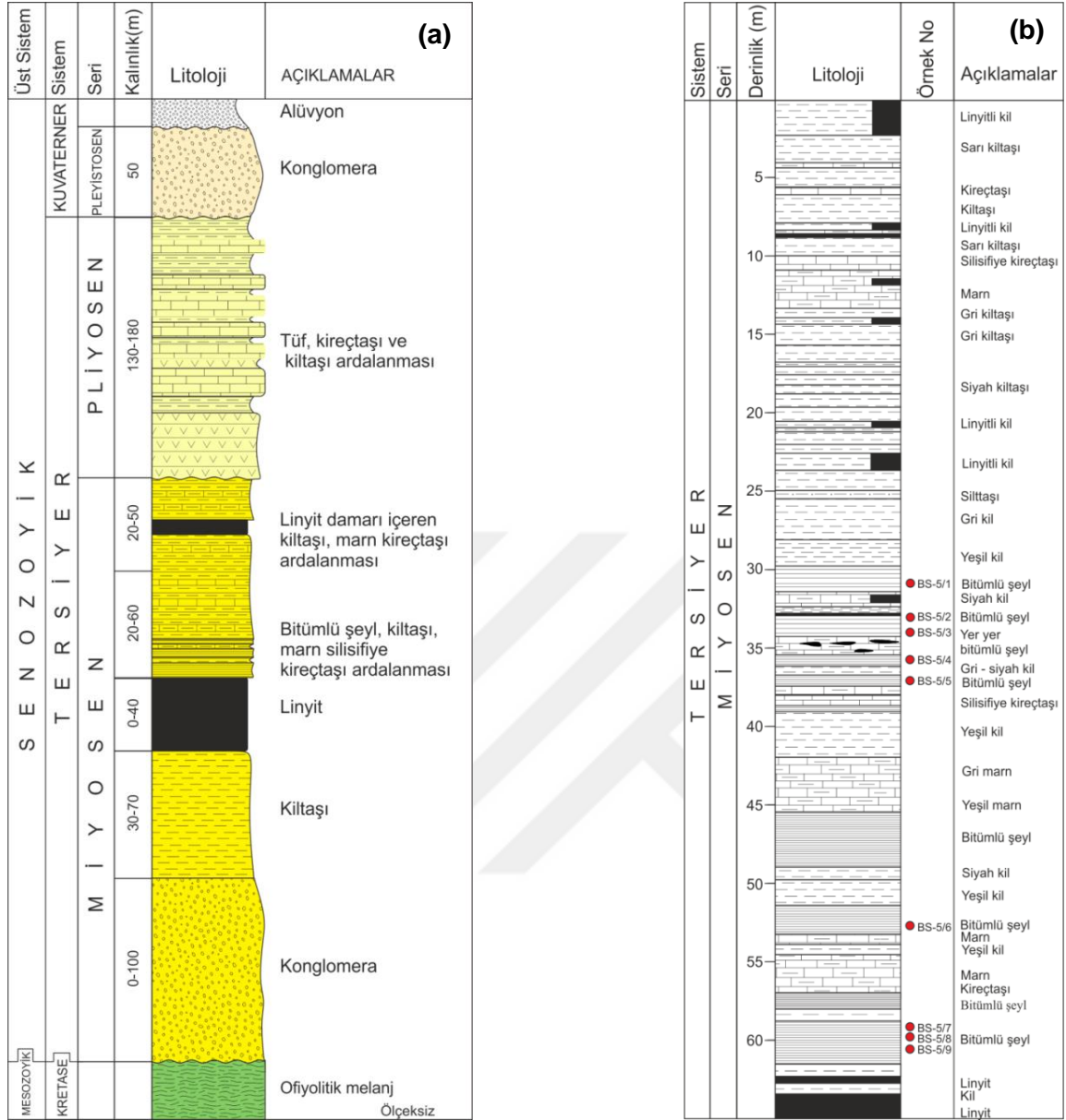
Şekil 19. Beypazarı bitümlü şeyllere ait ölçülü stratigrafik kesit lokasyonu (x: 4443191; y: 385078; z: 574 m)

3.1.3.2. Seyitömer Bitümlü Şeylleri (Kütahya)

İnceleme alanında daha önceden Şener ve Şengüler (1992) tarafından çalışma yapılmış olup alanın genel jeolojisi bu çalışmadan derlenerek verilmiştir. Bölgede, havzanın taban kayaçlarını, Kretase yaşlı ofiyolitik melanj oluşturmaktadır (20, 21a). Tersiyer yaşlı istif, değişik fasiyeste gelişmiş Miyosen yaşlı çökellerle başlamaktadır. Miyosen yaşlı istif, konglomeralar ile başlamakta ve kiltaşları ile devam etmektedir. Kiltaşlarının hemen üzerinde linyitli bir seviye yer almakta olup birimler yukarıya doğru bitümlü şeyl, kiltaş, marn ve silisifiye kireçtaşı ardalanmasından oluşan istife doğru geçiş göstermektedir. İstif; linyit damarı içeren kiltaş, marn ve kireçtaşı ardalanması ile son bulmaktadır (21a). Havzada, Miyosen yaşlı çökeller üzerinde Pliyosen yaşlı istif uyumsuz olarak yer almakta olup istif; tuf, kireçtaşı ve kiltaş ardalanmasından oluşmaktadır. Pleyistosen yaşlı konglomeralar, Pliyosen istif üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Bölgenin en genç çökelleri Kuvaterner-Güncel alüvyonlardır.



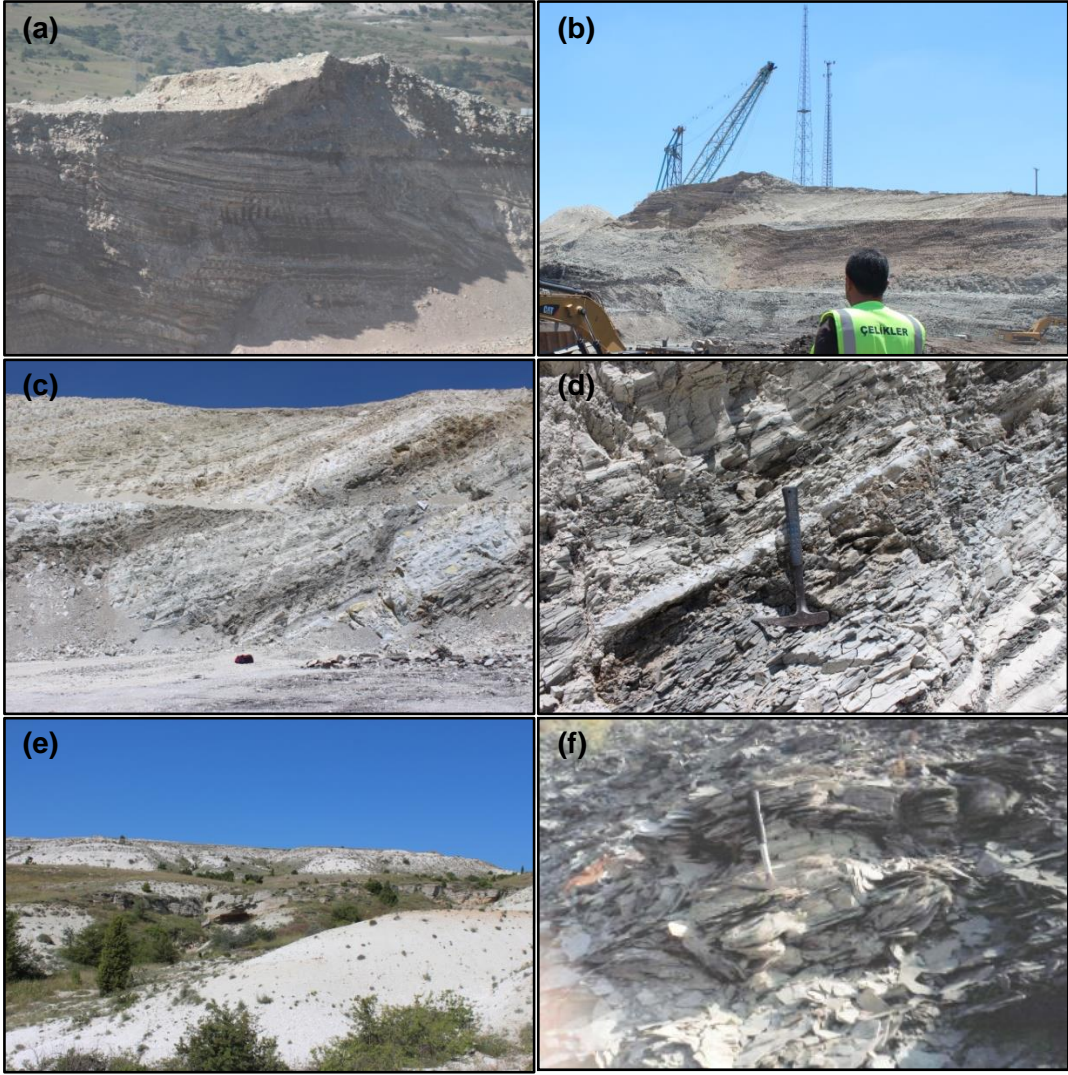
Şekil 20. Seyitömer bitümlü şeyl sahasına ait yer bulduru ve jeolojik harita (Şener ve Şengüler, 1992'den değiştirilmiştir).



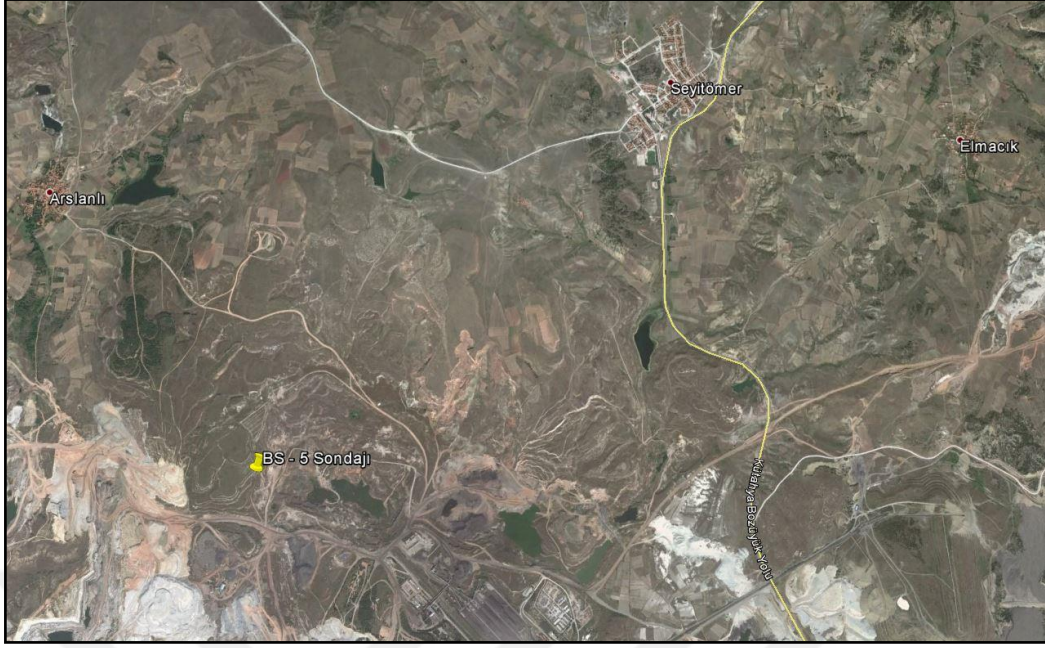
Şekil 21. (a) Seyitömer bitümlü şeyl sahasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Şener ve Şengüler, 1992), (b) Seyitömer bitümlü şeyllere ait BS-5 sondajının logu (x: 4385706; y: 745180; z: 1165 m) ve örnek lokasyonları

Bölgedeki bitümlü şeyller; Eski Seyitömer'in batısında, Arslanlı'nın güneybatısında ve Bozcahüyük'ün kuzeydoğusunda mostra vermektedir (Şekil 20, 23). Bitümlü şeyl oluşumları Orta-Geç Miyosen yaşlı çökeller içerisinde yer almakta olup bölgenin stratigrafik yapısına göre bitümlü şeyllerin yaşı Geç Miyosen olarak belirlenmiştir (Şener ve Şengüler, 1992). Bitümlü şeyllerin tabanında yine bu çalışmada "karasal organik madde" kapsamında konu edilen Seyitömer kömürleri; üzerinde ise marn, kilitaşı, tüfit, silisifiye kireçtaşı ardalanmasından oluşan ve linyit damarı içeren istif bulunmaktadır

(Şekil 21a,b). Bitümlü şeyller bölgede yol yarmalarında ve Seyitömer kömürlerine ait açık işletme sahasının şevlerinde açık bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 22). Bitümlü şeyller homojen bir istif şeklinde değil, kiltası, marn ve kireçtaşları ile ardalanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 21b). Arazide; bej, açık gri renkleri ile karakteristiktir (Şekil 22). Belirgin bir laminalanmaya sahip olan bitümlü şeyl seviyeleri; kahverengi, gri, yeşilimsi gri renklerde gözlenmektedirler. Bitümlü şeyller, yer yer açık ve koyu laminaların ardalanması şeklindedir ve oldukça belirgin bir yapraklanmaya sahiptirler (Şekil 22f). Bölgede MTA tarafından yapılan BS-5 sondajında bitümlü şeyller 34-62 metre arasında kesilmiş olup, yoğun olarak 45.5-62 metreler arasında bulunmaktadır (Şekil 21b, 23). Bölgede yapılan diğer sondajlarda kesilen bitümlü şeyller dikkate alındığında 8.5-50 m aralığında değişen bir kalınlık söz konusudur (Şener ve Şengüler, 1992).



Şekil 22. Seyitömer bitümlü şeyllerinin kömür işletmesine ait şevlerde ve arazideki mostralardaki görünümü. (a), (b) Kömür işletmesine ait şevlerde yüzeyleyen bitümlü şeyller; (c), (d) Yol yarmasında yüzeyleyen bitümlü şeyllerin uzak ve yakın görünümü; (e) Bitümlü şeyl içeren istifin arazideki genel görünümü; (f) Bitümlü şeyllerin sahip olduğu belirgin yapraklanma özelliklerinin arazideki görünümü



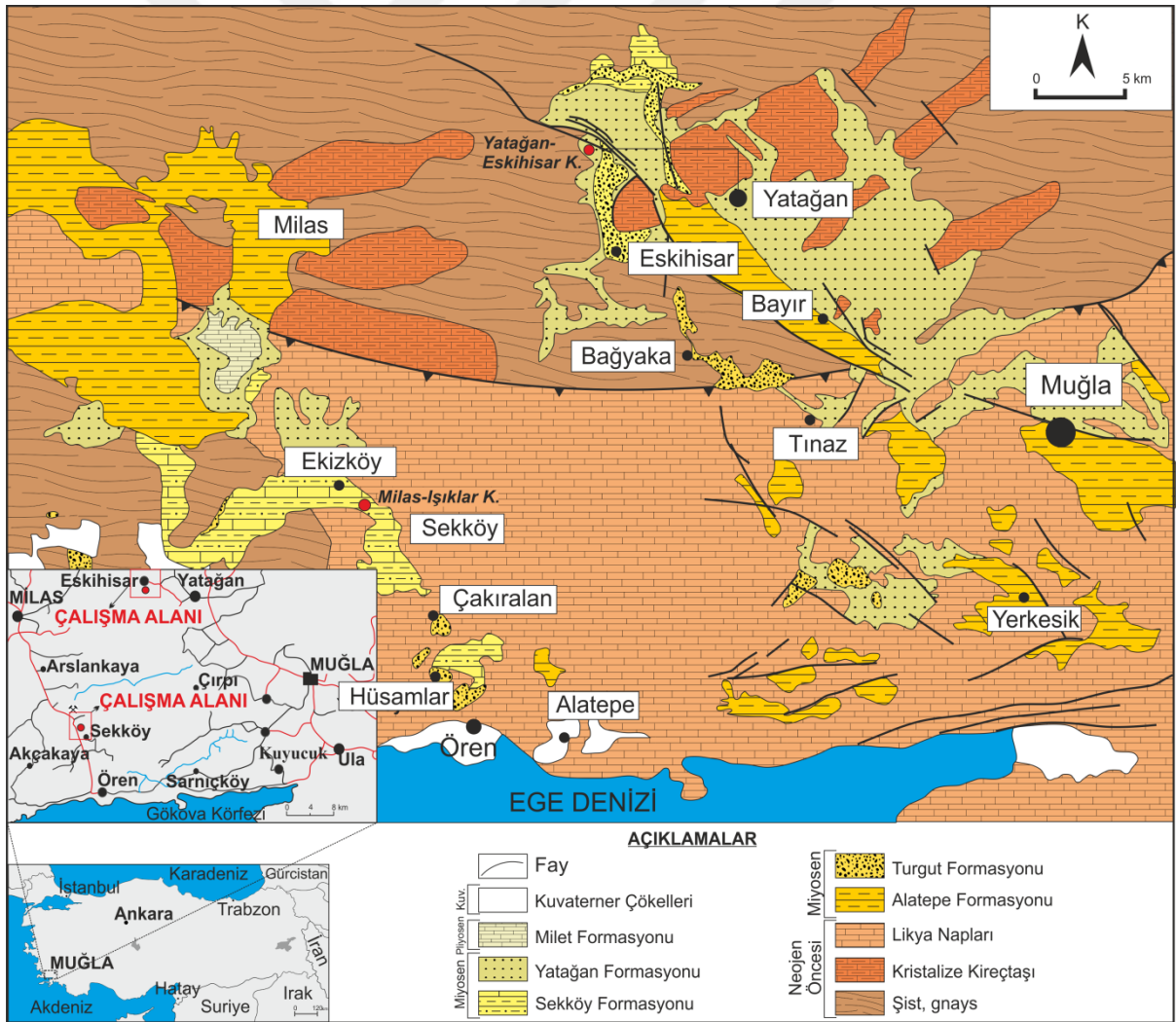
Şekil 23. Seyitömer bitümlü şeyl sahasında yer alan BS-5 sondajının uydu görüntüsündeki yeri

3.1.4. Kömürler

3.1.4.1. Yatağan-Milas (Muğla) Kömürleri

Çalışma alanının jeolojisi daha önce Querol vd. (1999) tarafından çalışılmış olup bölgenin genel jeolojisi bu çalışmadan derlenerek verilmiştir. Muğla (Yatağan, Milas) kömürlerinin de yer aldığı Tersiyer havzasının temel kayaları; tabanda Menderes Masifine ait şist, gnays ve kristalize kireçtaşları tarafından (mermer) oluşmaktadır (Şekil 24, 25). Temel kayaların hemen üst kısmında ise Likya naplarına ait metamorfik olmayan kayalar (baskın olarak kireçtaşı) bindirme ile bulunmaktadır. Bu temel kayaları üzerine uyumsuz olarak Akitaniyen-Burdigaliyen yaşlı (Görür vd.,1995) Alatepe Formasyonu gelmektedir. Birim; taban seviyelerinde kırmızı-yeşil renkli, iri taneli kırıntılı kayalardan oluşurken, üste doğru laminalı, fosilli marn ve kireçtaşı ardalanması şeklinde devam etmekte olup bu seviyelerde kömür ara bantları içerir. Alatepe Formasyonu üzerine Erken-Orta Miyosen yaşlı (Benda ve Meulenkamp, 1979; Atalay, 1980) Turgut Formasyonu uyumsuz olarak gelmekte ve bu birim bölgede üretilen kömürlerin taban kayacını oluşturmaktadır. Turgut Formasyonu ince kömür ve tuf seviyeleri içeren çamurtaşı, kumtaşı ve konglomeralardan oluşmaktadır. Turgut Formasyonu üzerine, tabanda ana

kömür damarı ve üzerinde genellikle grimsi yeşil renkli çamurtaşları, fosilli silttaşı, kireçtaşları ve tüflerden oluşan Sekköy Formasyonu gelmektedir. Atalay (1980) birimin yaşını memeli fosillerine dayanarak Geç Astarasiyen olarak belirlemiştir. Yatağan Formasyonu; alt seviyelerinde Sekköy Formasyonunun marnlarını dereceli olarak üzerleyen yeşil renkli kumtaşı, silttaşlarını içerirken, üst seviyelerinde genellikle iri taneli alüvyal sedimanlar yer alır. Havza kenarlarında birim, taban kayaçlarını uyumsuz olarak üzerlemektedir. Atalay (1980), birimin üst seviyelerinde yaygın olarak bulunan memeli fosillerine göre Turoliyen yaşını belirlemiştir. Miyosen yaşlı havzanın en üst birimini; organik maddece zengin çamurtaşı, beyaz renkli tuf ara tabakaları içeren tatlı su kireçtaşı ve marnlarından oluşan Turoliyen yaşlı Milet Formasyonu oluşturmaktadır. Ayrıca bölgede Kuvaterner-Güncel alüvyonlar diğer birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.



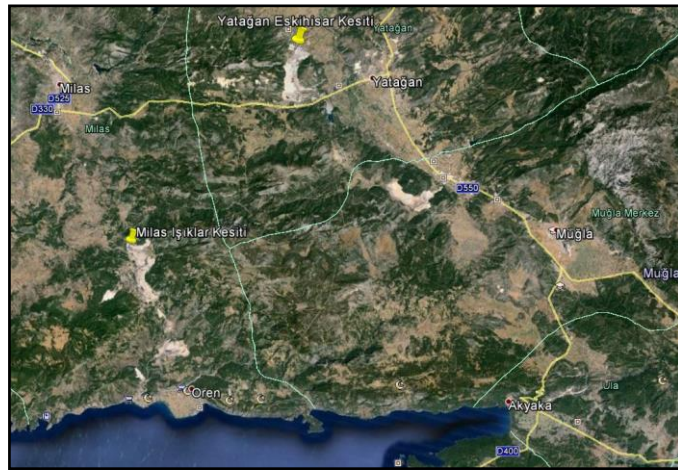
Şekil 24. Milas ve Yatağan (Muğla) kömür sahalarına ait yer bulduru ve jeolojik harita (Querol vd., 1999).

Çalışmanın konusunu oluşturan Yatağan-Milas kömürleri, Sekköy Formasyonunun en alt seviyelerinde yer almaktadır (Şekil 25). En altta yer alan kömürlü seviyenin hemen üzerinde çamurtaşı, silttaşı, marn ve kireçtaşı çökellerini içeren birim yer almaktadır. Bu birimin toplam kalınlığı yaklaşık 150 m civarındadır. Ayrıca bu birim gösel bir ortamda çökelmiştir (Atalay, 1980; Sun ve Karaca, 2000; İnaner ve Nakoman, 2001; Alçıçek, 2010).

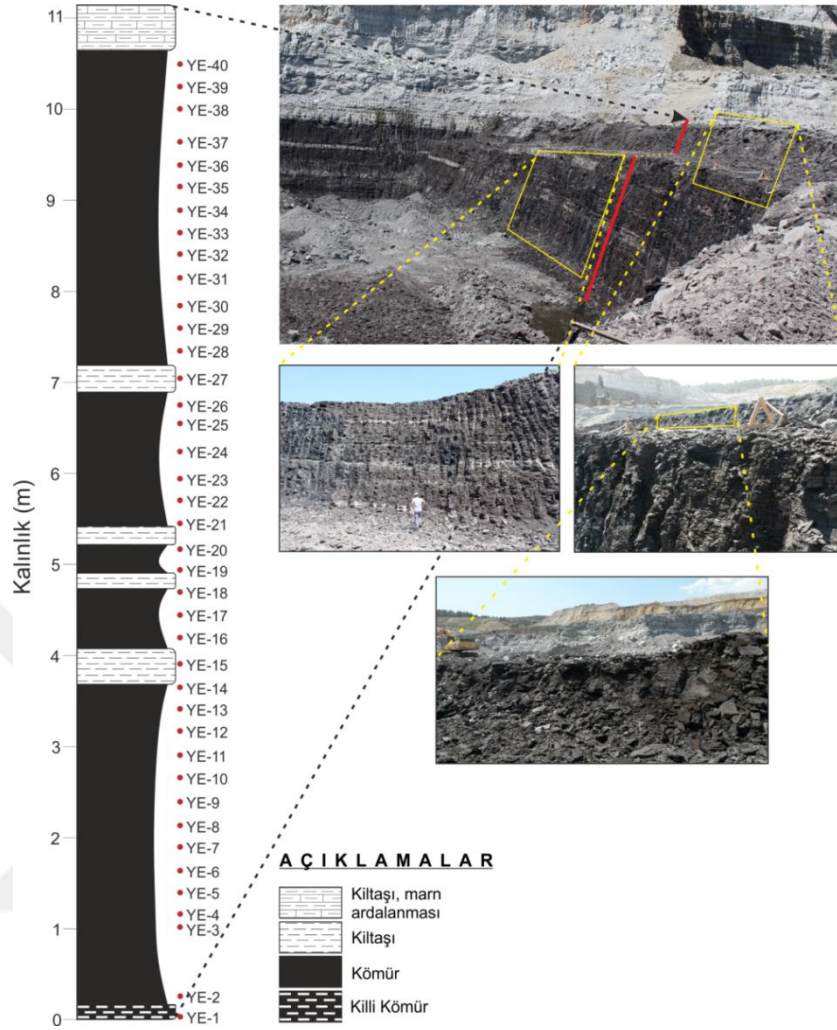
Çalışma kapsamında; Muğla kömürleri iki ayrı lokasyonda incelenmiş olup her iki çalışma sahasında da ölçülü stratigrafik kesitler alınmış ve sistematik olarak örnekleme yapılmıştır (Şekil 26). Şuan özel bir işletme tarafından işletilmekte olan Yatağan-Eskihisar açık işletme sahasında yaklaşık 11 m kalınlığında bir istif ölçülmüştür (Şekil 27). İstif; tabanında killi kömür seviyesi ile başlamakta olup kiltası ve marnlı seviye ile sona ermektedir. Kömürlü seviye içerisinde kalınlığı birkaç cm ile 45 cm arasında değişen kiltası ara seviyeleri yer almaktadır (Şekil 28).

ÜST SİSTEM	S E N O Z O Y İ K					LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)			
NEOJEN ÖNC.	T E R S İ Y E R	Ç.Ö.					Kuvaterner çökelleri
		ALT PLİYOSEN	MİLET	25 - 50			Kireçtaşı ve yeşil renkli çamurtaşı
		GEÇ MİYOSEN	YATAĞAN	110 - 422			Tane destekli konglomera ve çakıllı kumtaşı
		ERKEN-ORTA MİYOSEN	SEKKÖY	165			Tabanında kömür bulunan genellikle grimsi ve yeşilimsi çamurtaşı ve fosil içeren silttaşı-kireçtaşı
			TURGUT	24 - 200			Üretilbilir kömür damarı
			ALATEPE	?			Yer yer tuf seviyeleri içeren çamurtaşı ve kumtaşı
TEMEL	?				Kömür damarı içeren, silttaşı, kumtaşı ve yeşil renkli çamurtaşı.		
						Şist, gnays ve rekristalize kireçtaşı.	

Şekil 25. Milas-Yatağan kömür sahasına ait genelleştirilmiş dikme kesit



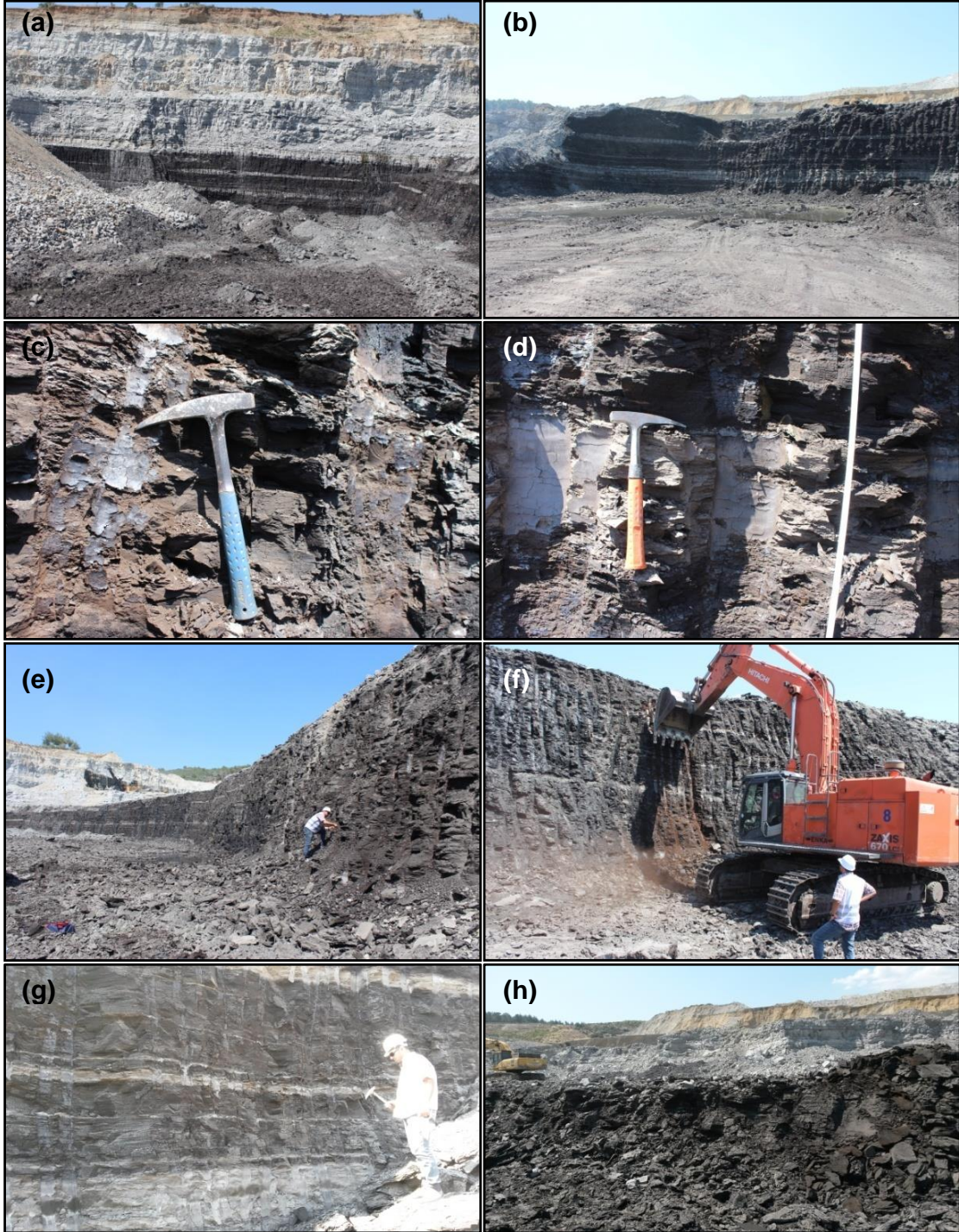
Şekil 26. Milas ve Yatağan (Muğla) kömür sahalarından ölçülen stratigrafik kesitlerin uydu görüntüsü üzerindeki konumları



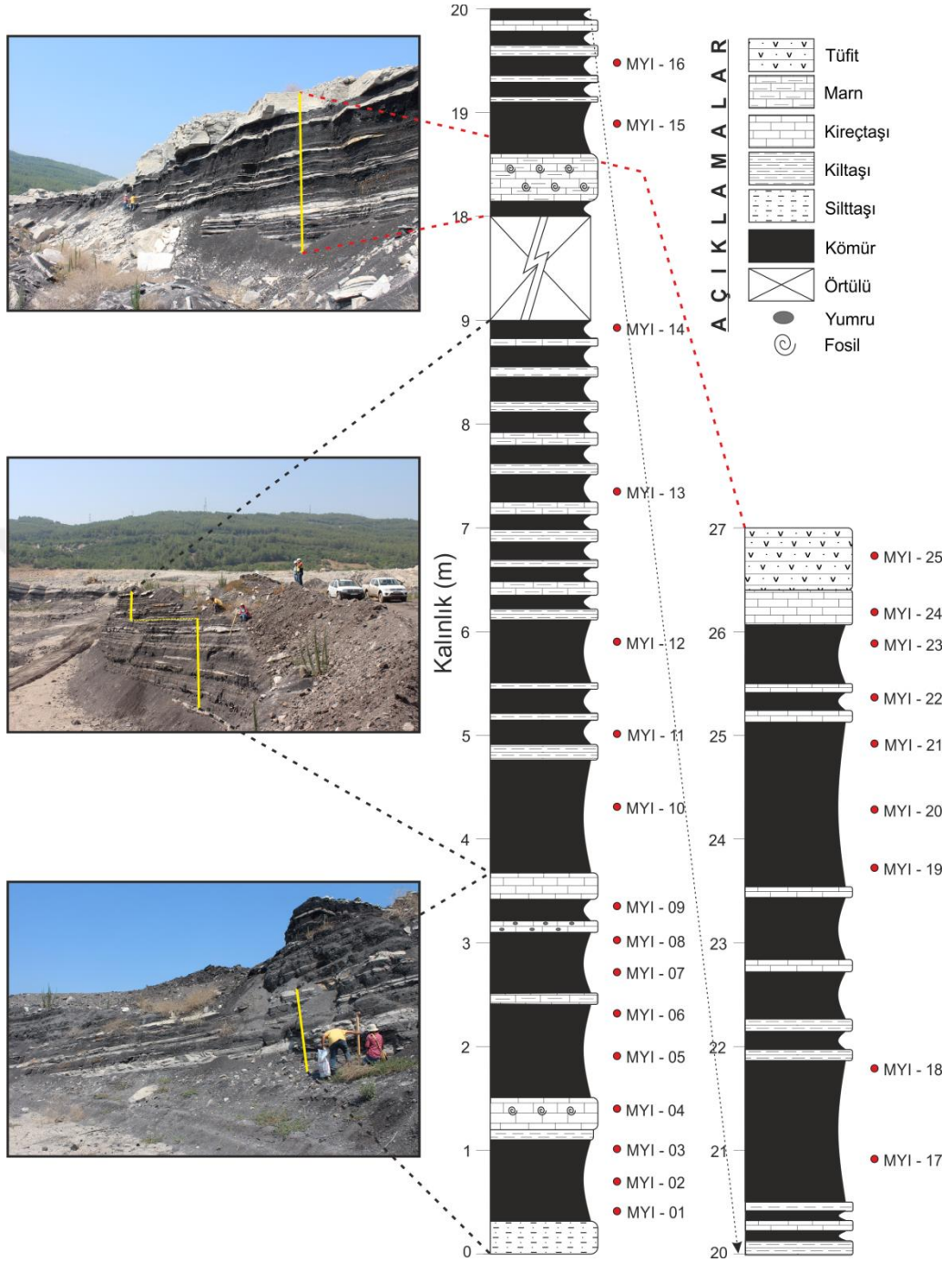
Şekil 27. Yatağan-Eskihisar açık kömür işletme sahasından ölçülen stratigrafik kesit, örnek lokasyonları ve kömürlerin işletme sahasındaki görünüşleri

Özel bir işletme tarafından işletilmekte olan Milas-Yeniköy-Işıklar açık işletme sahasında ölçülen kömürlü istifin kalınlığı yaklaşık 27 m civarındadır (Şekil 29). Buradaki kömürlü seviye, Yatağan-Eskihisar açık işletme sahasındaki kömürlü seviyeye oranla daha kalın olup daha fazla ara seviye içermektedir. İstif; tabanda sittaşları ile başlayıp kireçtaşları ve tüfitlerle son bulmaktadır (Şekil 30a,b,c). İstifin alt seviyelerindeki (0-4 m) kömürler, fosilli kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı, marn ve killaşı ara seviyeleri içermektedir. İstifin 5-9 m aralığında killaşı ve marn ara seviyeleri yoğun olarak bulunmakta olup bu ara seviyelerin kalınlığı bir kaç cm ile 20 cm arasında değişmektedir (Şekil 30 d). İstifin 9-18 m aralığı örtülü olup, istif yukarıya doğru 90 cm kalınlığında fosilli marn ara seviyesi

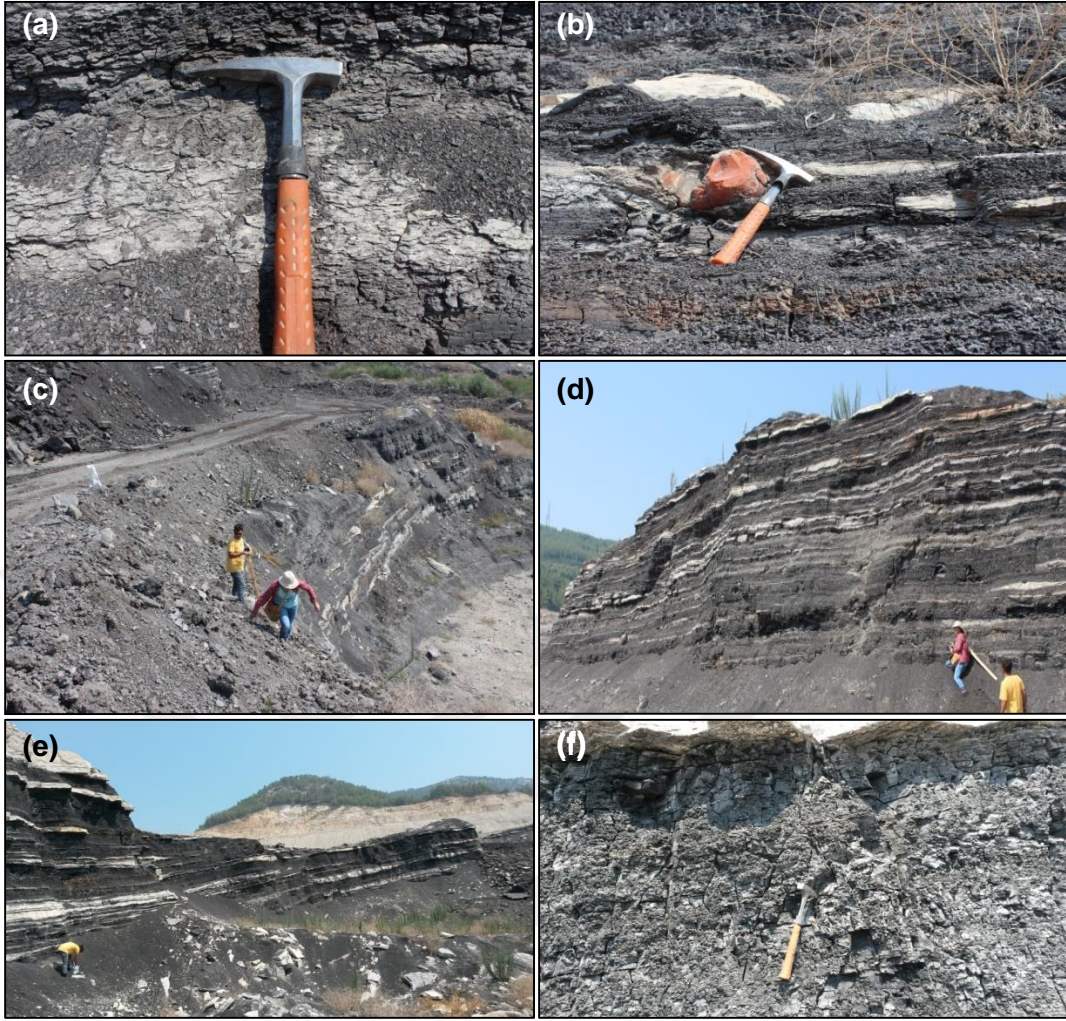
içeren kömür ile devam etmektedir. İstifin üst seviyeleri bir kaç cm ile 20 cm arasında değişen kalınlıkta kilitaşı, kireçtaşı ara seviyeleri içeren kömürle devam etmekte olup kömürlerin tavan kayacını kireçtaşları oluşturmaktadır (Şekil 30e,f). Kalınlığı yaklaşık 80 cm olan bu kireçtaşları üzerine tüfitler gelmektedir.



Şekil 28. Yatağan- Eskihisar açık kömür işletmesindeki kömürlü istife ait görüntüler



Şekil 29. Milas-Yeniköy-Işıklar açık işletme sahasından ölçülen kömürlü istif ve açık işletme sahasından kömürlü istifin görünümü



Şekil 30. (a) Işıklar sahasındaki kömürlü istifin alt seviyelerinde gözlenen kömürlerin yakından görünümü; (b) Kömürlü istifin alt seviyelerinde gözlenen yumrulu kireçtaşları; (c) Kömürlü istifin alt seviyesinin genel görünümü; (d) Kömürlü istifin orta seviyelerinin arazideki görünümü; (e) Kömürlü istifin üst seviyelerinin açık işletme sahasındaki görünümü (f) İstifin üst seviyelerindeki kömürlerin yakından görünümü

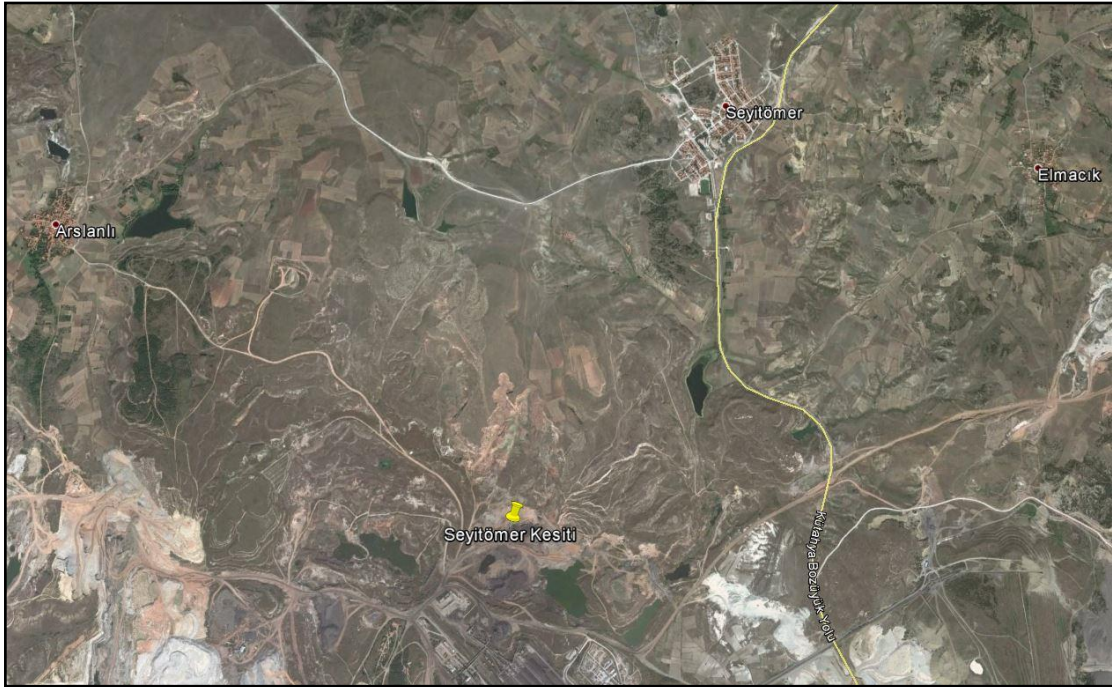
3.1.4.2. Seyitömer (Kütahya) Kömürleri

Çalışma alanını, daha önce gölsel kaynak kayalar kapsamında verilen Seyitömer bitümlü şeyl sahası ile aynı lokasyonda yer almasından dolayı bu başlık altında tekrarlanmamıştır. Alana ait jeolojik harita (Şekil 20) ve stratigrafik kesit (21a) de Seyitömer Bitümlü Şeylleri başlığı altında yer almaktadır.

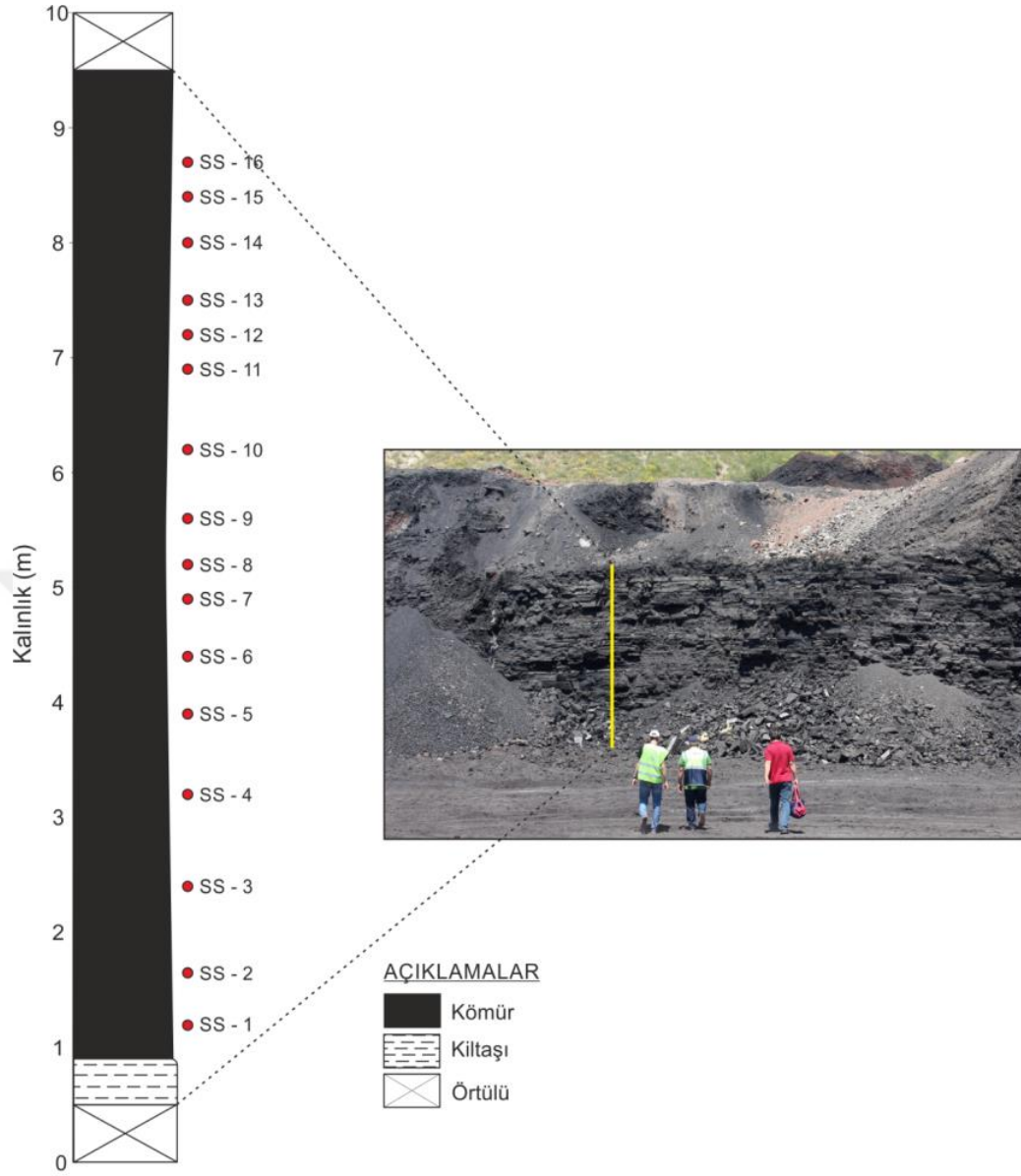
Çalışma alanındaki kömürler, Miyosen yaşlı istif içerisinde yer almaktadır (Şener ve Şengüler, 1992). Kömürler, istif içerisinde iki ayrı seviyede gözlenmektedir (Şekil 21a).

Alt kömür damarı, kilaşları üzerinde yer almakta ve üzerinde ise bitümlü şeyller bulunmaktadır. Kömürler, yersel olarak 30-50 cm arasında değişen kalınlıklarda kil ve çamurtaşı ara katkıları içermektedir (Sarıyıldız, 1992). Alt kömür damarının kalınlığının, bölgede MTA tarafından yapılan sondajlarda 4-14 m arasında değiştiği belirlenmiştir (Sarıyıldız, 1992). Bölgede bitümlü şeyllerin üzerinde yer alan kilaşı, marn ve kireçtaşı ardaşmasından oluşan istif; kömür damarı içermekte olup, üst kömür damarı olarak tanımlanmıştır (Şekil 21b). Üst kömür; damarı ekonomik değere sahip değildir ve kömürler, silisifiye kireçtaşı ve killi kömürlerle ardaşmalıdır (Akkiraz vd., 2012).

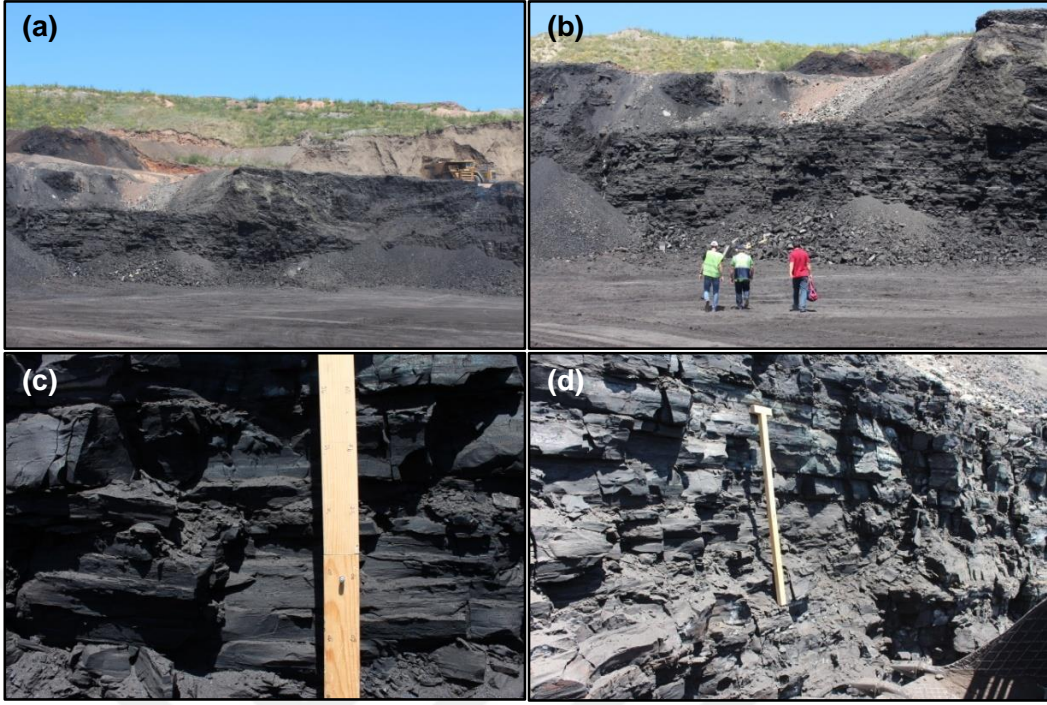
Bu çalışmada, Seyitömer açık işletme sahasında bulunan alt kömür damarının kesiti çıkarılmış ve kömür damarı sistematik olarak örneklendirilmiştir (Şekil 31, 32, 33). Kömür damarının tabanında kilaşları bulunmakta olup ölçülen kömür seviyesinin kalınlığı 8.5 m'dir (Şekil 32). Ölçülen kömürlü seviye içerisinde herhangi bir ara seviye gözlenmemiştir (Şekil 33).



Şekil 31. Seyitömer kömür sahasından ölçülen stratigrafik kesitin uydu görüntüsündeki yeri



Şekil 32. Seyitömer kömür sahasından ölçülen stratigrafik kesit, örnek lokasyonları ve kömürlerin açık işletmedeki görünümü



Şekil 33. (a), (b) Seyitömer kömür işletmesindeki kömürlerin uzaktan görünümü; (c), (d) Kömürlerin yakından görünümü

3.2. Organik Jeokimya

3.2.1. Giriş

Organik jeokimya çalışmaları kapsamında; denizel kaynak kayaları temsilen Dereköy ve Çağlayan formasyonları, gölsel kaynak kayaları temsilen Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri, kömürleri temsilen de Seyitömer ve Yatağan-Milas (Muğla) kömürlerinden alınan örnekler piroliz/TOK analizleri uygulanmıştır. Organik maddenin miktarı, tipi ve olgunluğu kökeni ve çökeldiği ortam koşullarını ortaya çıkarmak amacıyla, alınan örnekler bir dizi organik jeokimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

3.2.2. Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi

Bu analiz yöntemi ile S_1 , S_2 , S_3 , S_4 ve T_{max} değerleri ölçülmekte olup bu değerler aşağıda açıklanmıştır;

S_1 (mgHK/gkaya)

Tüm kayaç içerisinde, serbest halde bulunan hidrokarbonları ifade etmektedir. S_1 miktarı analiz edildikten sonra belirlenebilecek diğer parametrelerden bazıları PI (Üretim İndeksi) ve S_1 / TOK dur. S_1 piki değeri 1000 ile çarpıldığında ppm cinsinden elde edilebilir.

S_2 (mgHK/gkaya)

S_1 piki ile kayaçta bulunan serbest hidrokarbonlar açığa çıktıktan sonra, kayaçta kalan kerojenin ısısal parçalanmasıyla S_2 piki açığa çıkmaktadır. S_2 pikinin şekli, organik madde tipi açısından önem arz etmektedir. 300 - 600⁰ C arasında kerojen, resin ve asfaltlar gibi ağır bileşenler parçalanırken CO₂, S_2 piki olarak kaydedilmekte ve kaynak kayacın sahip olduğu güncel hidrokarbon potansiyelini göstermektedir. S_2 pikinin şekli Tip I kerojen için çok dar, Tip II kerojen için biraz daha geniş, Tip III kerojen veya oksijence zengin kerojenlere ait olan pikler çok daha geniş olabilmektedir. S_2 piki, potansiyel ısısal olgunluğa bağlı olarak daha yüksek olabilmektedir. Ayrıca, olgun ve daha önceden yalnızca petrol potansiyeli bulunan kaynak kayaçlar, düşük potansiyele ve yalnızca gaz üretme potansiyeline sahip olabilmektedir. Atomik H/C oranlarının oksidasyonla indirgendiği gibi S_2 pik değerleri de bozunma etkisiyle indirgenebilir. Buna ek olarak, çok yüksek sıcaklıklarda (>550°C) tuzlu su veya mineral dekompozisyonu sebebiyle açığa çıkan tuz iyonizasyonu da S_2 piklerini etkilemektedir. S_2 pik değerleri de S_1 pik değerlerinde olduğu gibi 1000 ile çarpılarak ppm'e çevrilebilmektedir Espitalié vd.,(1977)'e göre S_2 sınır değerleri Tablo 1 de verilmiştir (Espitalié vd. 1977).

Tablo 1. S_2 sınır değerleri (Espitalié vd., 1977).

S_2	Kaynak Potansiyeli
0.00 – 2.00	Zayıf kaynak potansiyeli
2.00 – 5.00	Orta kaynak potansiyeli
>5.00	İyi kaynak potansiyeli

S_3 (mg organik CO₂/gkaya)

Düşük piroliz sıcaklığında (390⁰ C) açığa çıkan CO₂ miktarıdır. Ancak S_3 piki analiz sonucu bozunma veya mineral – matriks etkileşimine bağlı olarak, inorganik matriksin parçalanmasından etkilenebilmektedir (Espitalié vd. 1977).

S_4 (mgC/gkaya)

S_2 piki okunduktan sonra, 600^0 C'deki CO_2 miktarı olarak kaydedilen değerdir. Kaynak kaya içerisinde bulunan kalıntı (rezidüel) karbonları temsil etmektedir (Espitalié vd. 1985).

T_{max} (0C)

T_{max} , S_2 değerinin maksimum olduğu andaki sıcaklık değeridir. Düşük organik madde içeriğine sahip kayalarda T_{max} değeri de düşük görülür. T_{max} değerinin, S_2 nin 0,50'den daha düşük olduğu durumlarda tanımlanması oldukça zordur. Ayrıca organik maddece fakir kayalarda S_2 değeri 2,0 civarında ise yine T_{max} değerleri güvenilir olmayabilir. S_2 piki içerisindeki ağır serbest hidrokarbonlarda da T_{max} değeri etkilenmekte olup bu durumda anormal derecede düşük T_{max} değerleri gözlemlenebilmektedir ($<400^0C$). Eğer taşınmış organik madde varlığı veya tuz iyonizasyonu söz konusu ise bu sefer de T_{max} değerleri anormal şekilde yüksek gözlemlenebilir ($>550^0C$) (Espitalié vd. 1977).

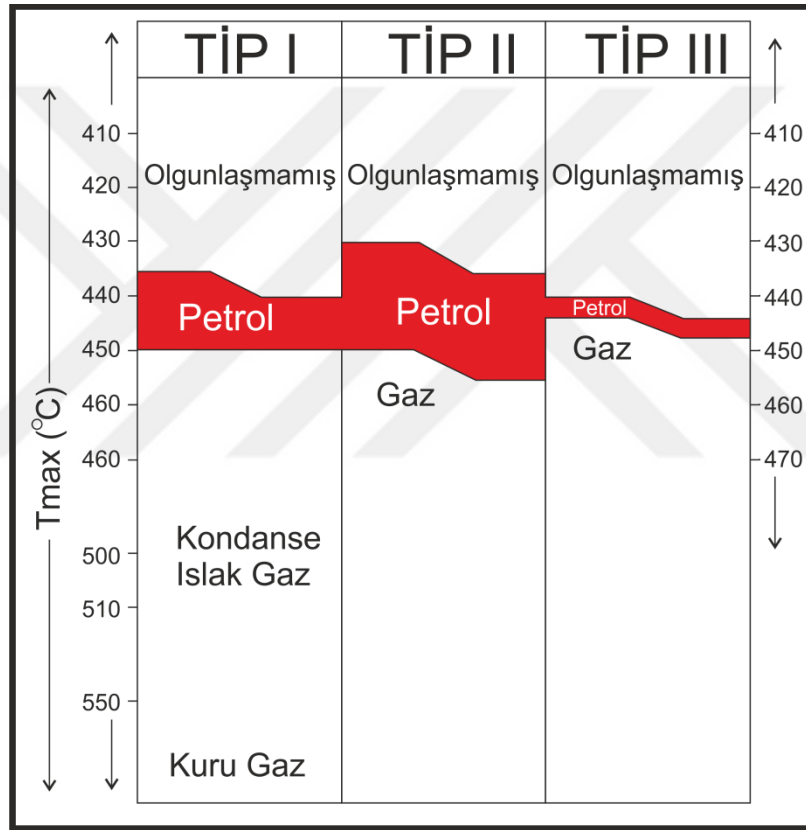
Tip I kerojenin aktivasyon enerjisi dar bir aralıktadır. Tip III kerojenlerde ise aktivasyon enerjileri geniş dağılımlıdır ve petrol penceresi 435^0 C'de başlayıp $465 - 470^0C$ de biter. Bu durum Tip II kerojenlerde ise oksijen ve kükürt içeriklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Tüm bu açıklamalar ışığında özet olarak T_{max} değerleri değerlendirilirken kerojen tipleri de göz önünde bulundurulmalıdır (Espitalié vd. 1977). Aşağıdaki tablolarda ve şekilde (Tablo 2, 3; Şekil 34) Espitalié'ye göre; T_{max} değerlerine karşılık olgunluk düzeyleri ve organik madde tipleri verilmiştir.

Tablo 2. Espitalié vd., (1977)'e göre T_{max} sınır değerleri

T_{max}	Olgunluk
$<430 - 435^0C$	Olgunlaşmamış
$430 - 460^0C$	Petrol Penceresi
$>455 - 465^0C$	Gaz Penceresi

Tablo 3. Tmax değerlerine karşılık olgunlaşma düzeyleri (Espitalié vd., 1977).

Olgunlaşma Düzeyi	Tmax	PI
Olgunlaşmamış	<435	<0.10
Olgun	435 – 445	0.10 – 0.15
Erken olgun	445 – 450	0.25 – 0.40
İleri olgun	450 – 470	>0.40
Aşırı olgun	>470	



Şekil 34. Tmax değerlerine karşılık kerojen tipleri ve petrol türetme aralıkları (Espitalié vd., 1977).

TOK (Toplam Organik Karbon)

TOK, kaynak kaya bünyesindeki organik maddenin yüzdesel olarak ifade edilmiş şeklidir. Jarvie (1991)'e göre TOK için referans değerler kaynak kaya sınıflamasında, litolojiyi de içermek koşuluyla Tablo 4 de verilmiştir. Tissot ve Welte ise bir sedimanter kayacın kaynak kaya olarak nitelendirilebilmesi için gerekli TOK miktarını, şeyllerde en az %0.5 karbonat kayalarda ise %0.3 olarak tanımlamıştır.

Tablo 4. Jarvie (1991)'e göre sınır TOK değerleri

TOK (%)	Kaynak Kayaç Kalitesi
0.00 – 0.50	Zayıf
0.50 – 1.00	Orta
>1.00	İyi

Ölçülen toplam organik karbon değeri, iki ayrı fraksiyondan oluşmaktadır. Bunlardan bir tanesi "dönüştürülebilir fraksiyon (convertible fraction - CC)" diğeri ise "kalıntı fraksiyon (residual fraction - RC)" dur. Dönüştürülebilir fraksiyon ile S_1 ve S_2 pikleri temsil edilirken, kalıntı fraksiyon ise S_4 piki temsil edilir. Kalıntı karbon yani kalıntı fraksiyon ile okside olmuş ölü karbon temsil edilir ve hidrokarbon üretme potansiyeli söz konusu değildir.

TOK'un sayısal olarak ifadesi:

$TOK = CC + RC$ ya da $TOK = [k (S_1 + S_2) / 10] + [S_4 / 10]$ olup burada $k = 0.83$ atomik ağırlık olarak hidrokarbonlardaki ortalama karbon içeriğidir. Eğer örnek inertinitçe zengin ise bu değer 0.89 a kadar çıkabilir (Jarvie. 1991).

TOK analizi sonucunda elde edilen TOK değerleri ve piroliz analizi sonucunda elde edilen S_1 , S_2 , S_3 , S_4 ve T_{max} değerleri ile kaynak kayalara ait; kerojen tipi, HI, OI, PI, S_2/S_3 , rezidüel (Artık) karbon, S_1/TOK ve S_1+S_2 gibi parametreler belirlenmektedir.

Tip I Kerojen: Tip I kerojenler oldukça yüksek H/C (>1.5) oranına ve oldukça düşük O/C (<0.1) oranına sahiptirler. Başlıca algal kökenli lipidlerden ya da mikrobiyal aktiviteler sonucunda lipid oranı yükselmiş organik maddelerden oluşurken, çoğunlukla alifatik zincirler içerip az oranda aromatik çekirdekten meydana gelir. 550-600 °C'de piroliz edildiğinde kerojenin büyük bir bölümü petrole dönüşmektedir. Tip I kerojenin petrol-gaz üretme potansiyeli yüksek olup doğada en az görülen kerojen tipidir.

Tip II Kerojen: Tip I kerojene oranla daha düşük H/C (1.2-1.5) oranına ve daha yüksek O/C oranına sahiptir. Petrol ve gaz üretme potansiyeli Tip I kerojene göre daha düşük olsa da ekonomik açıdan önemli kaynak kayalar oluşturabilmektedir. Tip II kerojen genellikle fitoplankton, zooplankton ve mikroorganizmaların (bakteri) karışımından oluşan otokton organik maddelerin bulunduğu denizel sedimanlarda gözlenir. İçerisinde çok fazla aromatik ve naften bileşenleri içermektedir. İçerisinde diğer kerojen tiplerine göre daha yüksek oranda kükürt bulunabilir ki bu durumda kerojen Tip II/S olarak isimlendirilmektedir. Kükürt içeriğine göre ayrılan Tip II/S, Tip II ye oranla daha düşük

sıcaklıklarda olgunlaşarak daha düşük Tmax değerleri seviyelerde olgunlaşmayı göstermektedir (Bordenave vd., 1993).

Tip III Kerojen: Tip III kerojenler düşük H/C oranına, yüksek O/C oranına sahiptirler. Petrol türetme potansiyelleri düşükken yüksek oranda gaz üretme kapasitesine sahiptirler. Genellikle derin gömülme sonrasında gerekli koşullara maruz kaldığında önemli miktarlarda gaz türetme potansiyelindedirler. Tip III kerojen çoğunlukla karasal kökenli yüksek bitkilerden oluşmaktadır.

Tip IV Kerojen: Düşük H/C (0.5-0.6) oranına ve yüksek O/C (>0.3) oranına sahiptir. Kalıntı veya ölü karbon olarak da isimlendirilmektedir. Çoğunlukla petrol-gaz potansiyeli çok düşüktür ancak çok sınırlı gaz oluşumu görülebilir.

Hidrojen İndeksi (HI) ($S_2/TOK \times 100$)

Hidrojen İndeksi (HI), S_2 pikinin % ağırlık olarak kaydedilen TOK değerine oranı şeklinde ifade edilmektedir. Ayrıca HI, kayaç içerisindeki hidrojen içeriğinin normalize edilmiş değeri olarak da düşünülebilir (Espitalié vd. 1977). Kerojen tipi HI parametresi ile kolayca sınıflandırılabilir. Tip I kerojenler hidrojen zengin, Tip III kerojenler hidrojen fakir, Tip II kerojenler ise Tip I ve Tip III arasında bir hidrojen değerine sahiptirler. Örnek olgunluğu arttıkça HI değeri azalmaktadır. Bozunma sonucunda S_2 değerinde meydana gelen düşme HI değerinin de düşmesine sebebiyet vermektedir. Hidrokarbon oluşumundaki kaliteyi kontrol eden etken, organik maddedeki hidrojen içeriğidir. Organik olgunluk arttıkça, organik madde hidrojen fakir hale gelmektedir. Dolayısıyla HI değeri azalmaktadır (Espitalié vd. 1977). Tablo 5’de Jones, (1984)’e göre HI sınır değerlerine karşılık kerojen tipleri verilmiştir.

Tablo 5. HI sınır değerlerine karşılık kerojen tipleri (Jones, 1984).

HI	Kerojen Tipi
<50	Tip IV
50 – 200	Tip III (gaz/petrol, çoğunlukla karasal)
200 – 350	Tip II/Tip III karışık (petrol/gaz)
350 – 700	Tip II (yalnız petrol, çoğunlukla denizel)
>700	Tip I (yalnız petrol, sıklıkla gölsel)

Oksijen İndeksi (OI) ($S_3/TOK \times 100$)

Oksijen İndeksi (OI), S_3 pikinin % ağırlık olarak kaydedilen TOK değerine oranı şeklinde ifade edilmektedir. Ayrıca OI, kayaç içerisindeki oksijen içeriğinin normalize edilmiş değeri olarak da düşünülebilir (Espitalié vd. 1977). Tip III kerojen, Tip I ve Tip II kerojene oranla daha yüksek OI değerine sahiptir. OI değeri S_3 değerinin artmasıyla yüksek değerlere ulaşmaktadır. TOK değerinin %0,5 den az olduğu durumlarda OI değeri anlamsız olup, 200 mg CO_2 / g TOK'dan yüksek olduğu durumlarda yine anormal durum olarak kabul edilmektedir. Analize örnek hazırlanırken örneklerin oksidasyona uğramamasına ayrıca dikkat edilmelidir. Bu esnada meydana gelebilecek bir oksidasyon yalancı anomalilere sebebiyet verebilir. Rock Eval (piroliz) analizinin en güvenilir olmadığı durum OI değeridir. Bu değer güvenilir olmadığı durumlarda HI değerine karşılık Tmax değerinin yer aldığı grafikler kullanılmalıdır (Espitalié vd. 1977).

Üretim İndeksi PI [$(S_1 / (S_1 + S_2))$]

Üretim İndeksi (PI), kayaçtan atılmamış serbest hidrokarbon dönüşümünün bir göstergesidir. Üretim İndeksi (PI), ısısal olgunluk arttıkça artmaktadır. PI değerlerinde gözlenen anomaliler organik fasiyes farklılaşmalarından veya sediman örneğinden hidrokarbon göçü olmamasından kaynaklanabilmektedir (Espitalié vd. 1977). PI ile kaynak kaya olgunlaşma sınır değerleri aşağıdaki tabloda (Tablo 6) verilmiştir.

Tablo 6. PI sınır değerleri (Espitalié vd., 1977).

PI	Olgunluk
0,00 – 0,08	Olgunlaşmamış
0,08 – 0,50	Petrol Penceresi (Olgun)
>0,50	Gaz Penceresi (Aşırı olgun)

Kalıntı Karbon (Rezidüel Karbon, $S_4/10$)

Artık karbon, kerojenin bünyesindeki hidrokarbon türetme potansiyeline sahip olmayan karbon miktarını temsil etmektedir. S_4 piki belirlendikten sonra artık karbonun elde edilmesi $RC = S_4 / 10$ şeklinde hesaplanmaktadır. TOK içerisindeki artık karbon yüzdesi Tip I kerojeninden Tip III kerojenine doğru artış göstermektedir (Espitalié vd. 1977).

S_2 / S_3

Genelde kerojen tipinin belirlenmesinde kullanılan bir orandır. Aşağıda yer alan Tablo 7'de S_2/S_3 değerlerine karşılık kerojen tipinin ve hidrokarbon potansiyelinin değerlendirilmesinde kullanılan veriler yer almaktadır (Clementz vd., 1979).

Tablo 7. S_2 / S_3 sınır değerleri (Clements vd., 1979).

S_2/S_3	Kerojen Tipi
0.00 – 2.50	Tip III, gaz potansiyeli
2.50 – 5.00	Tip III, gaz/petrol potansiyeli
>5.00	Tip I veya Tip II, petrol potansiyeli

S_1 / TOK ($S_1 / TOK \times 100$, mgHK/gTOK)

S_1 pik değerinin % TOK değerine oranı rezervuar kayaçları veya geçirimsizliği düşük kaynak kayaçları belirlemede kullanılmaktadır. Jarvie ve Baker (1984), S_1/TOK değerlerine göre kayaç türlerini aşağıda Tablo 8 'daki gibi yorumlamıştır.

Tablo 8. Jarvie ve Baker (1984)'e göre (S_1/TOK) x 100 değerlerinin yorumlanması

(S_1/TOK) x 100	Kayaç Türü/Potansiyeli
0 – 50	Verimsiz
50 – 100	Kirlenme olabilir, olgun kaynak kayayı gösterir
100	Rezervuar kayaç veya bulaşma

$S_1 + S_2$ (Potansiyel Ürün PÜ)

Rock Eval (piroliz) analizi sonucunda elde edilen bir diğer parametre ise “potansiyel ürün”dir (PÜ). Bu değer kayaktan türeyebilecek toplam hidrokarbon miktarı anlamı olarak da yorumlanabilmektedir. Tablo 9'da potansiyel ürün ile kaynak kaya potansiyeli arasındaki ilişki verilmiştir.

Tablo 9. Potansiyel ürün değerlerine karşılık kaynak kaya potansiyelleri

Potansiyel Ürün (mg/g)	Kaynak Kaya Potansiyeli
<2	Kaynak kaya potansiyeli yok
2 – 6	Orta derecede kaynak kaya potansiyeli
>6	İyi kaynak kaya potansiyeli

3.2.3. Gaz Kromatografi (GC) Analizi

Gaz kromatogramlarında kaydedilen; n-alkanların ve izoprenoidlerin dağılımlarına göre organik maddenin; olgunluğu, tipi, biyolojik olarak bozunması ve çökeldiği ortam hakkında bilgi sahibi olunur.

Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımı; organik madde tipi, ısıl olgunluk ve biyolojik bozunma gibi parametreler hakkında bilgiler sunmaktadırlar. n-alkan dağılımı nC_{23} - nC_{30} aralığında yoğunluk gösteriyor ise “karasal yüksek bitki” girdisi, nC_{15} - nC_{17} aralığında bir yoğunluk söz konusu ise de “algal kaynak” girdisi söz konusudur. (Waples, 1985; Moldowan vd., 1985; Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995; Behrens vd., 1998; Palacas, 1984).

Pristan ve fitan özellikle fototropik organizmalardaki klorofilin yan zinciri olan fitilden türemektedir. Anoksik koşullar altın fitil yan zinciri koparak fitolü ve fitol de indirgenerek fitanı oluşturur. Oksik koşullar altında ise fitol, pristana indirgenir (Peters ve Moldowan, 1993). Dolayısıyla pristan ve fitan ortamın redoks potansiyelini yorumlamada kullanılmaktadır (Didky vd., 1978). Pristan ve fitan; gaz kromatogramlarında n-alkanlar ile birlikte kaydedilen özel izoprenoid bileşikleridir. Pristan ve fitanın birbirlerine oranları, organik maddenin depolandığı ortam koşulları hakkında önemli bilgiler sunar. Pr/Ph oranı; 1’den daha düşük değerler veriyor ise anoksik ortam şartları, 1’den daha yüksek değerler veriyor ise de oksik ortam şartlarını gösterir (Peters ve Moldowan, 1993). Pr/Ph oranı paleoortam koşulları hakkında da bilgiler sunmaktadır. Fakat düşük ısıl olgunluk söz konusu ise Pr/Ph oranının paleoortamı yorumlamada kullanılması tavsiye edilmez (Volkman ve Maxwell, 1986). Isıl olgunluk; petrol oluşum penceresi aralığında ise Pr/Ph > 3 olduğu durumlar, oksik koşullar altında organik madde girdisini, Pr/Ph < 0.6 olduğu durumlar ise anoksik ve çok tuzlu ortam koşullarını işaret etmektedir (Peters ve Moldowan, 1993).

Gaz kromatogramlarında; Pr, nC_{17} 'den hemen sonra, Ph ise nC_{18} 'den hemen sonra kaydedilmektedir. Pikler sırası ile; nC_{17} , Pristan, nC_{18} ve fitan olarak sıralanır. Pr/ nC_{17} ve Ph/ nC_{18} oranları; petrol veya bitümleri farklı gruplar içinde sınıflandırmak için kullanılmaktadırlar (Hunt, 1985). n-alkan/izoprenoid oranı arttıkça olgunluk azalmaktadır (Tissot ve Welte, 1984). n-alkanların kolay yok olması, biyolojik bozunma ile artmaktadır (Hunt, 1995).

Tek karbon numaralı veya çift karbon numaralı n-alkanların birbirlerine göre baskınlıkları, organik madde tipi, çökeltme ortamı ve ısısız olgunluğun yorumlanmasında bizlere önemli bilgiler sunmaktadır. Bir gaz kromatogramında tek numaralı veya çift numaralı karbonların baskınlığı CPI (Karbon tercih indeksi) indeksi yardımıyla belirlenir. CPI indeksi farklı araştırmacılar tarafından farklı formüllerle ifade edilmektedir. Bu çalışmada 3 farklı CPI indeksi hesaplanmıştır.

$$\text{CPI(1)} = \left(\frac{\text{C}_{25} + \text{C}_{27} + \text{C}_{29} + \text{C}_{31} + \text{C}_{33}}{\text{C}_{26} + \text{C}_{28} + \text{C}_{30} + \text{C}_{32} + \text{C}_{34}} + \frac{\text{C}_{25} + \text{C}_{27} + \text{C}_{29} + \text{C}_{31} + \text{C}_{33}}{\text{C}_{24} + \text{C}_{26} + \text{C}_{28} + \text{C}_{30} + \text{C}_{32}} \right) / 2 \quad (\text{Bray ve Evans, 1961}) \quad (1)$$

$$\text{CPI(2)} = \frac{2(\text{C}_{23} + \text{C}_{25} + \text{C}_{27} + \text{C}_{29})}{\text{C}_{22} + 2(\text{C}_{24} + \text{C}_{26} + \text{C}_{28}) + \text{C}_{30}} \quad (\text{Peters ve Moldowan, 1993}) \quad (2)$$

$$\text{CPI(3)} = \frac{2(\text{C}_{27})}{(\text{C}_{26} + \text{C}_{28})} \quad (\text{Peters vd., 2005}) \quad (3)$$

CPI değerinin 1'den büyük olması tek numaralı karbonların, 1'den küçük olması ise çift numaralı karbonların baskın olduğu anlamına gelmektedir. Olgunluğun artması ile CPI değerleri 1'e yakın bir değer olmaktadır (Waples, 1985). Fakat her 1'e yakın CPI değeri olgunluk hakkında kesin sonuç vermez, diğer parametrelerinde göz önünde bulundurulması gerekir (Peters ve Moldowan, 1993). CPI değeri oldukça nadir 1'den düşük değerler vermektedir. Eğer CPI değerinin 1'den düşük olduğu durumlar söz konusu ise karbonat litoloji ve çok tuzlu ortamlarla ilişkili petroler işaret edilmektedir (Tissot ve Welte, 1984; Peters ve Moldowan, 1993). Eğer örneklerin ısısız olgunluğu petrol oluşum penceresinden daha düşük değerlerde ise yüksek bir CPI değeri, karasal bitkilerden türemiş karasal kökenli bir organik maddeyi işaret etmektedir (Peters ve Moldowan, 1993).

Gaz kromatogramlarında; n-alkanların dağılımları, karasal veya sucül kökenli organik madde girdisi hakkında bilgiler vermektedir. nC₂₇-nC₃₁ aralığındaki pikler yoğunluk gösteriyorsa karasal kökenli organik madde, eğer nC₁₅-nC₁₉ aralığındaki pikler yoğunluk gösteriyor ise de sucül kökenli organik madde işaret edilir (Bourbonniere ve Meyers, 1996).

$$\text{TAR (Karasal/Sucül Oranı)} = \left(\frac{\text{C}_{27} + \text{C}_{29} + \text{C}_{31}}{\text{C}_{15} + \text{C}_{17} + \text{C}_{19}} \right) \quad (\text{Bourbonniere ve Meyers, 1996}) \quad (4)$$

Gaz kromatogramlarında; kısa zincirli n-alkan dağılımları ($n < 20$) genellikle algal mikroorganizmaların bulunduğu ortamları (Cranwell, 1977), uzun zincirli ($n > 20$) n-alkan dağılımları ise oldukça yüksek, karasal bitkilerin bulunduğu ortamları işaret etmektedir (Eglinton ve Hamilton, 1967). ACL (ortalama zincir uzunluğu) indeksi yardımıyla ortalama zincir uzunluğu belirlenebilmektedir. ACL indeksi ile paleoiklim koşulları hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir (Yamamoto vd., 2010; Zhou vd., 2010). ACL değerinin yüksek çıkması durumunda damarlı bitkilerin bulunduğu, kuru ve soğuk iklim şartları söz konusudur.

$$ACL = \frac{\sum_{n=27}^{33}(C_n \cdot n)}{\sum_{n=27}^{33}(C_n)} \quad (\text{Yamamoto vd. 2010; Zhou vd. 2010}) \quad (5)$$

Gaz kromatogramlarındaki n-alkan dağılımları ile P_{aq} ve P_{wax} parametreleri hesaplanarak, organik maddenin türediği ortamdaki bitki türleri, dolayısıyla ortamın paleoiklimsel koşulları hakkında bazı yorumlamalar yapılabilmektedir (Zheng vd., 2007). Fakat bu değerler; kömürler için kullanılan parametrelerdir. P_{aq} değeri; < 0.1 ise karasal bitkilerin, $0.1-0.4$ ise sucul bitkilerin (bataklık ortamında su yüzeyine çıkmış), $0.4-1.0$ ise su içerisinde yüzer haldeki bitkilerin bulunduğu ortamlar söz konusudur. Benzer şekilde; P_{wax} değeri > 0.7 ise, kuru iklim koşulları, < 0.7 ise nemli iklim koşulları söz konusudur.

$$P_{aq} = \frac{(C_{23}+C_{25})}{(C_{23}+C_{25}+C_{27}+C_{29}+C_{31})} \quad (\text{Zheng vd., 2007}) \quad (6)$$

$$P_{wax} = \frac{(C_{27}+C_{29}+C_{31})}{(C_{23}+C_{25}+C_{27}+C_{29}+C_{31})} \quad (\text{Zheng vd., 2007}) \quad (7)$$

Son yıllarda birçok araştırmacı, özellikle kömürlerin oluşum ortamlarını ve paleoiklim şartlarını incelerken, gaz kromatogramlarındaki n-alkan dağılımlarında belli parametreler hesaplayarak ortam şartlarını yorumlamaktadır. Her bir n-alkan, farklı ortam koşullarında farklı bollukta bulunmaktadır. Organik maddenin çökeldiği ortam koşulları yüksek rakımlı ve az sulu bir ortam ise nC_{25} numaralı n-alkan, daha çok geniş yapraklı ve odunsu bitkilerin bulunduğu bir ortam ise nC_{27} numaralı n-alkan, sürekli yeşil kalan bitkilerin (çayırların) bulunduğu bir ortam ise nC_{29} numaralı n-alkan, çayır ve çimenlerin bulunduğu bir ortam ise nC_{31} numaralı n-alkan daha baskın şekilde pik oluşturur (Long vd., 2011; Yamamoto vd., 2010; Zhou vd., 2010). Kısacası gaz kromatogramlarında; nC_{27} ile yüksek odunsu bitkilerin, $nC_{27}+nC_{29}+nC_{31}$ ile otsu bitkilerin, nC_{31} ile de yeşil çayırların bulunduğu ortamlardan türeyen organik madde karakterize edilir.

$$Q_{\text{wood/grass}} = \frac{C_{27}}{C_{31}} \quad (\text{Long vd., 2011}) \quad (8)$$

$$Q_{\text{wood/plant}} = \frac{C_{27}+C_{29}}{C_{27}+C_{29}+C_{31}} \quad (\text{Long vd., 2011}) \quad (9)$$

$$Q_{\text{grass/plant}} = \frac{C_{31}}{C_{27}+C_{29}+C_{31}} \quad (\text{Long vd., 2011}) \quad (10)$$

3.2.4. Denizel Kaynak Kayalar [Dereköy Formasyonu (Antalya), Çağlayan Formasyonu (Sinop)]

3.2.4.1. Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi

Denizel kökenli kaynak kayalar grubunda Erken Kretase yaşlı Dereköy ve Çağlayan formasyonları yer almakta olup bu formasyonlara ait piroliz/Rock Eval analiz sonuçları Tablo 10 ve 11'de verilmiştir.

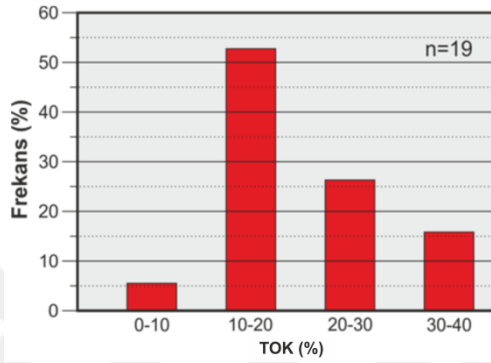
Tablo 10. Dereköy Formasyonundan alınan siyah şeyl örneklerinin TOK/piroliz analiz sonuçları ve hesaplanan parametreler

Örnek No	TOK (%)	S ₁ (mgHK/gkaya)	S ₂ (mgHK/gkaya)	S ₃ (mgCO ₂ /gkaya)	T _{max} (°C)	Hİ (mgHK/g TOK)	Oİ (mgCO ₂ /g TOK)	PÜ (S ₁ +S ₂)	PI (S ₁ /S ₁ +S ₂)	S ₁ /TOK	S ₂ /S ₃	RC (%)	PC (%)	MINC (%)
DK-2	25.48	3.35	125.35	14.74	417	492	58	128.70	0.03	0.13	8.5	14.02	11.46	1.3
DK-11	14.9	1.02	62.88	10.74	417	422	72	63.90	0.02	0.07	5.9	9.05	5.85	0.49
DB-5	15.06	1.85	87.54	2.43	412	581	16	89.39	0.02	0.12	36.0	7.44	7.62	0.11
DB-7	15.23	1.25	71.77	4.7	418	471	31	73.02	0.02	0.08	15.3	8.84	6.39	0.59
DB-8	17.11	1.96	94.64	8.02	420	553	47	96.60	0.02	0.11	11.8	8.64	8.47	0.28
DB-10	17.99	1.35	72.94	13.47	417	405	75	74.29	0.02	0.08	5.4	11.13	6.86	0.61
DB-13	13.37	0.66	59.27	8.04	421	443	60	59.93	0.01	0.05	7.4	7.95	5.42	0.58
DB-16	14.06	0.49	62.57	8.74	419	445	62	63.06	0.01	0.03	7.2	8.4	5.66	0.44
DB-29	20.79	2.09	101.31	12.84	417	487	62	103.40	0.02	0.10	7.9	11.52	9.27	0.36
DB-31	12.79	1.21	67.79	2.88	418	530	23	69.00	0.02	0.09	23.5	6.8	5.99	0.23
DB-33	22.42	2.01	128.53	6.03	416	573	27	130.54	0.02	0.09	21.3	11.18	11.24	0.34
BAK-3	11.31	0.78	53.42	8.56	411	472	76	54.20	0.01	0.06	6.24	6.41	4.9	0.28
BAK-5	29.77	3.88	166.39	13.69	416	559	46	170.27	0.02	0.13	12.15	14.95	14.82	0.23
Ortalama	17.71	1.68	88.80	8.84	417	495	50	90	0.02	0.09	12.97	9.72	8.00	0.45

Tablo 11. Çağlayan Formasyonundan ölçülen Dranaz ve Yeşilçam kesitlerine ait siyah şeyl örneklerinin TOK/piroliz analiz sonuçları ve hesaplanan parametreler

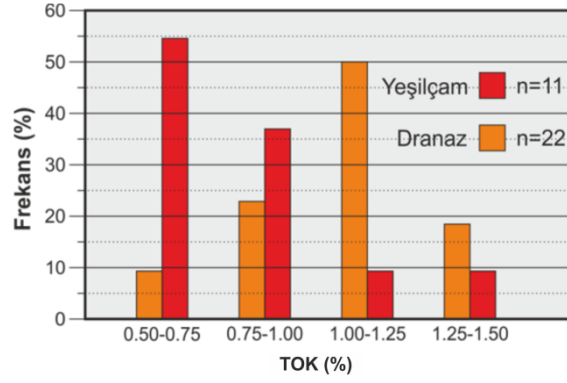
Örnek No	TOK (%)	S ₁ (mgHK/g kaya)	S ₂ (mgHK/g kaya)	S ₃ (mgCO ₂ /g kaya)	T _{max} (°C)	Hİ (mgHK/g TOK)	Oİ (mgCO ₂ /g TOK)	PÜ (S ₁ +S ₂)	Pİ (S ₁ /S ₁ +S ₂)	S ₂ /S ₃	S ₁ /TOK	RC (%)	PC (%)	MINC (%)
<i>Dranaz Kesiti (Çağlayan Formasyonu)</i>														
BD - 3	0.64	0.03	0.62	0.	433	97	0	0.65	0.05	-	0.05	0.58	0.06	0.76
BD - 8	1.30	0.06	2.34	0.03	431	180	2	2.4	0.03	78	0.05	1.09	0.21	0.58
BD - 10	1.12	0.09	2.05	0.03	431	183	3	2.14	0.04	68	0.08	0.94	0.18	0.77
BD - 15	1.23	0.11	2.71	0.03	432	220	2	2.82	0.04	90	0.09	0.99	0.24	0.49
BD - 17	1.13	0.08	2.03	0.10	432	180	9	2.11	0.04	20	0.07	0.95	0.18	0.47
BD - 18	1.12	0.09	2.27	0.13	429	203	12	2.36	0.04	17	0.08	0.92	0.2	0.82
BD - 20	1.24	0.13	2.87	0.08	430	231	6	3.00	0.04	36	0.10	0.98	0.26	0.41
BD - 21	1.36	0.14	2.91	0.12	434	214	9	3.05	0.05	24	0.10	1.1	0.26	0.61
BD - 22	1.00	0.10	1.82	0.1	434	182	10	1.92	0.05	18	0.10	0.83	0.17	0.61
BD - 24	0.65	0.06	0.80	0.07	434	123	11	0.86	0.07	11	0.09	0.57	0.08	0.58
BD - 26	1.31	0.12	2.62	0.13	431	200	10	2.74	0.04	20	0.09	1.07	0.24	0.93
BD - 28	1.17	0.12	3.00	0.17	431	256	15	3.12	0.04	18	0.10	0.9	0.27	0.9
BD - 29	1.11	0.13	2.70	0.15	433	243	14	2.83	0.05	18	0.12	0.87	0.24	0.77
BD - 30	0.99	0.14	2.66	0.14	430	269	14	2.8	0.05	19	0.14	0.75	0.24	1.03
BD - 32	1.01	0.11	2.55	0.17	429	252	17	2.66	0.04	15	0.11	0.78	0.23	1.07
BD - 37	0.91	0.10	1.44	0.03	432	158	3	1.54	0.07	48	0.11	0.78	0.13	0.46
BD - 38	1.29	0.13	3.20	0.26	429	248	20	3.33	0.04	12	0.10	1	0.29	1.04
BD - 39	1.24	0.14	3.04	0.25	428	245	20	3.18	0.04	12	0.11	0.96	0.28	0.92
BD - 43	0.83	0.09	1.70	0.07	429	205	8	1.79	0.05	24	0.11	0.67	0.16	0.66
BD - 44	0.85	0.08	2.11	0.19	429	248	22	2.19	0.03	11	0.09	0.65	0.2	1.61
BD - 50	1.24	0.09	3.08	0.18	431	248	15	3.17	0.03	17	0.07	0.97	0.27	0.91
BD - 51	1.20	0.12	2.97	0.11	431	248	9	3.09	0.04	27	0.10	0.93	0.27	0.65
Ortalama	1.09	0.10	2.34	0.12	431	211	11	2.44	0.04	29	0.09	0.88	0.21	0.78
<i>Yeşilçam Kesiti (Çağlayan Formasyonu)</i>														
BY - 8	0.57	0.04	0.28	0.74	434	49	82	0.32	0.13	0.4	0.07	0.53	0.04	0.02
BY - 10	0.88	0.05	0.68	0.74	437	77	84	0.73	0.07	0.9	0.06	0.79	0.09	0.04
BY - 11	1.02	0.06	1.31	0.82	439	128	80	1.37	0.04	1.6	0.06	0.87	0.15	1.18
BY - 13	1.00	0.04	0.95	0.66	434	95	66	0.99	0.04	1.4	0.04	0.89	0.11	0.03
BY - 15	0.75	0.05	0.6H	0.42	433	80	56	0.65	0.07	1.4	0.07	0.68	0.07	0.02
BY - 19	0.66	0.03	0.54	0.55	435	82	83	0.57	0.06	1.0	0.05	0.59	0.07	0.15
BY - 23	0.69	0.04	0.54	0.67	438	78	97	0.58	0.07	0.8	0.06	0.62	0.07	0.06
BY - 25	0.78	0.03	0.64	0.66	436	82	85	0.67	0.05	1.0	0.04	0.7	0.08	0.36
BY - 27	0.6	0.06	0.34	0.6	436	57	100	0.40	0.15	0.6	0.10	0.54	0.06	0.04
BY - 28	0.78	0.07	0.64	0.66	431	82	85	0.71	0.1	1.0	0.09	0.69	0.09	0.02
BY - 29	0.59	0.07	0.4	0.53	434	68	90	0.47	0.15	0.8	0.12	0.53	0.06	0.02
Ortalama	0.76	0.05	0.63	0.64	435	80	83	0.68	0.08	1.0	0.07	0.68	0.08	0.18
Genel Ortalama	0.98	0.08	1.49	0.38	433	145	47	1.56	0.06	14.85	0.08	0.78	0.15	0.48

Organik Madde Miktarı: Dereköy Formasyonundan alınan 13 adet örneğe ait TOK değerleri %11.31-29.77 aralığında değişim göstermektedir (Tablo 10). Ortalama TOK değeri %18.79 olarak hesaplanmıştır. Örnek sayısına göre (%) dağılım grafiğinde örneklerin genel olarak %10-20 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 35). S_2 - TOK değerleri dikkate alındığında (Şekil 37); örneklerin “çok iyi” kaynak kaya sınıfında yer aldığı gözlemlenmektedir.

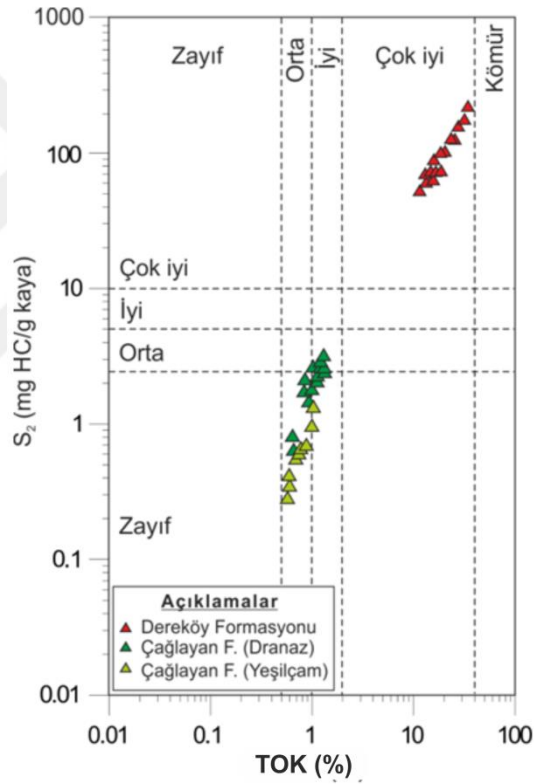


Şekil 35. Dereköy Formasyonuna ait siyah şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı

Çağlayan Formasyonundan; Dranaz ve Yeşilçam yörelerinden iki farklı kesit ölçülmüştür. Dranaz kesitindeki 6 adet örneğin TOK değerleri %0.50-1.00 aralığında, 16 adet örneğin ise %0.50-1.36 değişmekte olup Yeşilçam kesitine ait 11 adet örneğin TOK değerleri ise %0.57-1.02 aralığında değişmektedir (Tablo 11). Her iki kesitte de örnek sayılarına göre (%) dağılımlara bakıldığında, Dranaz kesitine ait örneklerin Yeşilçam kesitine oranla daha yüksek TOK içeriğine sahip oldukları görülmektedir. Dranaz kesitindeki örneklerin TOK değerlerinin %1.00-1.25, Yeşilçam kesitindeki örneklerin ise %0.50-0.75 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 36). Şekil 37’de yer alan tabloda, S_2 değerleri dikkate alındığında; Dranaz kesitinde yer alan örneklerin büyük bir çoğunluğu orta sınıfta yer almasına karşın bir kısım örneğin ise zayıf sınıfta yer aldığı görülmektedir. TOK değerlerine bakıldığında ise; her iki kesitte yer alan örneklerin, orta-iyi sınıf aralığında dağıldığı gözlenmektedir.



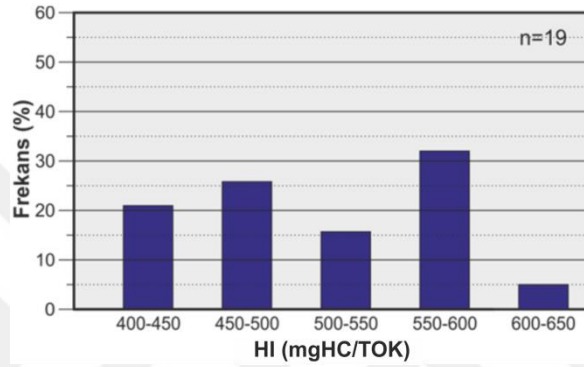
Şekil 36. Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı



Şekil 37. S_2 -TOK (Dembicki, 2009) kaynak kaya sınıflama diyagramı, Dereköy ve Çağlayan formasyonlarının bu diyagramdaki yerleri

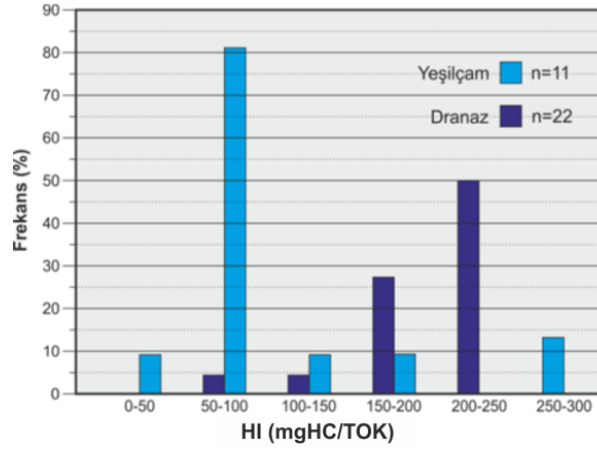
Organik Madde Tipi: Organik madde tipinin yorumlanmasında HI-OI, S_2 -TOK, HI- T_{max} ve S_2/S_3 parametreleri kullanılmıştır. Dereköy Formasyonundaki siyah şeyl örneklerinin HI değerlerine göre, örneklerin 405-581 mgHK/TOK aralığında yer aldığı görülmektedir. Bu değerlere bakıldığında; organik madde tipinin Tip II olduğu

anlaşılmaktadır (Tablo 5 ve 10; Şekil 38). HI-OI diyagramına göre; 1 örnek haricindeki diğer tüm örneklerin Tip II alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 40a). HI-Tmax grafiğine ve S₂-TOK diyagramlarına bakıldığında ise örneklerin Tip I sınıfına yakın Tip II kerojen bölgesinde yoğunlaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 40, 41). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S₂/S₃ değerlerine göre de (5.4-23.5 aralığında değişen) örneklerin hepsinin Tip I - Tip II sınıfında yer aldığı görülmektedir (Clements vd., 1979) (Tablo 8).



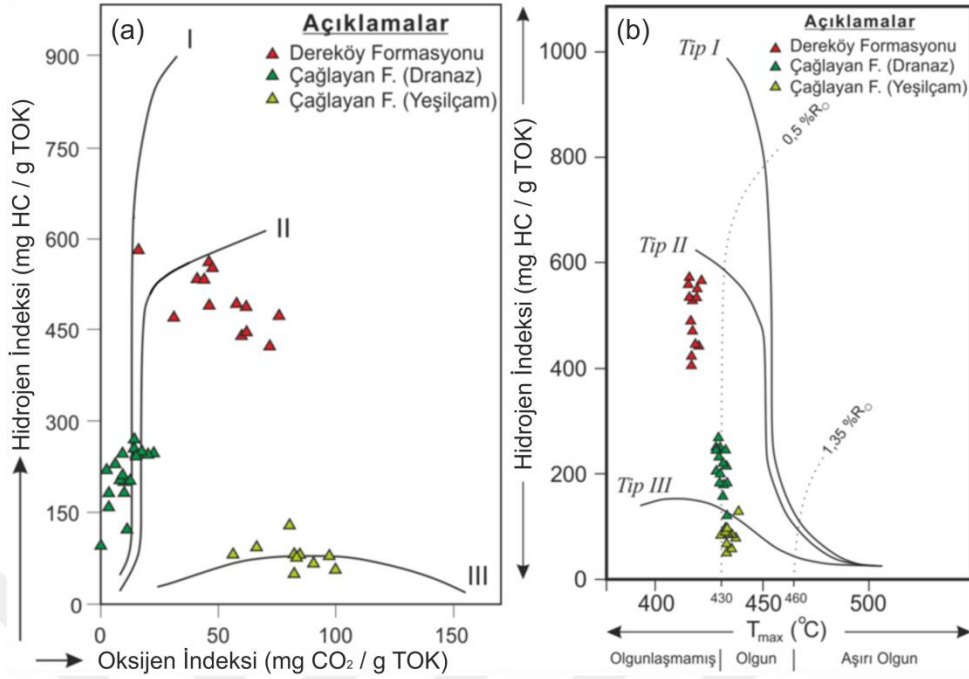
Şekil 38. Dereköy Formasyonuna ait siyah şeyllerin (Dranaz ve Yeşilçam lokasyonları) HI frekans (%) dağılım diyagramı

Çağlayan Formasyonunda Dranaz kesitinde yer alan örneklerin HI değerlerine bakıldığında; 8 adet örneğin 50-200 mgHK/gTOK, 14 adet örneğin ise 200-269 mgHK/gTOK aralığında yer aldığı görülmektedir (Tablo 11; Şekil 39). Bu değerlere bakıldığında 8 adet örneğin Tip III, 14 adet örneğin ise Tip II ve Tip III (karışık) sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 5). HI-OI diyagramında; örneklerin Tip I ve Tip II alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 40a). HI-Tmax grafiğinde ise 1 örnek Tip III alanında yer alırken diğer tüm örnekler Tip II alanında (Şekil 40b), S₂-TOK diyagramlarına bakıldığında ise örneklerin Tip II ve Tip III alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 41, 42). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S₂/S₃ değerlerine göre de (11-90 aralığında değişen) Dranaz kesitindeki örneklerin Tip I veya Tip II sınıfında yer aldığı görülmektedir.

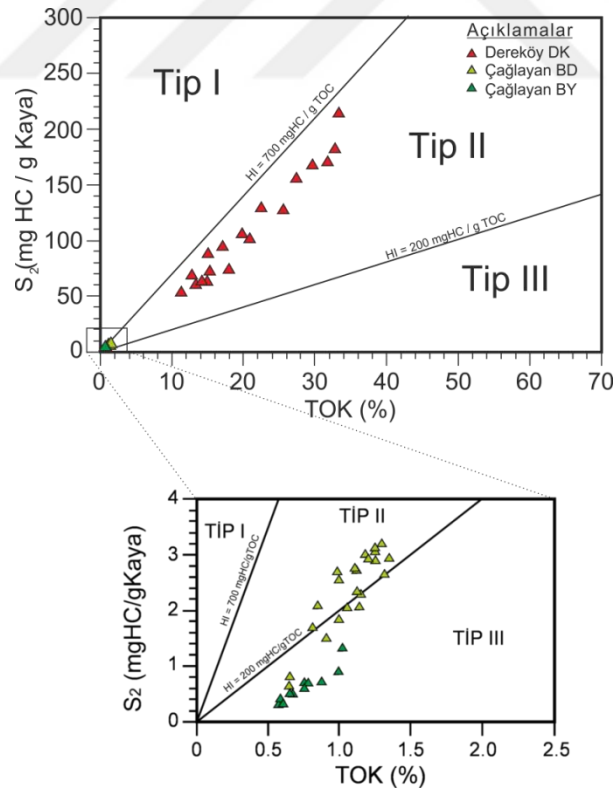


Şekil 39. Çağlayan Formasyonuna ait siyah şeyllerin (Dranaz ve Yeşilçam lokasyonları) Hİ frekans (%) dağılım diyagramı

Çağlayan Formasyonunda Yeşilçam kesitindeki örneklerin; HI değerlerinin Dranaz kesitine oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Örnekler, 49-128 mgHK/gTOK aralığında değişim göstermektedir (Tablo 11; Şekil 39). Bu değerlere göre örneklerin Tip III kerojen sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 5). Hİ-Oİ, Hİ-Tmax ve S₂-TOK diyagramlarına bakıldığında ise örneklerin aynı şekilde Tip III alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 40, 41). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S₂/S₃ değerlerine göre de (0.4-1.6 arasında değişen) Yeşilçam kesitindeki örneklerin Tip III sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir.



Şekil 40. (a) HI-OI (Espitalié vd.,1977); (b) HI-Tmax (Mukhopadhyay vd., 1995) kerojen tipi sınıflama diyagramları Dereköy ve Çağlayan Formasyonlarının bu diyagramlardaki yerleri



Şekil 41. S_2 -TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Yeşilçam ve Dranaz kesitlerinin (Çağlayan Formasyonu) bu diyagramdaki yeri

Organik Madde Olgunluğu: Dereköy Formasyonuna ait siyah şeyl örneklerinin T_{max} değerleri 411-421°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 10). Bu değerlere göre Dereköy Formasyonuna ait 13 adet örneğinde olgunlaşmadığı görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Şekil 34; Tablo 3). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.01-0.03 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 11). Bu değerlere göre de örneklerin olgunlaşmadığı sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max} , PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) örneklerin olgunlaşmadığı sonucuna varılabilmektedir.

Çağlayan Formasyonunda Dranaz kesitindeki örneklerin T_{max} değerleri 428-434°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 12). Bu değerlere göre Dranaz kesitindeki örneklerin olgunlaşmadığı görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.03-0.07 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 10). Bu değerlere göre de örneklerin olgunlaşmadığı sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max} , PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 3 ve 4) örneklerin olgun olmadığı sonucuna varılabilmektedir.

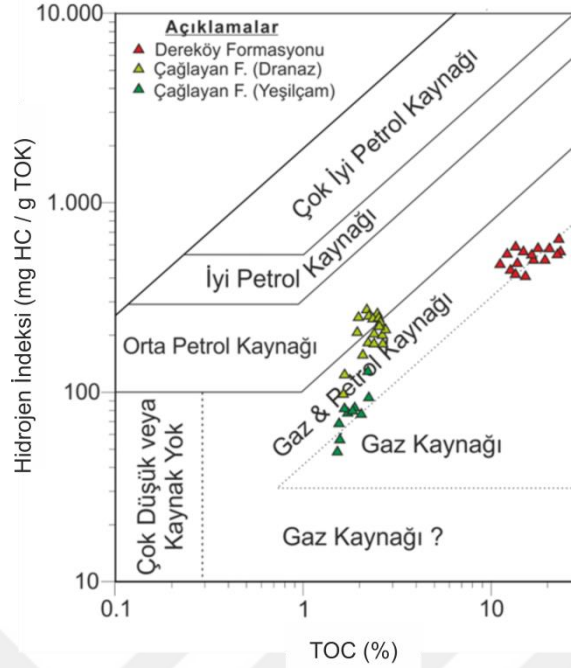
Yeşilçam kesitindeki 11 adet örneğin T_{max} değerlerine bakıldığında 6 adet örneğin 435-439°C, 5 adet örneğin ise 431-434°C aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 11). Bu değerlere göre 6 adet örneğin petrol penceresi alt sınırında yer alırken 5 adet örneğin ise olgunlaşmadığı yorumlanmaktadır (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da 4 adet örneğin 0.01-0.05, 7 adet örneğin ise 0.05-0.15 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 11). Bu değerlere göre de 7 adet örneğin petrol penceresi alt sınırında yer aldığı görülürken 4 adet örneğin olgunlaşmadığı görülmektedir (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max} , PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) aynı şekilde 7 örneğin petrol penceresi alt sınırında yer aldığı görülürken 4 adet örneğin olgunlaşmadığı görülmektedir.

Hidrokarbon Potansiyeli: Dereköy Formasyonuna ait siyah şeyl örneklerinin potansiyel ürün değerleri (PÜ) 54.2-170.27 mgHK/gkaya aralığında değişmektedir (Tablo 10). Bu değerlere göre Dereköy Formasyonuna ait örnekler iyi hidrokarbon potansiyeline sahiptir (Tablo 9). S_2 değerlerinin 53.41-166.39 mgHK/gkaya aralığında değiştiği hesaba katıldığında da örneklerin aynı şekilde iyi bir hidrokarbon potansiyeline sahip oldukları

görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 1). S_1 /TOK değerlerine bakıldığında da örneklerin yeterli olgunluk düzeyinde olmamalarından ötürü verimsiz oldukları sonucuna varılmaktadır (Jarvie ve Baker, 1984) (Tablo 8). HI-TOK diyagramında göre örneklerin gaz ve petrol alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 43).

Çağlayan Formasyonunda Dranaz kesitinde yer alan örneklerin potansiyel ürün değerleri (PÜ) 0.65-3.33 mgHK/gkaya aralığında değişmektedir (Tablo 11). Bu değerlere göre Dranaz kesitinde yer alan örneklerin 5 tanesi zayıf, 17 tanesi orta derecede kaynak kaya potansiyeline sahiptir (Tablo 9). HI-TOK diyagramına bakıldığında; örneklerin orta derecede petrol ve gaz alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 43). Hİ değerlerine bakıldığında (97-269 mgHK/TOK aralığında değişen) örneklerin petrol/gaz oluşturma potansiyeline sahip oldukları yorumlanabilmektedir (Tablo 5). S_2 değerlerinin 0.62-3.08 mgHK/gkaya aralığında değiştiği hesaba katıldığında da aynı şekilde 5 örneğin zayıf, 17 örneğin orta hidrokarbon potansiyeline sahip oldukları görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 1). S_1 /TOK değerlerine bakıldığında da örneklerin yeterli olgunluk düzeyinde olmamalarından ötürü verimsiz oldukları sonucuna varılmaktadır (Jarvie ve Baker, 1984) (Tablo 8).

Yeşilçam kesitinde ise; potansiyel ürün değerleri (PÜ) 0.32-1.37 mgHK/gkaya aralığında değişmektedir (Tablo 11). Bu değerlere göre Yeşilçam kesitinde yer alan örnekler zayıf kaynak kaya potansiyeline sahiptir (Tablo 9). HI-TOK diyagramına bakıldığında; örneklerin gaz ve petrol alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 43). Hİ değerlerine bakıldığında (49-128 mgHK/TOK aralığında değişen) örneklerin gaz oluşturma potansiyeline sahip oldukları yorumlanabilmektedir (Tablo 5). S_2 değerlerinin 0.28-1.31 mgHK/gkaya aralığında değiştiği hesaba katıldığında da aynı şekilde örneklerin zayıf hidrokarbon potansiyeline sahip oldukları görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 1). S_1 /TOK değerlerine bakıldığında da örneklerin yeterli olgunluk düzeyinde olmamalarından ötürü ürünsiz oldukları sonucuna varılmaktadır (Jarvie ve Baker, 1984) (Tablo 8).



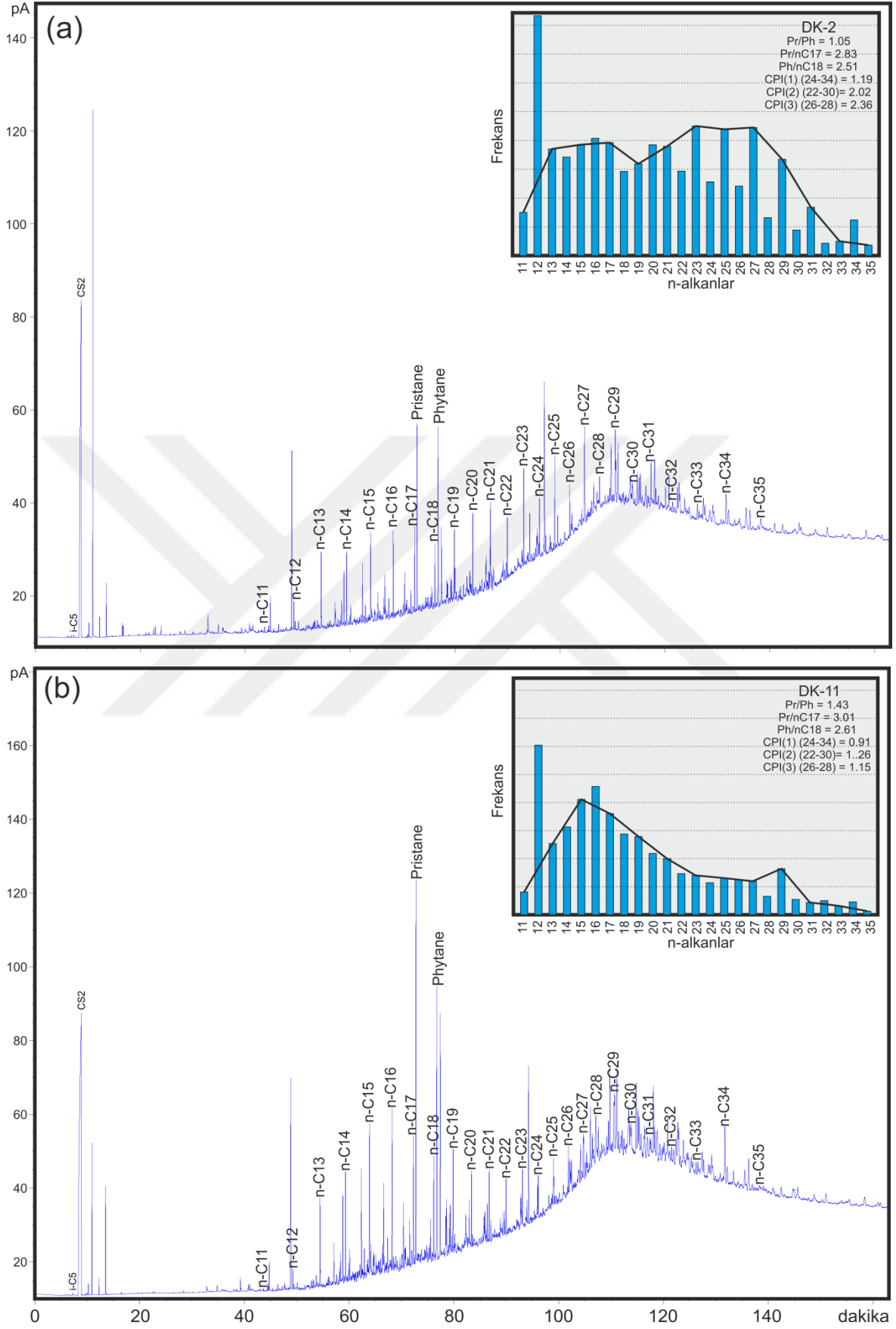
Şekil 42. HI-TOK (Jackson vd., 1985) kaynak kaya sınıflama diyagramı, Dereköy ve Çağlayan formasyonlarının bu diyagramdaki yerleri

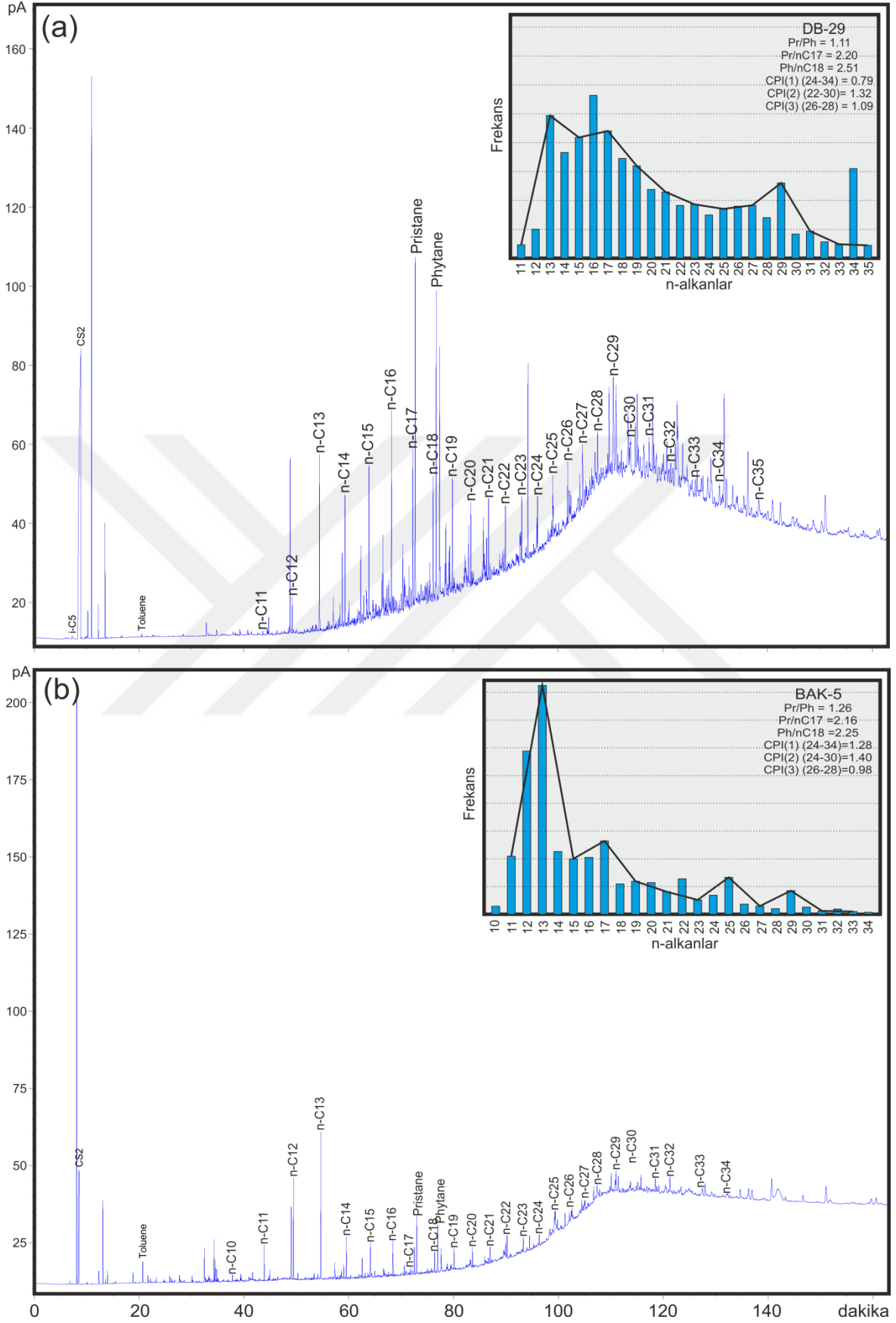
3.2.4.2. Gaz Kromatografi (GC) Analizi

Dereköy Formasyonuna ait örneklerden (DK-2 - DK-11, DB-29 ve BAK-5) elde edilen tüm özütlerin GC analiz sonuçları Şekil 43 ve 44'de verilmiştir. Gaz kromatogramlarında ana bileşenleri n-alkanlar oluşturmaktadır. n-alkanların nC_{11} - nC_{35} aralığında değiştiği görülmektedir. Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımlarına bakıldığında; DK-2 (nC_{12} - nC_{23}) örneğinde, düşük numaralı ve orta moleküler ağırlıklı n-alkanların baskın olduğu bimodal, DK-11 (nC_{12} - nC_{29}) ve DB-29 (nC_{16} - nC_{34}) örneklerinde, düşük karbon numaralı n-alkanların daha baskın olduğu bimodal ve BAK-5 örneğinde ise düşük karbon numaralı n-alkanların baskın olduğu sola çarpık ünimodal dağılımdan söz etmek mümkündür (Şekil 44). Kromatogramlarda; pristan ve fitan izoprenoid bileşenlerinin, n-C₁₇ ve n-C₁₈ numaralı n-alkanlara oranla daha yüksek konsantrasyona sahip bileşenler olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda; DK-2, DK-11 ve DB-29 örneklerindeki organik maddenin, çoğunlukla algal kaynaktan türemesine karşılık az da olsa karasal kaynaktan türeyen organik madde içerdiğini, BAK-5 örneğinin ise sadece algal kaynaklı organik madde içerdiği söylenebilir (Peters ve Moldowan, 1993). Çökeltme

ortamının redoks potansiyelini yansıtan Pr/Ph oranı; en düşük, 1.05, en yüksek, 1.43 (ortalama 1.22) olarak hesaplanmıştır. İzoprenoid/n-alkan oranlarına bakıldığında da Pr/nC₁₇ değeri; en düşük, 2.16, en yüksek, 3.01, Ph/nC₁₈ değerinin ise; en düşük, 2.25, en yüksek, 2.83 olarak hesaplanmıştır (Tablo 12). Pr/Ph değerinin; 1.05-1.43 (ortalama 1.22) aralığında değişmesi ve pristanın, fitana oranla daha baskın olması; çökel ortamının suboksik olduğunu göstermektedir (Peters ve Moldowan, 1993). İzoprenoid/n-alkan oranları Pr/nC₁₇ ve Ph/nC₁₈, kerojen sınıflama diyagramında, organik maddenin; algal kaynaklı, denizel organik maddeden türediğini göstermektedir (Şekil 48). Gaz kromatogramlarından; CPI(1) (Bray ve Evans, 1961), CPI(2) (Peters ve Moldowan, 1993) ve CPI(3) (Peters vd., 2005) olmak üzere 3 farklı CPI değeri hesaplanmıştır. Bu değerler sırası ile; CPI(1) için, 0.91-1.28 (ortalama 1.04), CPI(2) için, 1.26-2.02 (ortalama 1.50) ve CPI(3) için, 0.98-2.36 (ortalama 1.39) aralığında değişim göstermektedir. Hesaplanan 3 farklı CPI değerinin 1'den büyük değerler vermesi; tek numaralı n-alkanların, çift numaralılara oranla daha baskın olduğunu göstermektedir. Karasal ve algal kökenli organik madde girdisini ortaya koyan TAR (karasal/sucul organik madde oranı) değeri en düşük, 0.29 en yüksek, 0.86 (ortalama 0.49) olarak hesaplanmıştır. TAR oranının; 0.29-0.86 (ortalama 0.49) aralığında değişmesi, organik maddenin baskın olarak algal kökenli olduğunu ortaya koymaktadır (Bourbonniere ve Meyers, 1996).

Özellikle DK-11 ve DB-29 nolu örneklerde biyomarker bölgesindeki pik yoğunluğu, piroliz verileri ile belirlenen düşük olgunluğu desteklemektedir (Peters ve Moldowan, 1993).





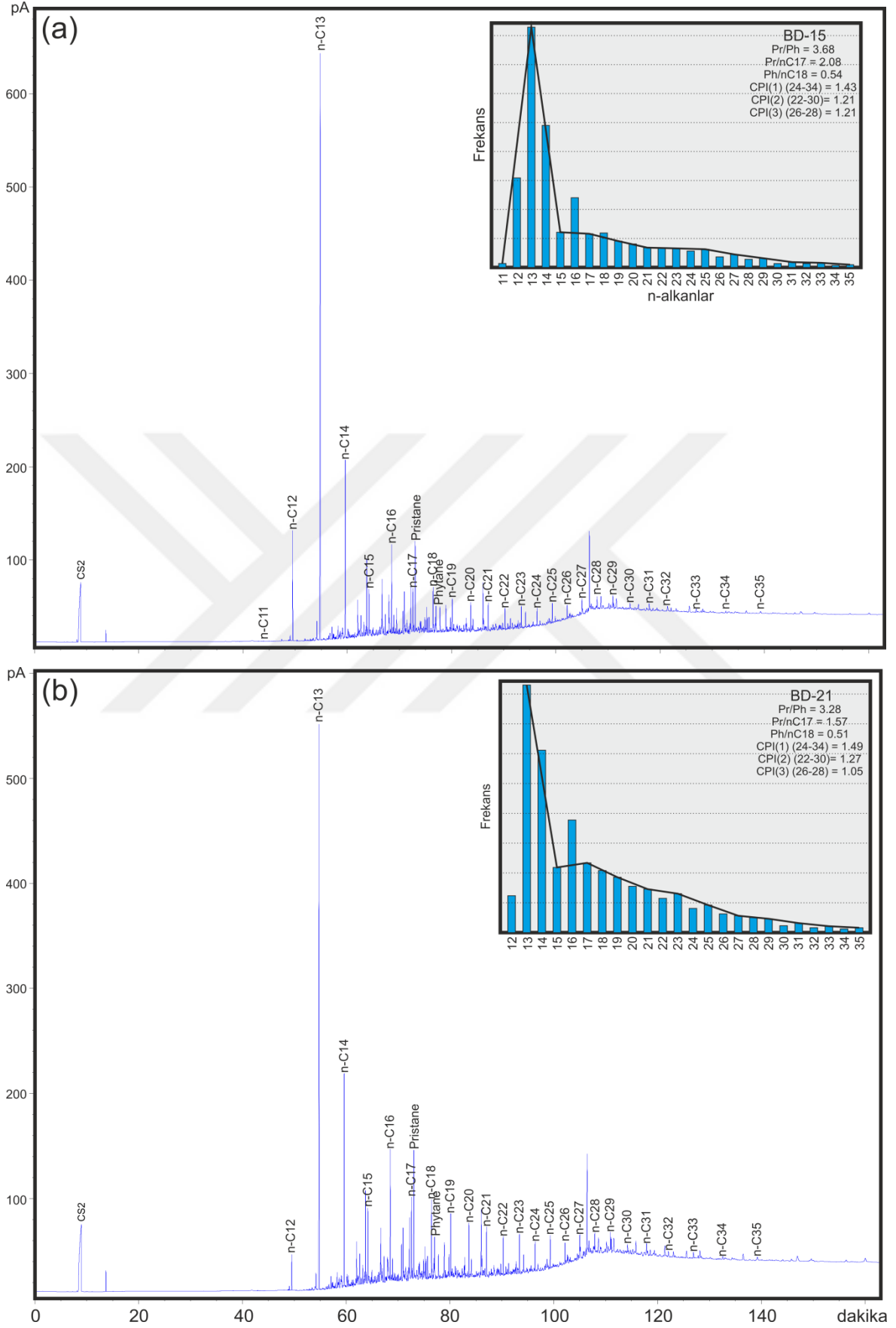
Tablo 12. Dereköy Formasyonuna ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler

Örnek	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/nC17	Ph/nC18	CPI ₍₁₎ (24-34)	CPI ₍₂₎ (22-30)	CPI ₍₃₎ (26-28)	TAR
DK-2	1.05	0.95	2.20	2.83	1.19	2.02	2.36	0.86
DK-11	1.43	0.70	3.01	2.61	0.91	1.26	1.15	0.29
DB-29	1.11	0.90	2.20	2.51	0.79	1.32	1.09	0.45
BAK-5	1.26	0.79	2.16	2.25	1.28	1.40	0.98	0.34
Ort.	1.22	0.83	2.39	2.55	1.04	1.50	1.39	0.49

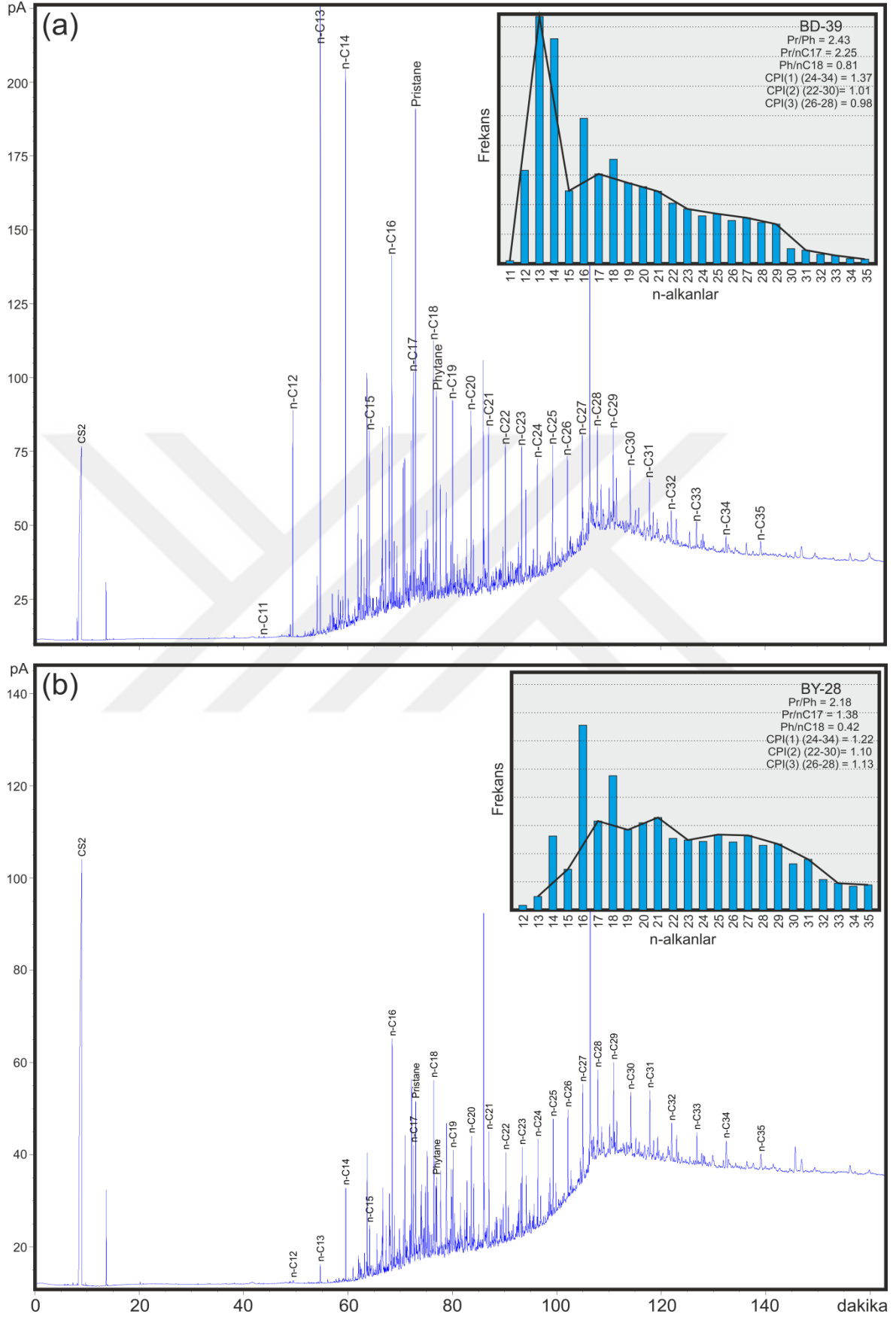
Çağlayan Formasyonuna ait örneklerden (BD-15, BD-21, BD-39 ve BY-28) elde edilen tüm özütlerin GC analiz sonuçları Şekil 45 ve 46'de verilmiştir. Gaz kromatogramlarında ana bileşenleri n-alkanlar oluşturmaktadır. n-alkanların nC₁₁-nC₃₅ aralığında değiştiği görülmektedir. Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımlarına bakıldığında; BD-15, BD-21 ve BD-38 nolu örneklerde, düşük numaralı n-alkanların baskın olduğu ünimodal, BY-28 örneğinde ise düşük karbon numaralı ve orta moleküler ağırlıklı n-alkanların (nC₁₂-nC₂₉) ve DB-29 (nC₁₆-nC₃₄) örneklerinde, düşük karbon numaralı n-alkanların daha baskın olduğu bimodal ve BAK-5 örneğinde ise düşük karbon numaralı n-alkanların baskın olduğu sola çarpık ünimodal dağılımdan söz etmek mümkündür (Şekil 46). Kromatogramlarda; pristan ve fitan izoprenoid bileşenlerinin, n-C₁₇ ve n-C₁₈ numaralı n-alkanlara göre daha yüksek konsantrasyonlu bileşenler olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda, BD-15, BD-21 ve BD-39 örneklerindeki organik maddenin, çoğunlukla algal kaynaktan türediği, BY-28 örneğinin ise çoğunlukla algal kaynaklı bir organik maddeden türemesine karşılık az da olsa karasal organik madde girdisinin de olduğu söylenebilir (Peters ve Moldowan, 1993). Çökme ortamının redoks potansiyelini yansıtan Pr/Ph oranı; en düşük, 2.18, en yüksek, 3.68 (ortalama 2.89) olarak hesaplanmıştır. İzoprenoid/n-alkan oranlarına bakıldığında da Pr/nC₁₇ değeri; en düşük, 1.38, en yüksek, 2.25, Ph/nC₁₈ değeri ise; en düşük, 0.42, en yüksek, 0.81 olarak hesaplanmıştır (Tablo 13). Pr/Ph değerinin; 2.18-3.68 (ortalama 2.89) aralığında değişmesi çökme ortamının oksik olduğunu göstermektedir (Peters ve Moldowan, 1993). İzoprenoid/n-alkan oranlarına bakıldığında; kerojen sınıflama diyagramında, Pr/Ph oranlarının oldukça yüksek değerler vermesi sonucu, grafik üzerinde denizel ortamda olması beklenen Çağlayan Formasyonuna ait örnekler yüksek oksik şartlar altında karasal kısma doğru

hareket etmişlerdir (Şekil 48). Gaz kromatogramlarından; CPI(1) (Bray ve Evans, 1961), CPI(2) (Peters ve Moldowan, 1993) ve CPI(3) (Peters vd., 2005) olmak üzere 3 farklı CPI değeri hesaplanmıştır. Bu değerler sırası ile; CPI(1) için, 1.22-1.49 (ortalama 1.38), CPI(2) için, 1.01-1.27 (ortalama 1.15) ve CPI(3) için, 0.98-1.21 (ortalama 1.09) aralığında değişim göstermektedir. Hesaplanan 3 farklı CPI değerinin 1'den büyük ve 1'e yakın değerler vermesi; tek numaralı n-alkanların, çift numaralılara oranla daha baskın olduğunu göstermektedir Karasal ve algal kökenli organik madde girdisini ortaya koyan TAR (karasal/sucul organik madde oranı) değeri en düşük, 0.21 en yüksek, 0.75 (ortalama 0.38) olarak hesaplanmıştır. TAR (karasal/sucul organik madde oranı) oranının; bu aralıkta değişmesi, organik maddenin algal kökenli olduğunu ortaya koymaktadır (Bourbonniere ve Meyers, 1996).

Çağlayan Formasyonuna ait gaz kromatogramlarına bakıldığında; biyomarker bölgesindeki piklerin yoğunluğu, piroliz verileri ile ortaya konulduğu gibi örneklerin olgunlaşmamış olduğunu desteklemektedir (Peters ve Moldowan, 1993).

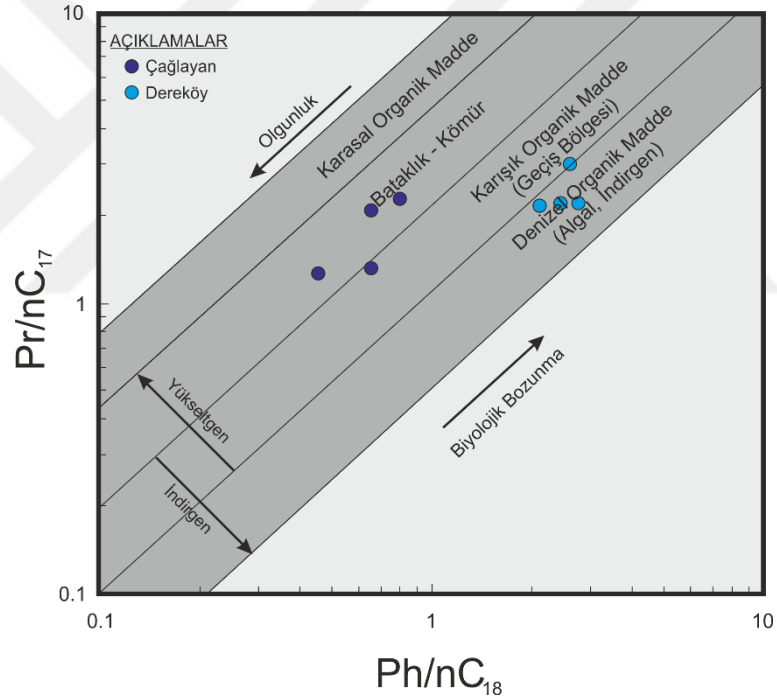


Şekil 45. (a) BD-15 ve (b) BD-21 örneklerine ait gaz kromatogramları



Tablo 13. Çağlayan Formasyonuna ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler

Örnek	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/nC17	Ph/nC18	CPI ₍₁₎ (24-34)	CPI ₍₂₎ (22-30)	CPI ₍₃₎ (26-28)	TAR
BD-15	3.68	0.27	2.08	0.54	1.43	1.21	1.21	0.28
BD-21	3.28	0.30	1.57	0.51	1.49	1.27	1.05	0.21
BD-39	2.43	0.41	2.25	0.81	1.37	1.01	0.98	0.29
BY-28	2.18	0.46	1.38	0.42	1.22	1.10	1.13	0.75
Ort.	2.89	0.36	1.82	0.57	1.38	1.15	1.09	0.38



Şekil 47. Pr/nC17-Ph/nC18 diyagramında (Peters vd., 1999), Dereköy ve Çağlayan formasyonlarına ait örneklerin dağılımı

3.2.5. Gösel Kaynak Kayalar [Beypazarı Bitümlü Şeyleri (Ankara), Seyitömer Bitümlü Şeyleri (Kütahya)]

3.2.5.1. Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi

Gösel kökenli kaynak kayalar grubunda Miyosen yaşlı; Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyleri yer almakta olup bu formasyonlara ait piroliz/TOK analiz sonuçları Tablo 14 ve 15'de verilmiştir.



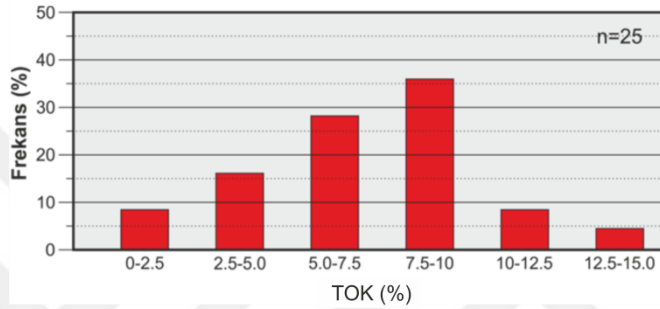
Tablo 14. Beypazarı bitümlü şeyllere ait BB-1, 1037 sondajlarından ve Çayırhan ölçülü stratigrafik kesitinden alınan bitümlü şeyl örneklerinin TOK/piroliz analizi (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler

Örnek No	Derinlik	TOK (%)	S ₁ (mgHK/g kaya)	S ₂ (mgHK/g kaya)	S ₃ (mgCO ₂ /g kaya)	Tmax (°C)	HI (mgHK/g TOK)	OI (mgCO ₂ /g TOK)	PÜ (S ₁ +S ₂)	PI (S ₁ /S ₁ +S ₂)	S ₁ /TOK	S ₂ /S ₃	RC (%)	PC (%)	MINC (%)
BB-1 sondajı															
BB-1/1	48.4	2.29	0.42	16.23	0.73	438	709	32	16.65	0.03	0.18	22	0.85	1.44	7.63
BB-1/2	66.5	4.05	1.67	32.94	0.92	440	813	23	34.61	0.05	0.41	36	1.11	2.94	7.67
BB-1/3	82.5	8.91	1.62	83.35	3.71	442	935	42	84.97	0.02	0.18	22	1.67	7.24	8.72
BB-1/4	84.8	10.97	4.49	97.85	2.35	428	892	21	102.34	0.04	0.41	42	2.33	8.64	4.75
BB-1/5	93.65	9.59	1.35	90.11	3.40	444	940	35	91.46	0.01	0.14	27	1.79	7.80	6.47
BB-1/6	101.9	6.76	1.96	60.46	1.41	432	894	21	62.42	0.03	0.29	43	1.48	5.28	5.93
BB-1/7	105.65	10.33	1.80	98.12	2.97	442	950	29	99.92	0.02	0.17	33	1.85	8.48	5.20
BB-1/8	111	6.72	2.16	51.92	1.38	425	773	21	54.08	0.04	0.32	38	2.14	4.58	4.32
BB-1/9	114.35	8.00	2.58	71.80	1.10	437	898	14	74.38	0.03	0.32	65	1.75	6.25	5.70
BB-1/10	121.9	6.18	1.33	54.50	1.78	428	882	29	55.83	0.02	0.22	31	1.46	4.72	8.98
BB-1/11	123.25	0.90	0.10	4.16	0.40	428	462	44	4.26	0.02	0.11	10	0.52	0.38	12.57
Ortalama		6.79	1.77	60.13	1.83	435	832	28	61.90	0.03	0.25	33	1.54	5.25	7.09
1037 nolu sondajı															
1037 - 1	91.5	9.75	2.27	88.00	3.32	444	903	34	90.27	0.03	0.23	27	2.09	7.66	1.42
1037 - 2	97.1	8.41	2.38	75.86	1.90	438	902	23	78.24	0.03	0.28	40	1.80	6.61	1.86
1037 - 3	123	5.58	1.43	48.03	1.81	439	861	32	49.46	0.03	0.26	27	1.39	4.19	5.51
1037 - 4	160.6	8.15	3.83	74.25	2.16	436	911	27	78.08	0.05	0.47	34	1.56	6.59	5.02
Ortalama		7.97	2.48	71.54	2.30	439	894	29	74.01	0.04	0.31	32	1.71	6.26	3.45
Beypazarı Ölçülü stratigrafik kesiti															
BÇD - 2		4.44	0.40	34.32	3.06	436	773	69	34.72	0.01	0.09	11	1.36	3.08	8.70
BÇD - 4		5.41	1.71	45.20	1.68	432	835	31	46.91	0.04	0.32	27	1.40	4.01	7.08
BÇD - 7		8.77	1.86	71.32	3.87	435	813	44	73.18	0.03	0.21	18	2.51	6.26	2.77
BÇD - 11		9.46	4.40	78.46	4.32	424	829	46	82.86	0.05	0.47	18	2.39	7.07	5.46
BÇD - 13		12.68	2.78	111.37	7.03	442	878	55	114.15	0.02	0.22	16	2.90	9.78	4.03
BÇD - 14		4.95	0.69	38.64	3.37	438	781	68	39.33	0.02	0.14	11	1.53	3.42	5.34
BÇD - 15		3.66	1.48	29.99	1.70	443	819	46	31.47	0.05	0.40	18	0.96	2.70	6.19
BÇD - 16		6.69	2.18	57.47	3.15	439	859	47	59.65	0.04	0.33	18	1.58	5.11	6.00
BÇD - 18		8.50	1.95	72.81	3.57	443	857	42	74.76	0.03	0.23	20	2.13	6.37	6.24
BÇD - 19		6.67	1.84	56.63	3.4	437	849	51	58.47	0.03	0.28	17	1.66	5.01	7.04
Ortalama		7.12	1.93	59.62	3.52	437	839	50	61.55	0.03	0.27	17	1.84	5.28	5.89
Genel Ortalama		7.11	1.95	61.75	2.58	436	840	37	63.70	0.03	0.27	27	1.69	5.42	6.02

Tablo 15. Seyitömer bitümlü şeyllere ait BS-5 sondajından alınan bitümlü şeyl örneklerinin TOK/piroliz analiz (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler

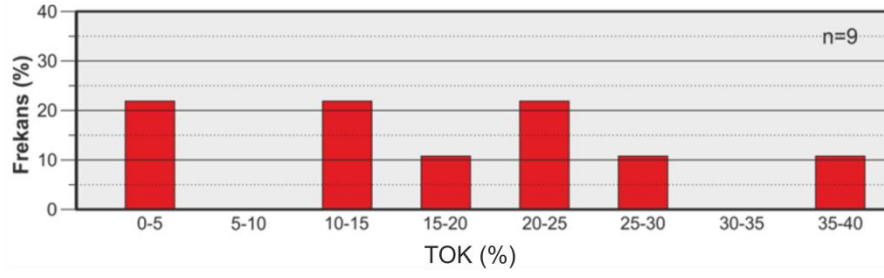
Örnek No	Derinlik	TOK (%)	S ₁	S ₂	S ₃	Tmax (°C)	HI	OI	PÜ (S ₁ +S ₂)	PI	S ₂ /S ₃	RC (%)	PC (%)	MINC (%)	
			(mgHK/g kaya)	(mgHK/g kaya)	(mgCO ₂ /g kaya)		(mgHK/g TOK)	(mgCO ₂ /g TOK)		(S ₁ /S ₁ +S ₂)					
BS-5/1	31.2	36.21	3.34	267.31	15.76	443	738	44	270.65	0.01	0.09	17	12.91	23.3	1.73
BS-5/2	33.2	15.11	1.53	73.51	10.58	438	486	70	75.04	0.02	0.10	7	8.30	6.81	3.92
BS-5/3	33.5	20.50	3.70	145.83	9.26	441	711	45	149.53	0.02	0.18	16	7.59	12.91	1.25
BS-5/4	35.7	11.57	6.03	80.80	4.46	437	698	39	86.83	0.07	0.52	18	4.09	7.48	2.25
BS-5/5	37	21.53	3.81	146.16	10.07	438	679	47	149.97	0.03	0.18	15	8.57	12.96	2.35
BS-5/6	53.6	3.71	0.97	22.19	2.54	435	598	68	23.16	0.04	0.26	9	1.64	2.07	3.59
BS-5/7	58.4	12.59	3.00	90.57	4.15	443	719	33	93.57	0.03	0.24	22	4.57	8.02	4.96
BS-5/8	59.9	29.63	3.28	240.57	9.71	443	812	33	243.85	0.01	0.11	25	8.86	20.77	1.45
BS-5/9*	60.5	4.83	0.81	32.63	2.00	434	676	41	33.44	0.02	0.17	16	1.93	2.90	0.54
Ortalama		17.30	2.94	122.17	7.61	439	680	47	125.12	0.03	0.21	16	6.50	10.80	2.45

Organik Madde Miktarı: Beypazarı bitümlü şeyl örneklerine ait TOK değerleri %0.9-12.68 aralığında değişim göstermektedir. (Tablo 14). Örnek sayısına göre (%) dağılım grafiğinde örneklerin genel olarak %7.5-10 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 49). Bu değerlere göre Beypazarı bitümlü şeyl örneklerinin kaynak kaya kalitesi olarak oldukça yeterli oldukları anlaşılmaktadır (Jarvie, 1991) (Tablo 4, Şekil 51). S_2 - TOK kaynak kaya sınıflama diyagramında; S_2 ve TOK değerlerine göre 1 örnek haricinde diğer tüm örneklerin çok iyi kaynak kaya özelliği taşıdığı görülmektedir.

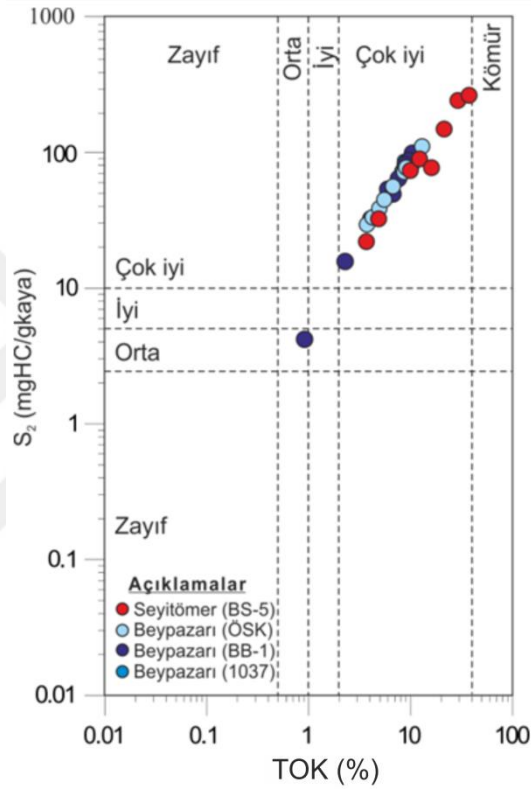


Şekil 48. Beypazarı bitümlü şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı

Seyitömer bitümlü şeyl örneklerine ait TOK değerleri %3.71-36.21 aralığında değişim göstermektedir. (Tablo 15). Ortalama TOK değeri %7.11 olarak hesaplanmıştır. Örnek sayısına göre (%) dağılım grafiğinde örneklerin genel olarak %10-25 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 50). Bu değerlere göre de Seyitömer bitümlü şeyl örneklerinin kaynak kaya kalitesi olarak oldukça yeterli oldukları anlaşılmaktadır (Jarvie, 1991) (Tablo 4, Şekil 51). S_2 ve TOK değerleri, S_2 - TOK kaynak kaya sınıflama diyagramında ayrı ayrı değerlendirildiğinde, her iki parametreye göre örneklerin tamamı çok iyi kaynak kaya sınıfında yer almaktadır.



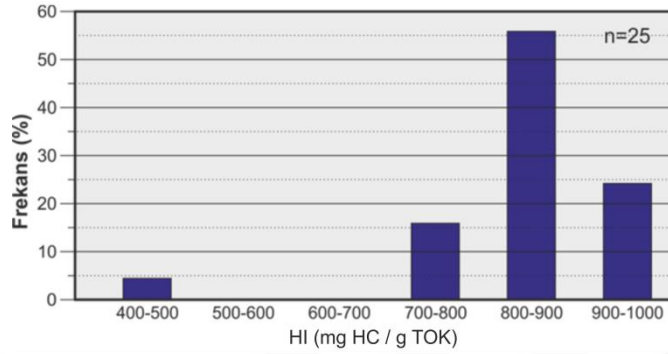
Şekil 49. Seyitömer bitümlü şeyllerin TOK frekans (%) dağılım diyagramı



Şekil 50. S_2 -TOK (Dembicki, 2009) kaynak kaya sınıflama diyagramı, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin bu diyagramdaki yerleri

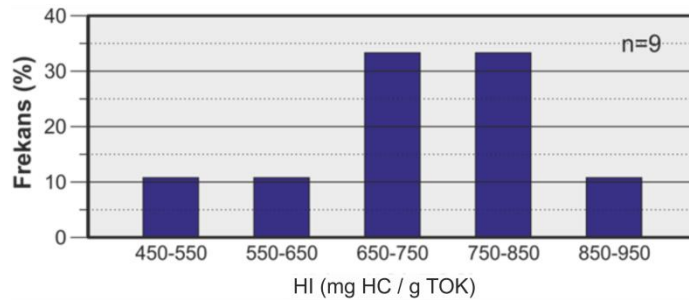
Organik Madde Tipi: Organik madde tipinin yorumlanmasında $H\bar{I}$ - $O\bar{I}$, S_2 -TOK, $H\bar{I}$ - T_{max} ve S_2/S_3 gibi parametreler kullanılmıştır. Beypazarı bitümlü şeyl örneklerinin $H\bar{I}$ değerlerine bakıldığında, örneklerin 462-950 mgHK/TOK aralığında yer aldığı görülmektedir (Tablo 14; Şekil 52). Bu değerlere bakıldığında organik madde tipinin Tip I kerojen olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 5). $H\bar{I}$ - $O\bar{I}$ ve $H\bar{I}$ - T_{max} diyagramlarına göre; 1 örneğin Tip II, diğer tüm örneklerin ise Tip I alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 54a). S_2 -TOK diyagramına bakıldığında da örneklerin Tip II sınırına yakın Tip I kerojen

sınıfında yer aldığı görülmektedir (Şekil 55). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S_2/S_3 değerlerine göre de (10-60 aralığında değişen) örneklerin hepsinin Tip I veya Tip II sınıfında yer aldığı görülmektedir (Clements vd., 1979) (Tablo 7).

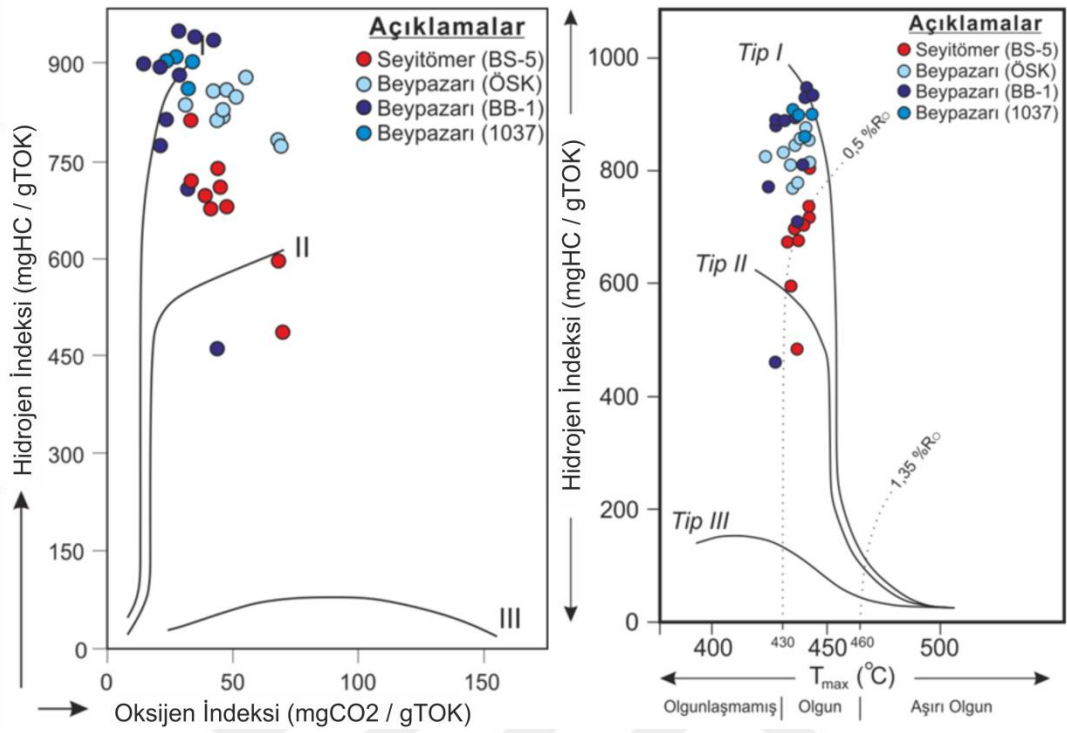


Şekil 51. Beypazarı bitümlü şeyllerin HI frekans (%) dağılım diyagramı

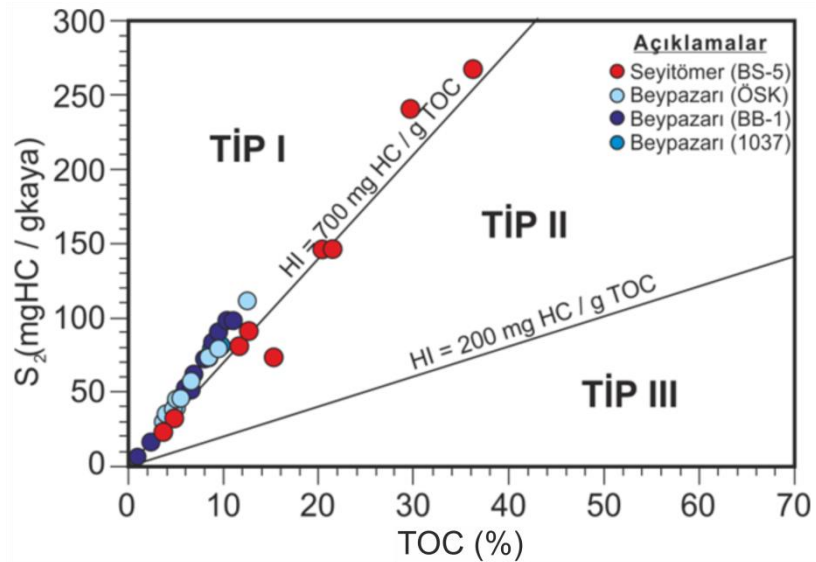
Seyitömer bitümlü şeyl örneklerinin HI değerlerine bakıldığında, 5 adet örneğin, 486-700 mgHK/TOK, 4 adet örneğin de 700-812 mgHK/TOK aralığında yer aldığı görülmektedir (Tablo 14; Şekil 53). Bu değerlere bakıldığında 5 adet örneğin Tip II, 4 adet örneğin ise Tip I kerojen olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 5). HI-Oİ diyagramına göre; 2 örnek Tip I sınırına yakın Tip II alanında bulunurken diğer tüm örnekler Tip I alanında yer almaktadır. (Şekil 54b). S_2 -TOK diyagramına bakıldığında ise örneklerin Tip II sınırına yakın Tip I kerojen sınıfında yer aldığı görülmektedir. (Şekil 55). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S_2/S_3 değerlerine göre de (7-25 aralığında değişen) örneklerin hepsinin Tip I - Tip II sınıfında yer aldığı görülmektedir (Clements vd., 1979) (Tablo 7).



Şekil 52. Seyitömer bitümlü şeyllerin HI frekans (%) dağılım diyagramı



Şekil 53. (a) HI-Oİ (Espitalié vd.,1977), (b) HI-T_{max} (Mukhopadhyay vd., 1995) kerojen tipi sınıflama diyagramları, Seyitömer ve Beypazari bitümlü şeyllerinin bu diyagramlardaki yerleri



Şekil 54. S₂-TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Beypazari ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin bu diyagramlardaki yeri

Organik Madde Olgunluğu: Beypazarı bitümlü şeyl örneklerinin T_{max} değerleri 425-444°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 14). Bu değerlere göre 9 adet örneğin olgunlaşmadığı, buna karşılık 16 adet örneğin ise erken olgun olduğu görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.01-0.05 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 14). Bu değerlere göre de örneklerin tam olarak olgunlaşmadığı sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max} , PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) örneklerin bir kısmının olgunlaşmadığı, bir kısmının da erken olgun olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Seyitömer bitümlü şeyl örneklerinin T_{max} değerleri 434-443°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 15). Bu değerlere göre; örneklerin erken olgun olduğu görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.01-0.07 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 15). Bu değerlere göre de örneklerin petrol penceresi alt sınırında olduğu sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max} , PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) örneklerin erken olgun olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Hidrokarbon Potansiyeli: Beypazarı bitümlü şeyl örneklerinin potansiyel ürün değerleri (PÜ) 4.26-114.15 mgHK/gkaya aralığında değişmektedir (Tablo 14). Bu değerlere göre Beypazarı bitümlü şeyl örnekleri 1 örnek hariç iyi hidrokarbon potansiyeline sahiptir (Tablo 9). Hİ değerlerine bakıldığında (462-950 mgHK/TOK aralığında değişen) örneklerin petrol oluşturma potansiyeline sahip oldukları yorumlanabilmektedir (Tablo 5). S_2 değerlerinin 4.16-111.37 mgHK/gkaya aralığında değiştiği hesaba katıldığında da örneklerin aynı şekilde iyi bir hidrokarbon potansiyeline sahip oldukları görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3). S_1 /TOK değerlerine bakıldığında da örneklerin yeterli olgunluk düzeyinde olmamalarından ötürü verimsiz oldukları sonucuna varılmaktadır (Jarvie ve Baker, 1984) (Tablo 8).

Seyitömer bitümlü şeyl örneklerinin potansiyel ürün değerleri (PÜ) 23.16-270.65 mgHK/gkaya aralığında değişmektedir (Tablo 15). Bu değerlere göre Seyitömer bitümlü şeyl örnekleri iyi hidrokarbon potansiyeline sahiptir (Tablo 9). Hİ değerlerine bakıldığında (486-812 mgHK/TOK aralığında değişen) örneklerin petrol oluşturma potansiyeline sahip oldukları yorumlanabilmektedir (Tablo 5). S_2 değerlerinin 422.19-267.31 mgHK/gkaya

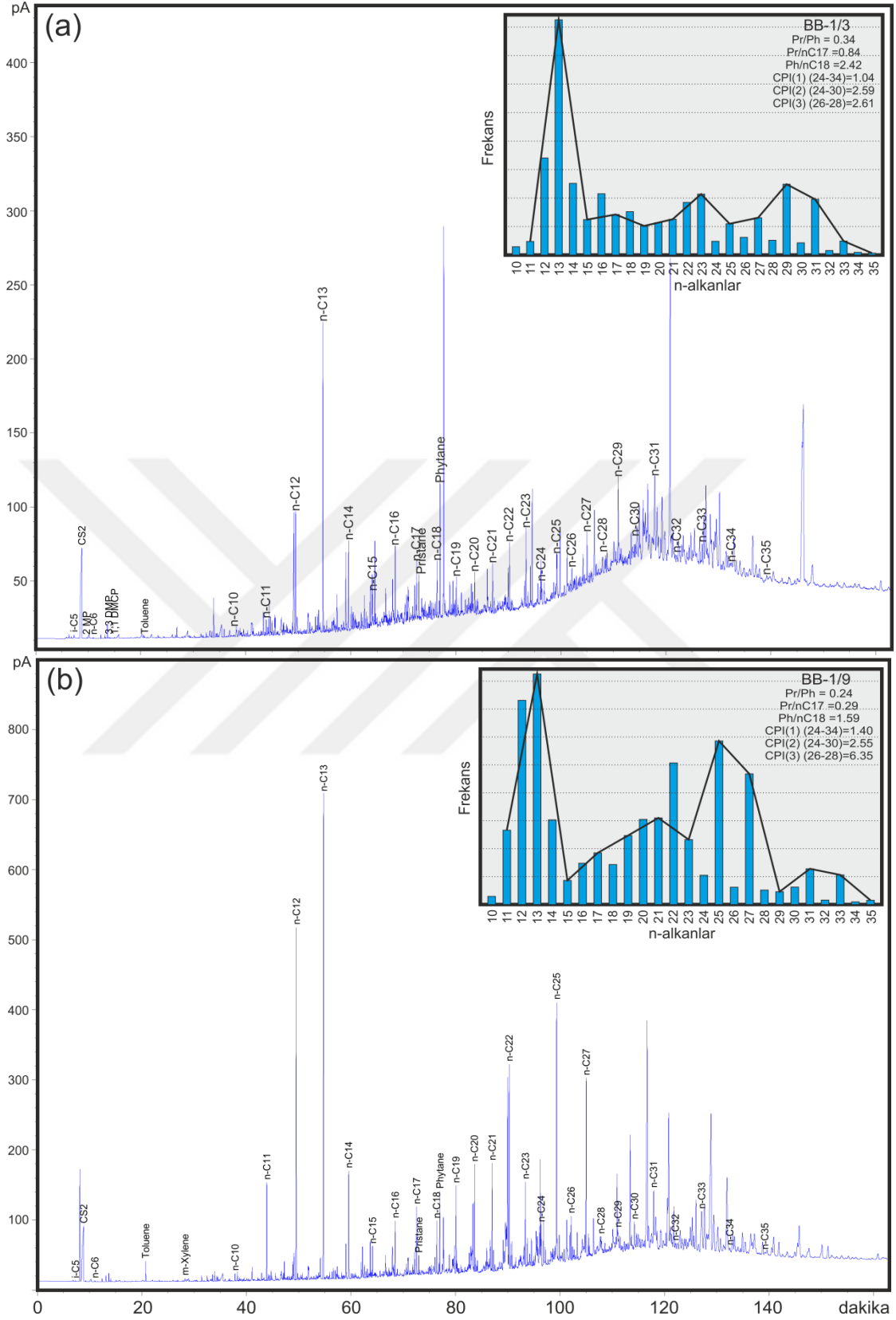
aralığında değiştiği hesaba katıldığında da örneklerin aynı şekilde iyi bir hidrokarbon potansiyeline sahip oldukları görölmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 1). S_1/TOK değerlerine bakıldığında da örneklerin yeterli olgunluk düzeyinde olmamalarından ötürü verimsiz oldukları sonucuna varılmaktadır (Jarvie ve Baker, 1984) (Tablo 8).

3.2.5.2. Gaz Kromatografi (GC) Analizi

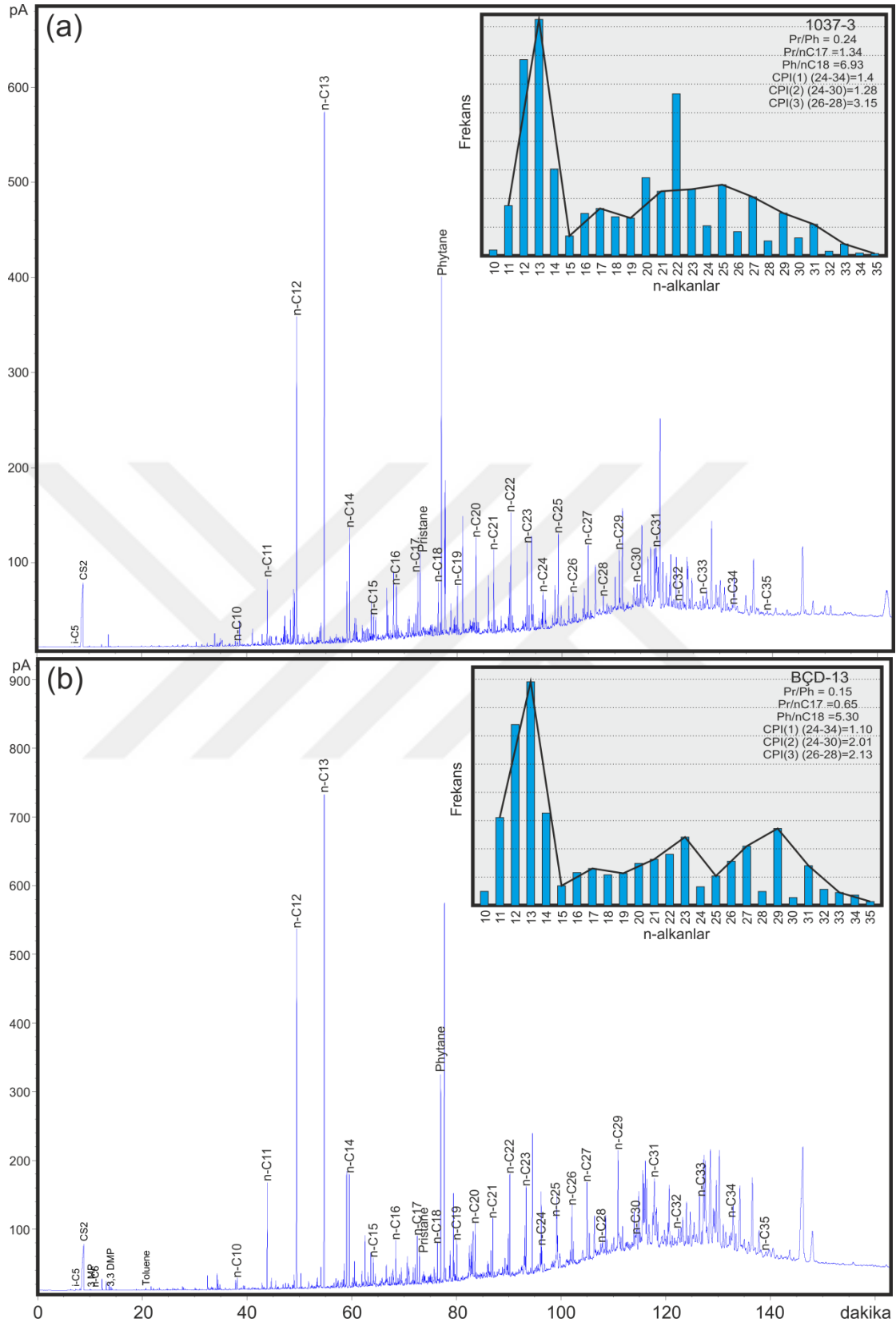
Beypazarı bitümlü şeyllere ait örneklerden (BB-1/3, BB-1/9, 1037-3 ve BÇD-13) elde edilen tüm özütlerin GC analiz sonuçları şekil 56 ve 57'de verilmiştir. Gaz kromatogramlarında ana bileşenleri n-alkanlar oluşturmaktadır. n-alkanların nC_{10} - nC_{35} aralığında değiştiği görölmektedir. Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımlarına bakıldığında; BB-1/3 (nC_{13} - nC_{29}), BB-1/9 (nC_{13} - nC_{25}), 1037-3 (nC_{13} - nC_{22}) ve BÇD-13 (nC_{13} - nC_{29}) nolu örneklerde, düşük numaralı ve orta moleküler ağırlıklı n-alkanların baskın olduğu bimodal dağılımdan söz etmek mümkündür (şekil 56, 57). Pristan izoprenoid bileşeni n- C_{17} nolu n-alkana oranla daha baskın görölmürken n- C_{18} nolu n-alkanın da fitana göre daha yüksek konsantrasyona sahip olduğu görölmektedir. Gösel çökeltme ortamlarında bulunan bazı özel alg tipleri (*Tasmanites* ve *Botryococcus*), yüksek karbon numaralı n-alkanların yüksek konsantrasyonları sonuçlamaktadır (Bouerbonniere ve Meyers, 1996). Beypazarı bitümlü şeyllere ait örneklerin GC analiz sonuçlarına bakıldığında yüksek numaralı n-alkanların yüksek değerler vermesi ortamda bulunan gösel alglerin varlığı ile açıklanabilir. Yüksek karbon numaralı n-alkanların bolluğu karasal kökenli kaynağı işaret etse de piroliz verileri değerlendirildiğinde, baskın Tip I kerojen içeren Beypazarı bitümlü şeylleriindeki organik madde kökeninin karasal olmadığı anlaşılmaktadır. Çökeltme ortamının redoks potansiyelini yansıtan Pr/Ph oranı; en düşük, 0.15, en yüksek, 0.34 (ortalama 0.24) olarak hesaplanmıştır. İzoprenoid/n-alkan oranlarına bakıldığında ise Pr/ nC_{17} değeri; en düşük, 0.29, en yüksek, 1.34 (ortalama 0.78), Ph/ nC_{18} değeri; en düşük, 1.59, en yüksek 6.93 (ortalama 4.06) olarak hesaplanmıştır (Tablo 16). Pr/Ph değerinin; 0.15-0.34 (ortalama 0.24) aralığında değişmesi, çöekl ortamının olduğu indirgen koşullarda olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde; izoprenoid/n-alkan oranları Pr/ nC_{17} ve Ph/ nC_{18} , kerojen sınıflama diyagramında, örneklerin indirgen ortam koşullarının bulunduğu aralıkta olduğu görölmektedir (şekil 60). Gaz kromatogramlarından; CPI(1) (Bray ve Evans, 1961), CPI(2) (Peters ve Moldowan, 1993) ve CPI(3) (Peters vd., 2005) olmak üzere 3 farklı CPI değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler

sırası ile; CPI(1) için, 1.04-1.41 (ortalama 1.24), CPI(2) için, 1.28-2.59 (ortalama 2.11) ve CPI(3) için, 2.13-6.35 (ortalama 3.56) aralığında değişim göstermektedir. Hesaplanan 3 farklı CPI değerinin, 1'den yüksek olması; tek numaralı n-alkanların, çift numaralı n-alkanlara oranla daha baskın olduğu anlamına gelmektedir (Peters ve Moldowan, 1993). Karasal ve sucul kökenli organik madde girdisini ortaya koyan TAR (karasal/sucul organik madde oranı) değeri en düşük, 1.25 en yüksek, 1.97 (ortalama 1.50) olarak hesaplanmıştır. TAR oranının; 1'den yüksek değerler vermesi karasal organik maddeyi işaret etmektedir. Fakat Beypazarı bitümlü şeyllerinin çökeldiği ortamda bulunan gösel alg türleri yüksek numaralı n-alkanların yüksek değerler vermesini sonuçlamıştır. Bu sebeple TAR oranı 1'den yüksek değerler sunmaktadır (Bourbonniere ve Meyers, 1996).

Beypazarı bitümlü şeyllerine ait tüm GC analiz sonuçlarına bakıldığında; biyomarker bölgesindeki piklerin yoğun olduğu görülmektedir. Bu piroliz verilerindeki gibi örneklerin erken olgun olduğunu doğrular niteliktedir (Peters ve Moldowan, 1993).



Şekil 55. (a)BB-1/3 ve (b)BB-1/9 örneklerine ait gaz kromatogramları



Şekil 56. (a)1037-3 ve (b)BÇD-13 örneklerine ait gaz kromatogramları

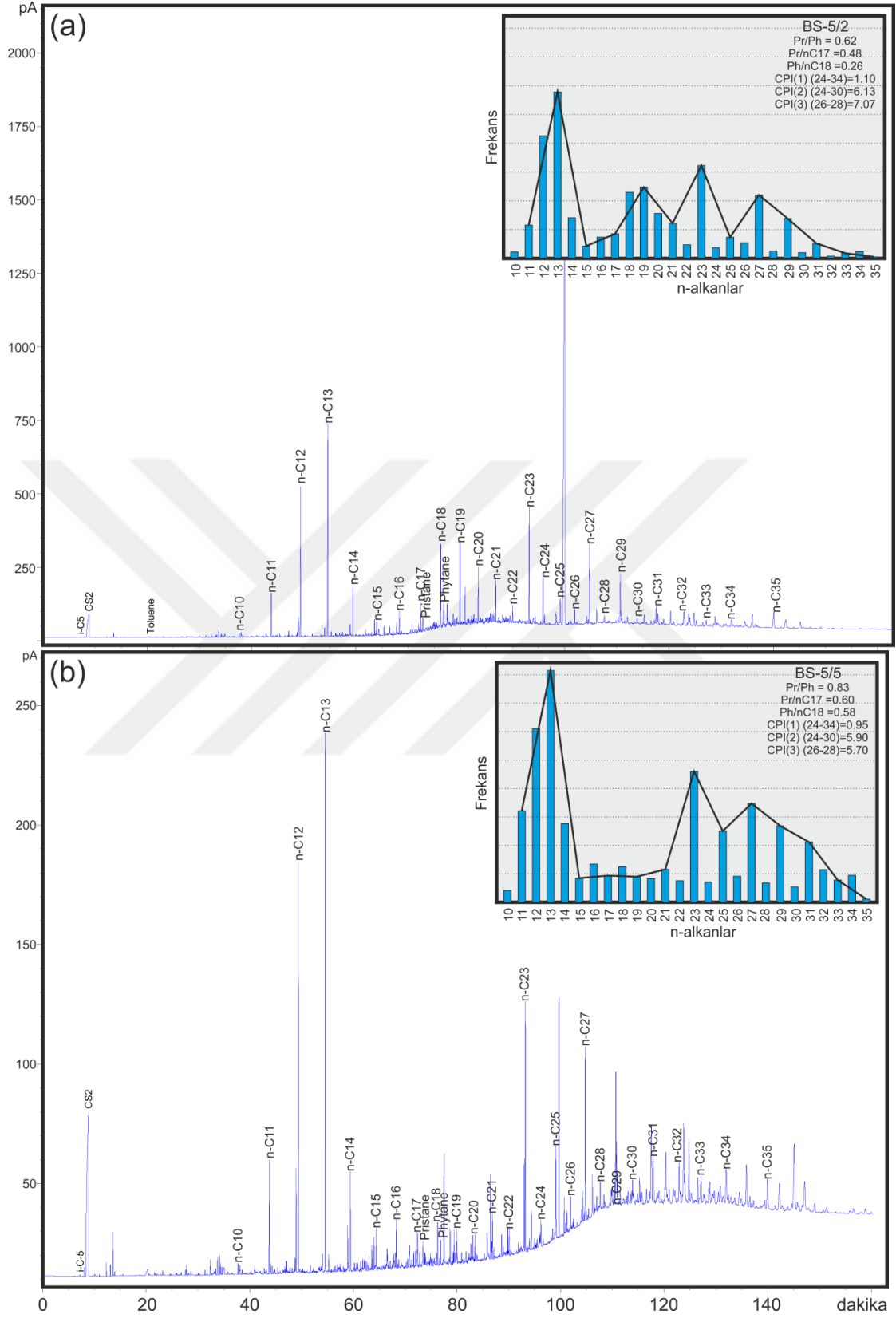
Tablo 16. Beypazarı bitümlü şeyllere ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler

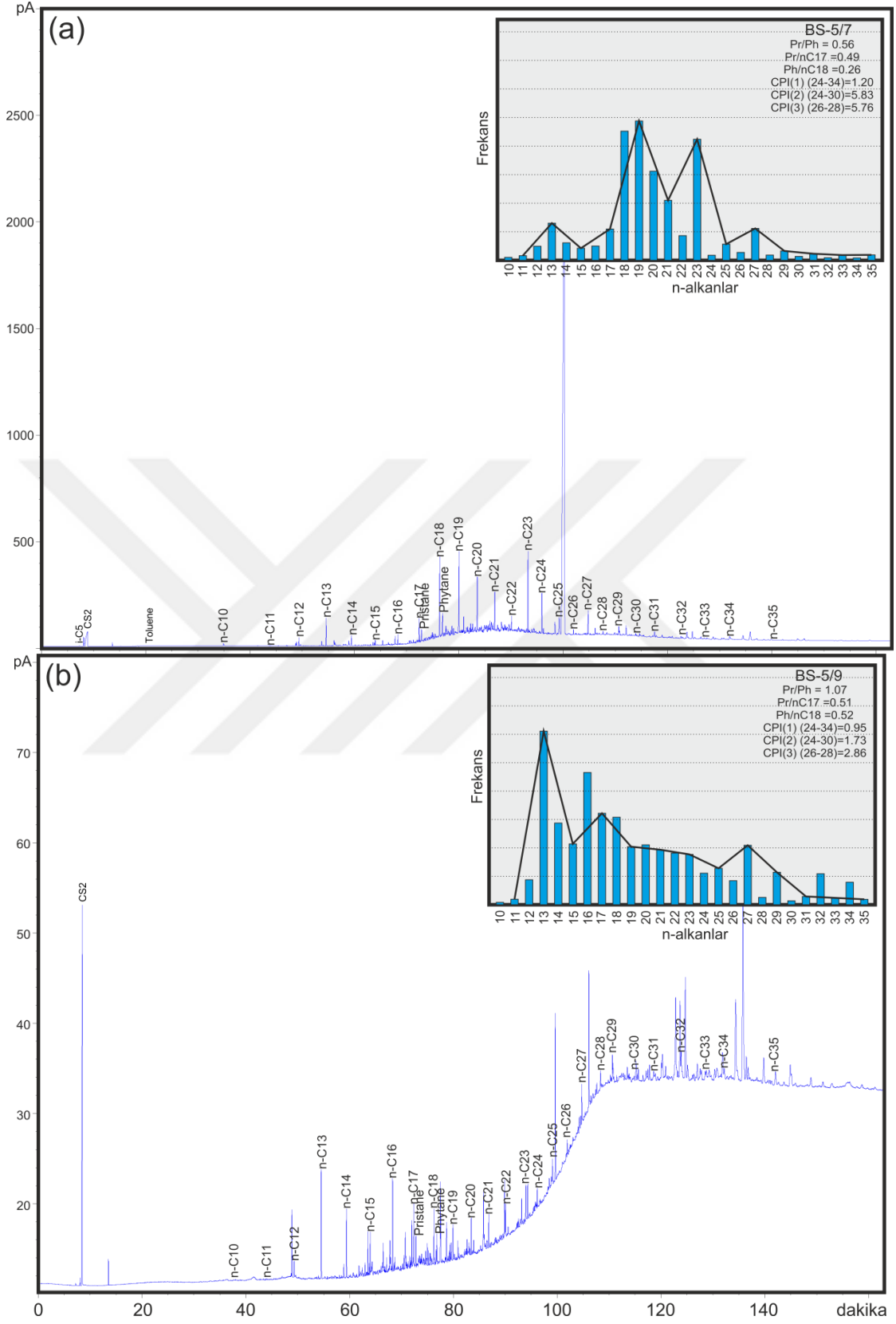
Örnek	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/nC17	Ph/nC18	CPI(1) (24-34)	CPI(2) (22-30)	CPI(3) (26-28)	TAR	Paq	Pwax	ACL
BB-1/3	0.34	2.97	0.84	2.42	1.04	2.59	2.61	1.50	0.36	0.64	29.50
BB-1/9	0.24	4.19	0.29	1.59	1.40	2.55	6.35	1.27	0.59	0.41	28.73
1037-3	0.24	4.24	1.34	6.93	1.41	1.28	3.15	1.25	0.51	0.49	29.05
BÇD-13	0.15	6.63	0.65	5.30	1.10	2.01	2.13	1.97	0.35	0.65	29.15
Ort.	0.24	4.51	0.78	4.06	1.24	2.11	3.56	1.50	0.45	0.55	29.11

Seyitömer bitümlü şeyllere ait örneklerden (BS-5/2, BS-5/5, BS-5/7 ve BS-5/9) elde edilen tüm özütlerin GC analiz sonuçları Şekil 58 ve 59’de verilmiştir. Gaz kromatogramlarında ana bileşenleri n-alkanlar oluşturmaktadır. n-alkanların nC₁₀-nC₃₅ aralığında değiştiği görülmektedir. Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımlarına bakıldığında; BS-5/2 (nC₁₃-nC₂₃), BS-5/5 (nC₁₃-nC₂₃), BS-5/7 (nC₁₉-nC₂₃) ve BS-5/9 (nC₁₃-nC₂₇) nolu örneklerde, düşük numaralı ve orta moleküler ağırlıklı n-alkanların baskın olduğu bimodal dağılımdan söz etmek mümkündür (Şekil 58, 59). n-C₁₇ ile n-C₁₈ nolu n-alkanların, pristan ve fitan gibi izoprenoidlere oranla daha yüksek konsantrasyonda olduğu görülmektedir. Gölsel çökeltme ortamlarında bulunan bazı özel alg tipleri (*Tasmanites* ve *Botryococcus*), yüksek karbon numaralı n-alkanların yüksek konsantrasyonları sonuçlamaktadır (Bouerbonniere ve Meyers, 1996). Seyitömer bitümlü şeyllere ait örneklerin GC analiz sonuçlarına bakıldığında, Beypazarı bitümlü şeyllerinde olduğu gibi yüksek numaralı n-alkanların yüksek değerler vermesi ortamda bulunan gölsel alglerin varlığı ile açıklanabilir. Yüksek karbon numaralı n-alkanların bolluğu karasal kökenli kaynağı işaret etse de piroliz verileri değerlendirildiğinde, baskın Tip I kerojen içeren Seyitömer bitümlü şeyllerindeki organik madde kökeninin karasal olmadığı Çökeltme ortamının redoks potansiyelini yansıtan Pr/Ph oranı; en düşük, 0.62, en yüksek, 1.07 (ortalama 0.77) olarak hesaplanmıştır. İzoprenoid/n-alkan oranlarına bakıldığında ise Pr/nC₁₇ değeri; en düşük, 0.48, en yüksek, 0.60 (ortalama 0.52), Ph/nC₁₈ değeri; en düşük, 0.26, en yüksek 0.58 (ortalama 0.40) olarak hesaplanmıştır (Tablo 17). Pr/Ph değerinin; 0.59-1.07 (ortalama 0.77) aralığında değişmesi, ortamın anoksik koşullarda olduğunu yansıtmaktadır (Peters ve Moldowan, 1993). Benzer şekilde; izoprenoid/n-alkan oranları Pr/nC₁₇ ve Ph/nC₁₈, kerojen sınıflama diyagramında örneklerin geçiş ortamı aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 60). Gaz kromatogramlarından; CPI(1) (Bray ve Evans,

1961), CPI(2) (Peters ve Moldowan, 1993) ve CPI(3) (Peters vd., 2005) olmak üzere 3 farklı CPI değeri hesaplanmıştır. Bu değerler sırası ile; CPI(1) için, 0.95-1.20 (ortalama 1.05), CPI(2) için, 1.73-6.13 (ortalama 4.90) ve CPI(3) için, 2.86-7.07 (ortalama 5.35) aralığında değişim göstermektedir. Hesaplanan 3 farklı CPI değerinin, Beypazarı bitümlü şeyllerinde olduğu gibi 1'den yüksek olması; tek numaralı n-alkanların, çift numaralı n-alkanlara oranla daha baskın olduğu anlamına gelmektedir (Peters ve Moldowan,1993). Karasal ve algal kökenli organik madde girdisini ortaya koyan TAR (karasal/sucul organik madde oranı) değeri en düşük, 0.34 en yüksek, 3.72 (ortalama 1.43) olarak hesaplanmıştır. TAR oranının; 0.34-3.72 (ortalama 1.43) aralığında değişmesi, Beypazarı bitümlü şeyllerinde olduğu gibi Seyitömer bitümlü şeyllerinde de karasal organik madde içeriğini yansıtmamaktadır. Piroliz verileri ile baskın olarak Tip I kerojen içerdiği belirlenen bitümlü şeyllerin yüksek TAR oranı vermelerinin sebebi; çökelme ortamında bulunan gölsel alg türlerinin yüksek karbon numaralı n-alkanları, yüksek konsantrasyonlarda sonuçlamasıdır (Bourbonniere ve Meyers, 1996).

Seyitömer bitümlü şeyllere ait tüm örneklerin gaz kromatogramlarına bakıldığında; biyomarker bölgesindeki piklerin yoğunluğu göze çarpmaktadır. Buna göre örneklerin olgunlaşmamış oldukları sonucuna varılmaktadır (Peters ve Moldowan, 1993).

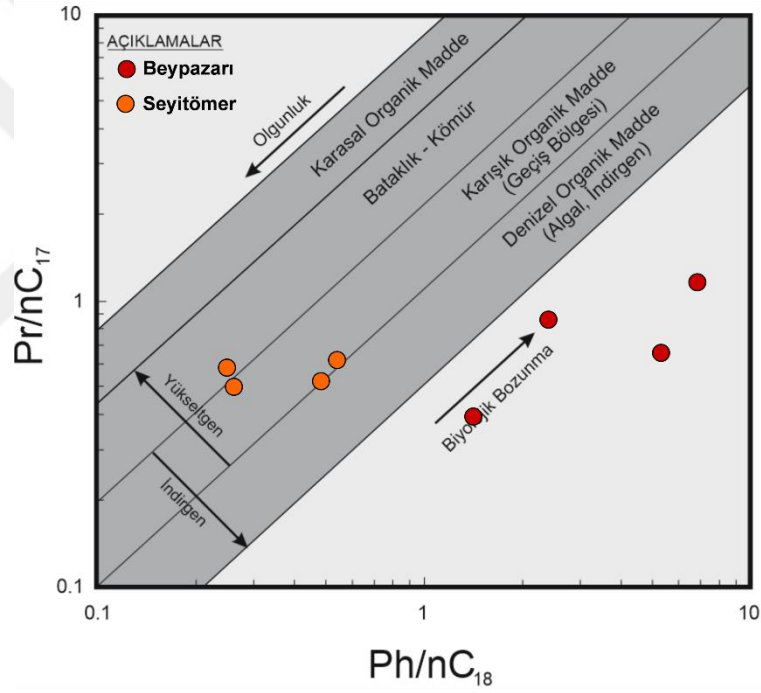




Şekil 58. (a) BS-5/7 ve (b) BS-5/9 örneklerine ait gaz kromatogramları

Tablo 17. Seyitömer bitümlü şeyllerine ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler

Örnek	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/nC ₁₇	Ph/nC ₁₈	CPI ₍₁₎ (24-34)	CPI ₍₂₎ (22-30)	CPI ₍₃₎ (26-28)	TAR	Paq	Pwax	ACL
BS-5/2	0.62	1.61	0.48	0.26	1.10	6.13	7.07	1.17	0.50	0.50	28.35
BS-5/5	0.83	1.20	0.60	0.58	0.95	5.90	5.70	3.72	0.55	0.52	29.06
BS-5/7	0.56	1.80	0.49	0.26	1.20	5.83	5.76	0.34	0.73	0.27	28.42
BS-5/9	1.07	0.93	0.51	0.52	0.95	1.73	2.86	0.50	0.42	0.58	29.24
Ort.	0.77	1.38	0.52	0.40	1.05	4.90	5.35	1.43	0.55	0.47	28.77



Şekil 59. Pr/nC₁₇-Ph/nC₁₈ diyagramında (Peters vd., 1999), Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı

3.2.6. Kömürler [Yatağan-Milas Kömürleri (Muğla), Seyitömer Kömürleri (Kütahya)]

3.2.6.1. Piroliz (Rock Eval)/TOK Analizi

Kömürler grubunda Miyosen yaşlı Muğla ve Seyitömer kömürleri yer almakta olup, bu birimlere ait piroliz/Rock Eval analiz sonuçları Tablo 18 ve 19'de verilmiştir.



Tablo 18. Yatağan-Eskihisar ve Milas-Işıklar (Muğla) kömür sahalarından alınan kömür örneklerinin TOK/piroliz analiz (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler

Örnek No	TOK (%)	S ₁ (mgHK/g kaya)	S ₂ (mgHK/g kaya)	S ₃ (mgCO ₂ /g kaya)	T _{max} (°C)	HI (mgHK/g TOK)	OI (mgCO ₂ /g TOK)	PÜ (S ₁ +S ₂)	PI (S ₁ /S ₁ +S ₂)	S ₁ /TOK	S ₂ /S ₃	RC (%)	PC (%)	MINC (%)
Yatağan-Eskihisar ÖSK														
YE - 2	38.06	1.81	40.41	34.52	422	106	91	42.22	0.04	0.05	1.2	32.57	5.49	1.29
YE - 4	38.94	1.70	65.47	29.70	425	168	76	67.17	0.03	0.04	2.2	31.70	7.24	1.50
YE - 8	34.06	1.83	56.38	29.75	422	166	87	58.21	0.03	0.05	1.9	27.76	6.30	1.34
YE - 12	37.32	2.57	98.90	23.29	431	265	62	101.47	0.03	0.07	4.2	27.66	9.66	1.31
YE - 16	26.70	2.77	60.99	18.81	432	228	70	63.76	0.04	0.10	3.2	20.44	6.26	1.09
YE - 20	36.83	1.79	38.00	34.51	416	103	94	39.79	0.05	0.05	1.1	31.75	5.08	1.41
YE - 24	38.96	1.35	66.44	31.45	430	171	81	67.79	0.02	0.03	2.1	31.72	7.24	1.39
YE - 28	48.40	1.05	42.92	26.33	395	89	54	43.97	0.02	0.02	1.6	43.05	5.35	1.76
YE - 32	46.30	2.14	75.49	34.18	432	163	74	77.63	0.03	0.05	2.2	38.11	8.19	1.57
YE - 36	49.40	1.27	72.87	38.92	433	148	79	74.14	0.02	0.03	1.9	41.42	7.98	1.77
YE - 40	38.38	1.63	67.29	34.21	428	175	89	68.92	0.02	0.04	2.0	31.04	7.34	1.59
Ortalama	39.40	1.81	62.29	30.52	424	162	78	64.10	0.03	0.05	2.2	32.47	6.92	1.46
Milas-Işıklar ÖSK														
MYI - 1	34.73	0.79	29.97	39.79	425	86	115	30.76	0.03	0.02	0.8	30.36	4.37	2.70
MYI - 5	47.23	0.98	40.38	49.94	419	85	106	41.36	0.02	0.02	0.8	41.19	6.04	2.22
MYI - 9	38.82	0.95	43.90	41.54	428	113	107	44.85	0.02	0.02	1.1	33.24	5.58	2.14
MYI - 10	39.88	1.22	47.86	44.82	425	120	112	49.08	0.02	0.03	1.1	33.82	6.06	2.76
MYI - 11	39.04	1.11	53.56	43.13	428	137	110	54.67	0.02	0.03	1.2	32.63	6.41	2.06
MYI - 12	42.12	1.49	62.99	43.83	428	150	104	64.48	0.02	0.04	1.4	34.71	7.41	2.49
MYI - 13	44.01	1.61	62.85	45.55	431	143	103	64.46	0.02	0.04	1.4	36.64	7.37	2.37
MYI - 14	38.99	1.80	50.23	48.08	421	129	123	52.03	0.03	0.05	1.0	32.39	6.60	2.02
MYI - 16	47.44	1.82	56.75	48.49	422	120	102	58.57	0.03	0.04	1.2	40.35	7.09	2.30
MYI - 17	47.00	2.24	55.29	46.21	422	118	98	57.53	0.04	0.05	1.2	39.80	7.20	2.14
MYI - 18	45.27	2.33	58.87	43.58	421	130	96	61.20	0.04	0.05	1.4	38.00	7.27	1.99
MYI - 19	45.83	3.54	60.59	45.71	416	132	100	64.13	0.06	0.08	1.3	38.10	7.73	1.55
MYI - 21	45.08	3.78	81.96	44.03	416	182	98	85.74	0.04	0.08	1.9	35.95	9.13	2.03
MYI - 23	43.58	3.59	70.91	39.53	419	163	91	74.50	0.05	0.08	1.8	35.54	8.04	1.82
Ortalama	42.79	1.95	55.44	44.59	423	129	105	57.38	0.03	0.04	1.2	35.91	6.88	2.19
Genel Ort.	41.09	1.88	58.86	37.55	424	146	91	60.74	0.03	0.05	1.7	34.19	6.90	1.82

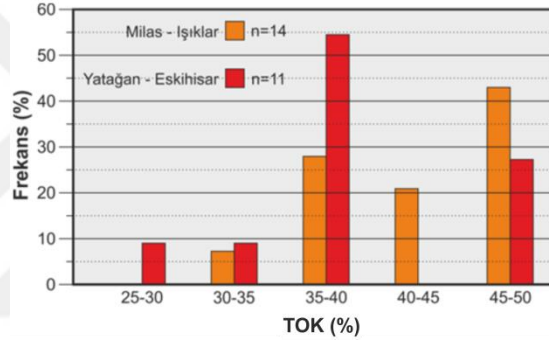
Tablo 19. Seyitömer (Kütahya) kömür sahasından alınan kömür örneklerinin TOK/piroliz analiz (Rock Eval) sonuçları ve hesaplanan parametreler

Örnek No	TOK (%)	S ₁ (mgHK/g kaya)	S ₂ (mgHK/g kaya)	S ₃ (mgCO ₂ /g kaya)	T _{max} (°C)	HI (mgHK/g TOK)	OI (mgCO ₂ /g TOK)	PÜ (S ₁ +S ₂)	PI (S ₁ /S ₁ +S ₂)	S ₁ /TOK	S ₂ /S ₃	RC (%)	PC (%)	MINC (%)
SS - 1	33.43	1.74	103.50	18.02	434	310	54	105.24	0.02	0.05	5.7	23.63	9.80	1.07
SS - 2	30.31	1.59	64.05	21.16	430	211	70	65.64	0.02	0.05	3.0	23.65	6.66	0.97
SS - 3	29.07	0.80	54.75	18.44	429	188	63	55.55	0.01	0.03	3.0	23.37	5.70	1.04
SS - 4	50.48	0.68	55.72	35.59	417	110	71	56.40	0.01	0.01	1.6	43.91	6.57	1.60
SS - 5	46.20	0.60	59.31	33.16	424	128	72	59.91	0.01	0.01	1.8	39.29	6.91	1.72
SS - 6	43.72	0.60	35.25	36.53	418	81	84	35.85	0.02	0.01	1.0	38.79	4.93	1.82
SS - 7	46.32	1.00	92.11	28.90	431	199	62	93.11	0.01	0.02	3.2	36.93	9.39	1.31
SS - 8	45.92	0.49	48.73	34.56	427	106	75	49.22	0.01	0.01	1.4	39.85	6.07	1.67
SS - 9	48.24	0.67	65.02	34.12	428	135	71	65.69	0.01	0.01	1.9	40.75	7.49	1.62
SS - 10	25.16	0.67	43.67	17.03	421	174	68	44.34	0.02	0.03	2.6	20.54	4.62	0.89
SS - 11	45.66	0.59	47.29	33.41	419	104	73	47.88	0.01	0.01	1.4	39.90	5.76	1.54
SS - 13	50.30	0.59	44.11	38.24	412	88	76	44.70	0.01	0.01	1.2	44.26	6.04	1.51
SS - 14	43.02	0.69	48.21	35.13	421	112	82	48.90	0.01	0.02	1.4	37.14	5.88	1.89
SS - 15	38.85	1.47	59.10	28.21	428	152	73	60.57	0.02	0.04	2.1	32.29	6.56	1.49
SS - 16	44.13	0.69	59.93	31.85	424	136	72	60.62	0.01	0.02	1.9	37.23	6.90	1.70
Ortalama	41.39	0.86	58.72	29.62	424	149	71	59.57	0.01	0.02	2.2	34.77	6.67	1.46

Organik Madde Miktarı: Yatağan-Eskihisar kömür örneklerine ait TOK değerleri %26.17-49.4 aralığında değişim göstermektedir (Tablo 18). Örnek sayısına göre (%) dağılım grafiğinde örneklerin genel olarak %35-40 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 61).

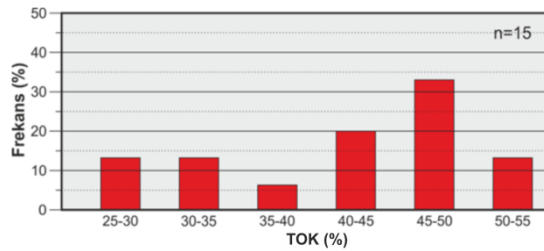
Milas-Işıklar kömür örneklerinde ise TOK değerleri; %34.73-47.44 aralığında değişmekte olup (Tablo 18) örnek sayısına göre dağılım grafiğinde örneklerin genellikle %45-50 arasında yoğunlaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 61).

TOK değerleri (%) dikkate alındığında; Milas-Işıklar yöresine ait kömür örneklerinin, Yatağan-Eskihisar yöresindeki kömür örneklerine oranla daha yüksek TOK içeriğine sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 60. Muğla kömürlerinin (Yatağan-Milas) TOK frekans (%) dağılım diyagramı

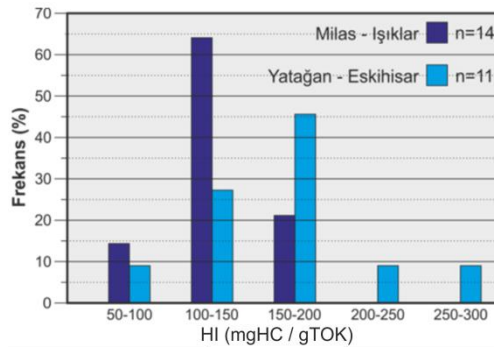
Seyitömer kömürlerinde de; TOK değerleri; %25.16-50.48 aralığında değişmekte olup (Tablo 19) örnek sayısına göre dağılım grafiğinde örneklerin genellikle %45-50 arasında yoğunlaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 62).



Şekil 61. Seyitömer kömürlerinin (Kütahya) TOK frekans (%) dağılım diyagramı

Organik Madde Tipi: Organik madde tipinin yorumlanmasında Hİ-Oİ, S₂-TOK, Hİ-T_{max} ve S₂/S₃ parametreleri kullanılmıştır. Yatağan-Eskihisar kömür örneklerinin Hİ değerlerine bakıldığında, örneklerin 89-265 mgHK/TOK aralığında yer aldığı görülmektedir (Tablo 18; Şekil 63). Bu değerlere bakıldığında organik madde tipinin 2 örnekte Tip II diğer 9 örnekte ise Tip III olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Hİ-Oİ diyagramı dikkate alındığında; örneklerin Tip III sınırına yakın Tip II sınıfında (Şekil 65a), Hİ-Tmax diyagramına göre; Tip II ve Tip III (Şekil 65b) ve S₂-TOK diyagramına göre de; 2 örnek haricinde diğer tüm örneklerin Tip III sınıfında yer aldığı görülmektedir. (Şekil 66). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S₂/S₃ değerlerine göre de (1.1-4.2 aralığında değişen) örneklerin hepsinin Tip III sınıfında yer aldığı görülmektedir (Clements vd., 1979) (Tablo 7).

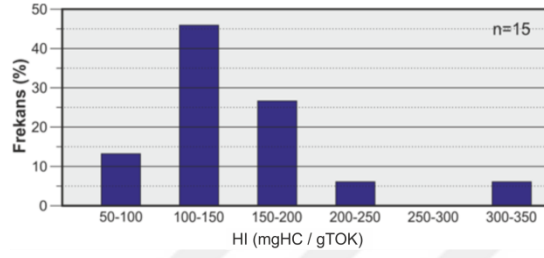
Milas-Işıklar kömür örneklerinin Hİ değerlerine bakıldığında, örneklerin 85-163 mgHK/TOK aralığında yer aldığı görülmektedir (Tablo 18 Şekil 63b). Bu değerlere bakıldığında organik madde tipinin Tip III olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Hİ-Oİ diyagramına göre; örneklerin Tip III sınırına yakın Tip II sınıfında (Şekil 69a), Hİ-Tmax diyagramında; Tip II ve Tip III (Şekil 65b) ve S₂-TOK diyagramına bakıldığında ise örneklerin Tip III alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 66). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S₂/S₃ değerlerine göre de (0.8-1.9 aralığında değişen) örneklerin hepsinin Tip III sınıfında yer aldığı görülmektedir (Clements vd., 1979) (Tablo 7).



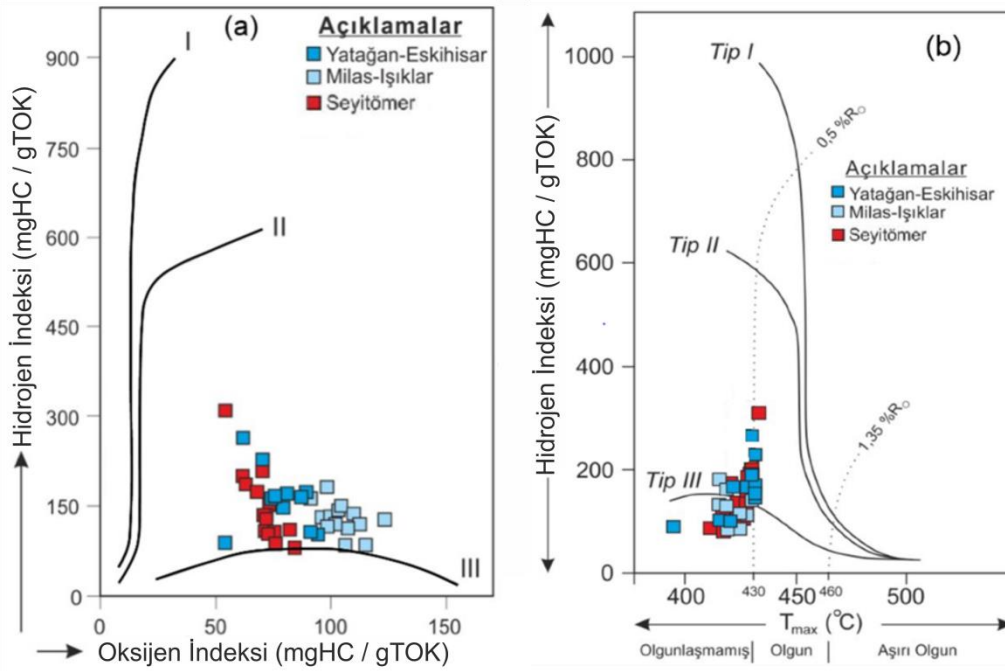
Şekil 63. Muğla kömürlerinin (Yatağan-Milas) yıllarının Hİ frekans (%) dağılım diyagramı

Seyitömer kömür örneklerinin Hİ değerlerine bakıldığında ise, örneklerin 81-310 mgHK/TOK aralığında yer aldığı görülmektedir (Tablo 19; Şekil 64). Bu değerlere bakıldığında; 2 örneğin kerojen tipi Tip II, diğer 13 örneğin ise Tip III olarak belirlenmiştir

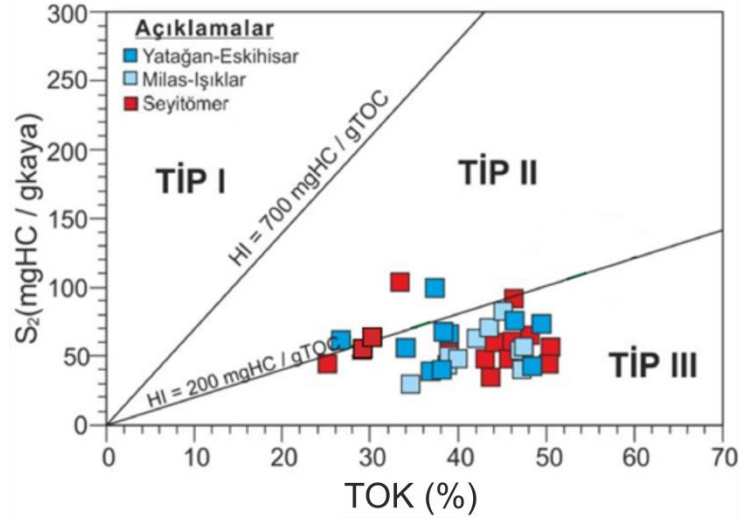
(Tablo 6). $H\dot{I}-O\dot{I}$, $H\dot{I}-T_{max}$ ve S_2-TOK diyagramlarına bakıldığında ise örneklerin çoğunlukla Tip III kerojen bölgesinde yoğunlaştığı gözlemlenebilmektedir (Şekil 65, 66). Kerojen tipinin belirlendiği bir diğer parametre olan S_2/S_3 değerlerine göre de (1-5.7 aralığında değişen) örneklerin hepsinin Tip III sınıfında yer aldığı görülmektedir (Clements vd., 1979) (Tablo 7).



Şekil 64. Seyitömer kömürlerinin (Kütahya) şeyllerinin $H\dot{I}$ frekans (%) dağılım diyagramı



Şekil 65. (a) $H\dot{I}-O\dot{I}$ (Espitalié vd.,1977); (b) $H\dot{I}-T_{max}$ (Mukhopadhyay vd., 1995) kerojen tipi sınıflama diyagramları, Yatağan, Milas (Muğla) ve Seyitömer (Kütahya) kömürlerinin bu diyagramlardaki yerleri



Şekil 66. S₂-TOK kerojen tipi sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Yatağan, Milas (Muğla) ve Seyitömer (Kütahya) kömürlerinin bu diyagramdaki yerleri

Organik Madde Olgunluğu: Yatağan-Eskihisar kömür örneklerinin; T_{max} değerleri 395-433°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 18). Bu değerlere göre örneklerin olgunlaşmamış oldukları görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.02-0.05 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 18). Bu değerlere göre de örneklerin tam olarak olgunlaşmadığı sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max}, PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada ortaya konulduğu tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) örneklerin diğer parametrelerde olduğu gibi olgunlaşmadıkları görülmektedir.

Milas-Işıklar kömür örneklerinin; T_{max} değerleri 416-431°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 19). Bu değerlere göre örneklerin olgunlaşmamış oldukları görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.02-0.06 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 18). Bu değerlere göre de örneklerin tam olarak olgunlaşmadığı sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; T_{max}, PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) örneklerin Yatağan-Eskihisar kömürleri gibi olgunlaşmadıkları sonucuna varılmaktadır.

Seyitömer kömür örneklerinin; T_{max} değerleri 412-434°C aralığında değişim göstermektedir (Tablo 20). Bu değerlere göre örneklerin olgunlaşmamış oldukları

görülmektedir (Espitalié vd., 1977) (Tablo 3; Şekil 34). Organik madde olgunluğunun irdelendiği bir diğer parametre olan PI değerlerine bakıldığında da örneklerin 0.01-0.02 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 19). Bu değerlere göre de örneklerin Muğla kömürlerinde olduğu gibi tam olarak olgunlaşmadıkları sonucuna varılmaktadır (Tablo 6). Espitalié vd., 1977'nin; Tmax, PI ve kerojen tipi değerlerini bir arada değerlendirerek yorumladığı tablolara göre de (Tablo 2 ve 3) örneklerin olgunlaşmadıkları sonucuna varılmaktadır.

Hidrokarbon Potansiyeli: Potansiyel ürün değerlerine göre (39.79-101.47 mgHK/gKaya aralığında değişen) Yatağan-Eskihisar kömür örnekleri iyi bir hidrokarbon potansiyeline sahiptir (Tablo 18). Buna karşın Hİ değerlerine bakıldığında (89-265 mgHK/gTOK aralığında değişen), 2 örneğin 200 mgHK/gTOK değerinden büyük olması düşük petrol potansiyeli varlığı gösterse de kömür örneklerinin genel ortalama HI değeri 162 mgHK/gTOK olduğundan Yatağan-Eskihisar kömürlerinin geneli değerlendirildiğinde, gaz potansiyelinin daha fazla olduğu yorumlanmaktadır (Tablo 5).

Potansiyel ürün değerlerine göre (30.76-85.74 mgHK/gKaya aralığında değişen) Milas-Işıklar kömür örnekleri iyi bir hidrokarbon potansiyeline sahiptir (Tablo 18). Buna karşın Hİ değerlerine bakıldığında (85-182 mgHK/gTOK aralığında değişen), Milas-Işıklar kömürlerinin gaz potansiyelinin olduğu sonucuna varılmaktadır (Tablo 5).

Hİ değerlerine bakıldığında; (85-163 mgHK/TOK aralığında değişen) örneklerin karasal kökenli olup gaz potansiyellerinin olduğu yorumlanabilmektedir (Tablo 5).

Seyitömer kömürlerinin potansiyel ürün değerlerine bakıldığında; (35.85-105.24 mgHK/gKaya aralığında değişen) kömür örnekleri iyi bir hidrokarbon potansiyeline sahiptir (Tablo 19). Buna karşın Hİ değerlerine bakıldığında (81-310 mgHK/gTOK aralığında değişen), 2 örneğin 200 mgHK/gTOK değerinden büyük olması, düşük petrol potansiyeli varlığını gösterse de kömür örneklerinin genel ortalama HI değeri 149 mgHK/gTOK olduğundan Seyitömer kömürlerinin geneli değerlendirildiğinde, gaz potansiyelinin daha fazla olduğu yorumlanmaktadır (Tablo 5).

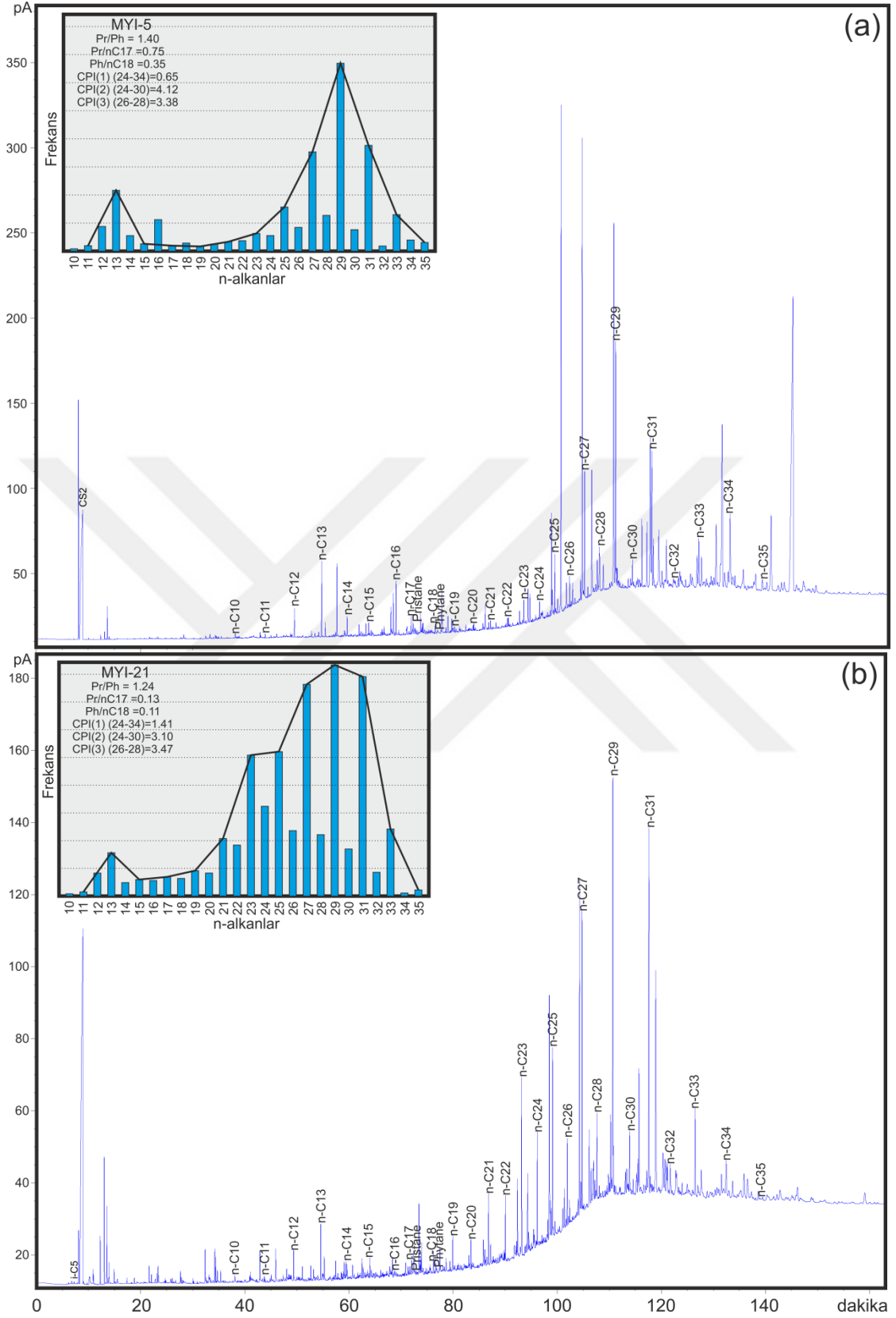
3.2.6.2. Gaz Kromatografi (GC) Analizi

Yatağan-Milas (Muğla) kömürlerine ait örneklerden (MYI-5, MYI-21, YE-12 ve YE-32) elde edilen tüm özütlerin GC analiz sonuçları Şekil 67 ve 68’de verilmiştir. Gaz kromatogramlarında ana bileşenleri n-alkanlar oluşturmaktadır. n-alkanların nC₁₀-nC₃₅ aralığında değiştiği görülmektedir. Kromatogramlarda; n-C₁₇ ve n-C₁₈ numaralı n-alkanların, pristan ve fitan izoprenoid bileşenlerine oranla baskın bileşenler olduğu gözlemlenmektedir. Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımlarına bakıldığında; örneklerin hepsinde (nC₁₃-nC₂₉) yüksek karbon numaralı n-alkanların, düşük karbon numaralı n-alkanlara oranla daha baskın olduğu bimodal dağılım söz konusudur (Şekil 67, 68). Tüm bunların sebebi, organik maddenin baskın olarak karasal kökenli organik maddeden türemesine karşılık çok az da olsa algal kaynaklı organik madde girdisinin bulunmasıdır (Peters ve Moldowan, 1993). Çökeltme ortamının redoks potansiyelini yansıtan Pr/Ph oranı; en düşük, 1.15, en yüksek, 1.40 (ortalama 1.26) olarak hesaplanmıştır. İzoprenoid/n-alkan oranları, Pr/nC₁₇ değeri; en düşük, 0.13, en yüksek, 0.75 (ortalama 0.44), Ph/nC₁₈ değeri; en düşük, 0.11, en yüksek, 0.35 (ortalama 0.23) olarak hesaplanmıştır (Tablo 20). Pr/Ph değerinin; 1.15-1.40 (ortalama 1.26) aralığında değişmesi; ortamın suboksik koşullarda olduğunu göstermektedir. Pr/nC₁₇ ve Ph/nC₁₈ kerojen sınıflama diyagramında örnekler bataklık-kömür ortamında yer almaktadır (Şekil 71). Gaz kromatogramlarından; CPI(1) (Bray ve Evans, 1961), CPI(2) (Peters ve Moldowan, 1993) ve CPI(3) (Peters vd., 2005) olmak üzere 3 farklı CPI değeri hesaplanmıştır. Bu değerler sırası ile; CPI(1) için, 0.65-1.41 (ortalama 1.09), CPI(2) için, 3.10-7.37 (ortalama 4.44) ve CPI(3) için, 2.45-4.50 (ortalama 3.45) aralığında değişim göstermektedir. Hesaplanan 3 farklı CPI değerinin 1’den büyük değerler vermesi, tek numaralı n-alkanların, çift numaralı n-alkanlara oranla daha bol bulunduğunu göstermektedir (Peters ve Moldowan, 1993). Özellikle kömürlerde, karasal ve sucül kökenli organik madde girdisini ortaya koyan TAR (karasal/sucül organik madde oranı) değeri en düşük, 13.81 en yüksek, 89.74 (ortalama 53.41) olarak hesaplanmıştır.). TAR oranının; bu aralıkta değişmesi, organik maddenin baskın olarak karasal kökenli olduğunu ortaya koymaktadır (Bourbonniere ve Meyers, 1996). Paleoiklim yorumlamalarında; Zheng vd. (2007), Paq değeri; < 0.1 ise karasal bitkilerin, 0.1-0.4 ise sucül bitkilerin (bataklık ortamında yüzücü bitki), 0.4-1.0 ise su içerisinde yüzer halde bitkilerin bulunduğunu ayrıca Pwax değeri > 0.7 ise, kuru iklim koşulları, < 0.7 ise nemli iklim

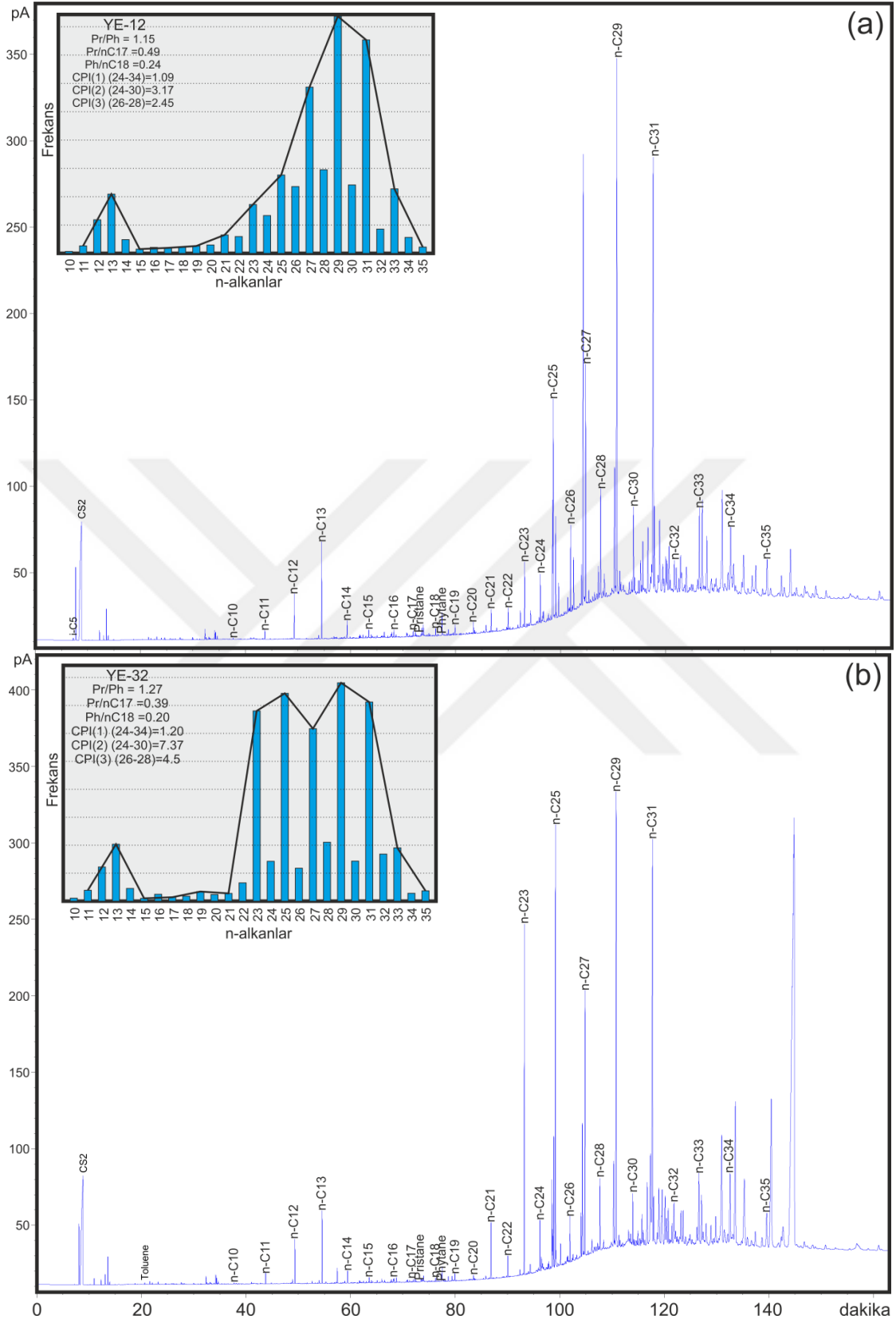
koşullarının egemen olduğunu söylemiştir (Hoş Çebi ve Korkmaz, 2015). P_{aq} ve P_{wax} değerleri sırasıyla; 0.12-0.42 (ortalama 0.24) ve 0.58-0.88 (ortalama 0.77) olarak belirlenmiştir. P_{aq} değerinin; bu aralıkta bulunması, organik maddenin türediği bitki türünün bataklık ortamında su yüzeyine çıkmış bitkiler olduğunu işaret etmektedir (Zheng vd., 2007). P_{wax} değerinin 0.57-0.88 (ortalama 0.77) aralığında değişmesi de organik maddenin çökeldiği andaki iklim koşullarının, nemli ve yağışlı olmasından kaynaklanmaktadır (Zheng vd., 2007). Paleoiklim ve bitki türlerinin yorumlandığı bir diğer parametre olan ACL (ortalama zincir uzunluğu) değeri en düşük, 29.32, en yüksek, 29.51, (ortalama 29.43) olarak belirlenmiştir. Ortalama zincir uzunluğunun belirlendiği ACL indeksinin; bu aralıkta değişmesi ile organik maddenin, orta düzeyde nemli ve yağışlı iklim koşullarında, damarlı bitkilerden türediği yorumlanmaktadır. Organik maddenin çökeldiği ortam ve türediği bitki türünün yorumlanmasında kullanılan $Q_{wood/grass}$, $Q_{wood/plant}$ ve $Q_{grass/plant}$ değerleri sırası ile; 0.56-0.97 (ortalama 0.76), 0.64-0.74 (ortalama 0.67) ve 0.26-0.36 (ortalama 0.33) olarak hesaplanmıştır (Tablo 21). $Q_{wood/grass}$, $Q_{wood/plant}$ ve $Q_{grass/plant}$ oranlarında bakıldığında (Tablo 21) da organik maddenin türediği bitki türünün; bataklık ortamında su yüzeyine çıkmış damarlı otlar olduğu anlaşılmaktadır (Long vd. 2011).

Tablo 20. Milas-Yatağan (Muğla) kömürlerine ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler

Örnek	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/nC17	Ph/nC18	CPI ₍₁₎ (24-34)	CPI ₍₂₎ (22-30)	CPI ₍₃₎ (26-28)	TAR	Paq	Pwax	ACL	Qwood/grass	Qwood/plant	Qgrass/plant
MYI-5	1.40	0.72	0.75	0.35	0.65	4.12	3.38	28.72	0.14	0.86	29..32	0.97	0.74	0.26
MYI-21	1.24	0.81	0.13	0.11	1.41	3.10	3.47	13.81	0.29	0.75	29.40	0.83	0.66	0.34
YE-12	1.15	0.87	0.49	0.24	1.09	3.17	2.45	81.38	0.12	0.88	29.51	0.56	0.64	0.36
YE-32	1.27	0.79	0.39	0.20	1.20	7.37	4.50	89.74	0.42	0.58	29.47	0.67	0.65	0.35
Ort.	1.26	0.80	0.44	0.23	1.09	4.44	3.45	53.41	0.24	0.77	29.43	0.76	0.67	0.33



Şekil 67. (a) MYI-5 ve (b) MYI-21 örneklerine ait gaz kromatogramları



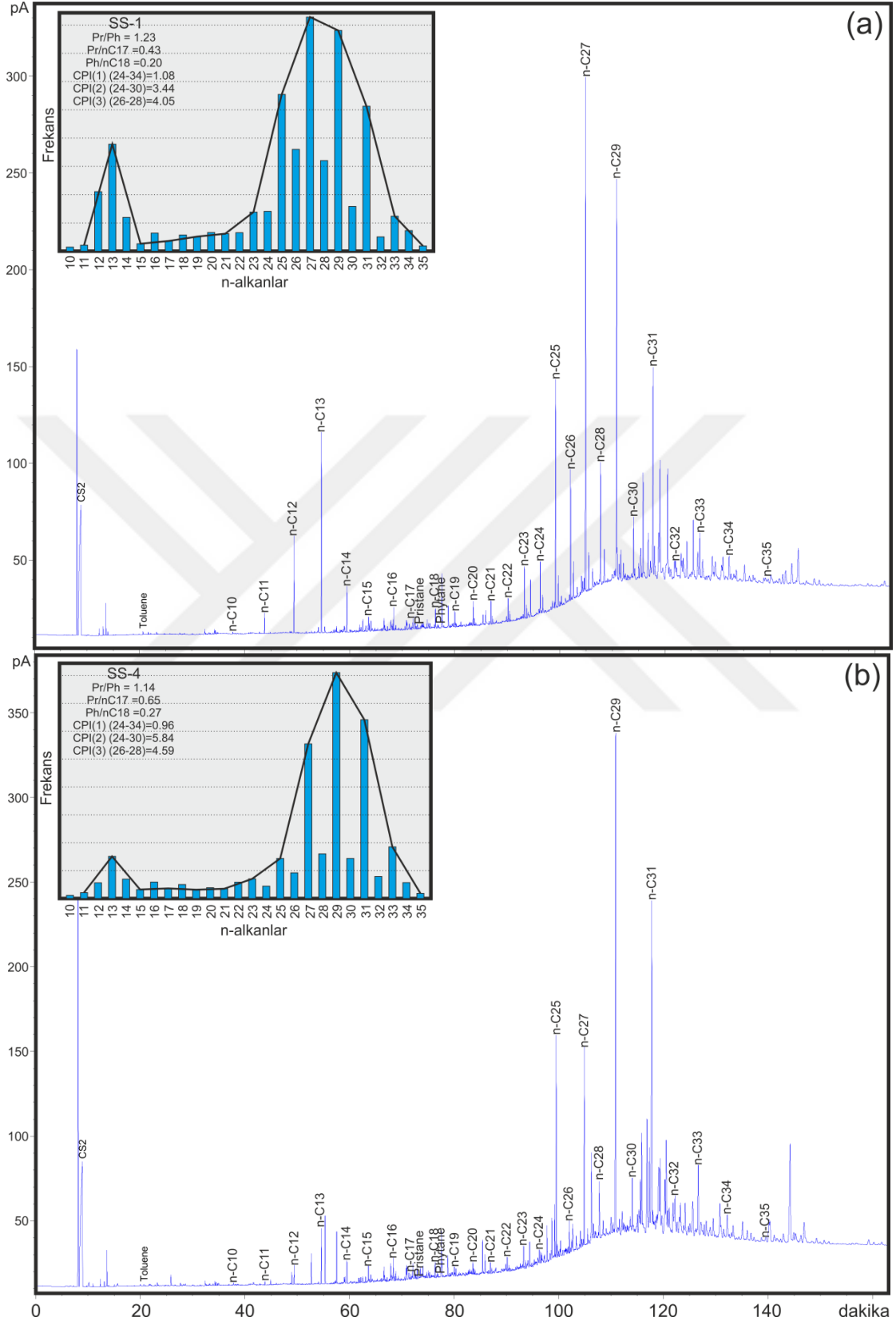
Şekil 68. (a) YE-12 ve (b) YE-32 örneklerine ait gaz kromatogramları

Seyitömer (Kütahya) kömürlerine ait örneklerden (SS-1, SS-4, SS-9 ve SS-15) elde edilen tüm özütlerin GC analiz sonuçları Şekil 69 ve 70'de verilmiştir. Gaz kromatogramlarında ana bileşenleri n-alkanlar oluşturmaktadır. n-alkanların nC₁₀-nC₃₅ aralığında değiştiği görülmektedir. Kromatogramlarda; n-C₁₇ ve n-C₁₈ numaralı n-alkanların, pristan ve fitan izoprenoid bileşenlerine oranla baskın bileşenler olduğu gözlemlenmektedir. Gaz kromatogramlarındaki n-alkanların dağılımlarına bakıldığında; SS-1 (nC₁₃-nC₂₇), SS-4 (nC₁₃-nC₂₉), SS-9 (nC₁₄-nC₃₁) ve SS-15 (nC₁₃-nC₃₁) olmak üzere örneklerin tümünde yüksek karbon numaralı n-alkanların, düşük karbon numaralı n-alkanlara oranla daha baskın olduğu bimodal dağılım söz konusudur (Şekil 69, 70). Tüm bunların sebebi, organik maddenin baskın olarak karasal kökenli organik maddeden türemesine karşılık çok az da olsa algal kaynaklı organik madde girdisinin bulunmasıdır (Peters ve Moldowan, 1993). Çökelme ortamının redoks potansiyelini yansıtan potansiyelini yansıtan Pr/Ph oranı; en düşük, 1.14, en yüksek, 1.81 (ortalama 1.41) olarak hesaplanmıştır. İzoprenoid/n-alkan oranları, Pr/nC₁₇ değeri; en düşük, 0.43, en yüksek, 0.65 (ortalama 0.51), Ph/nC₁₈ değeri; en düşük, 0.17, en yüksek, 0.27 (ortalama 0.21) olarak hesaplanmıştır (Tablo 21). Pr/Ph değerinin; bu aralıkta değişmesi; ortamın suboksik koşullarda olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde; izoprenoid/n-alkan oranları; Pr/nC₁₇ ve Ph/nC₁₈, kerojen sınıflama diyagramında, örneklerin bataklık-kömür ortamında çökelindiğini göstermektedir (Şekil 71). Gaz kromatogramlarından; CPI(1) (Bray ve Evans, 1961), CPI(2) (Peters ve Moldowan, 1993) ve CPI(3) (Peters vd., 2005) olmak üzere 3 farklı CPI değeri hesaplanmıştır. Bu değerler sırası ile; CPI(1) için, 0.96-1.28 (ortalama 1.07), CPI(2) için, 2.52-5.84 (ortalama 3.66) ve CPI(3) için, 3.08-4.59 (ortalama 3.71) aralığında değişim göstermektedir. Hesaplanan 3 farklı CPI değerinin 1'den büyük değerler vermesi, tek numaralı n-alkanların, çift numaralı n-alkanlara oranla daha bol bulunduğunu göstermektedir (Peters ve Moldowan, 1993). Özellikle kömürlerde, karasal ve sucül kökenli organik madde girdisini ortaya koyan TAR (karasal/sucül organik madde oranı) değeri en düşük, 30.63 en yüksek, 60.88 (ortalama 42.69) olarak hesaplanmıştır. TAR oranının; bu aralıkta değişmesi, organik maddenin baskın olarak karasal kökenli olduğunu ortaya koymaktadır (Bourbonniere ve Meyers, 1996). Paleoiklim ve bitki türü yorumlamalarında kullanılan P_{aq} ve P_{wax} değerleri sırasıyla; 0.07-0.21 (ortalama 0.16) ve 0.79-0.93 (ortalama 0.85) olarak belirlenmiştir. P_{aq} değerinin; bu aralıkta bulunması, organik maddenin türediği bitki türünün; bataklık ortamında su yüzeyine çıkmış bitki olduğunu işaret etmektedir (Zheng vd., 2007). P_{wax} değerinin 0.79-0.93 (ortalama 0.85)

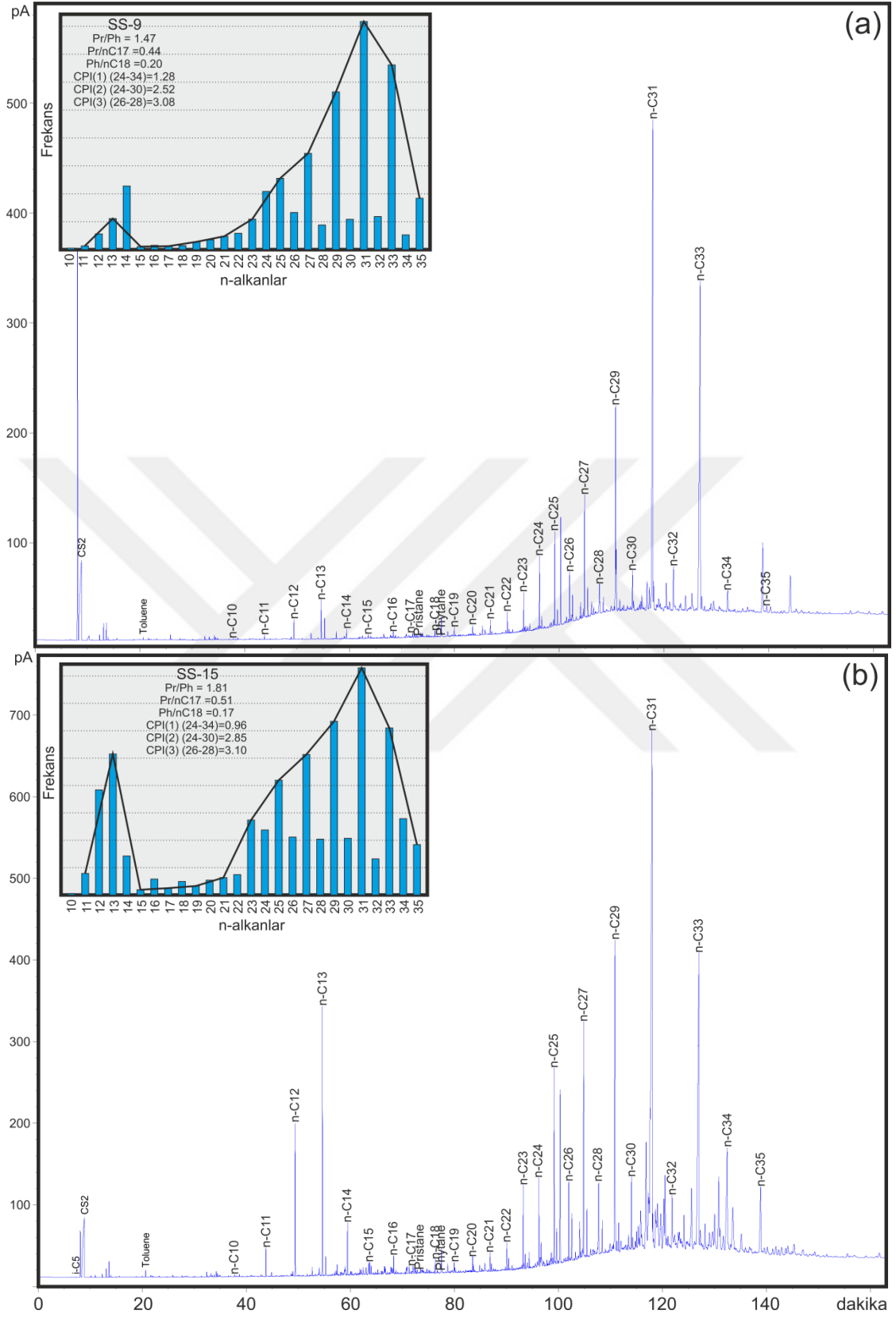
aralığında değişmesi de organik maddenin çökeldiği andaki iklim koşullarının, nemli ve yağışlı olmasından kaynaklanmaktadır (Zheng vd., 2007). Paleoiklim ve bitki türlerinin yorumlandığı bir diğer parametre olan ACL (ortalama zincir uzunluğu) değer en düşük, 28.66, en yüksek, 30.74, (ortalama 29.78) olarak belirlenmiştir. Ortalama zincir uzunluğunun belirlendiği ACL indeksi değerine göre organik maddenin; orta derecede nemli ve yağışlı iklim koşulları altında, su içerisinde yüzer halde bulunan, damarlı, otsu bitkilerden türediği yorumlanmaktadır. Organik maddenin çökeldiği ortam ve türediği bitki türünün yorumlanmasında kullanılan $Q_{\text{wood/grass}}$, $Q_{\text{wood/plant}}$ ve $Q_{\text{grass/plant}}$ değerleri sırası ile; 0.25-2.49 (ortalama 0.95), 0.40-0.82 (ortalama 0.60) ve 0.18-0.60 (ortalama 0.40) olarak hesaplanmıştır (Tablo 22). $Q_{\text{wood/grass}}$, $Q_{\text{wood/plant}}$ ve $Q_{\text{grass/plant}}$ oranlarına bakıldığında (Tablo 22) de organik maddenin türediği bitki türünün; Muğla kömürlerinde olduğu gibi suyu seven, damarlı otlar olduğu anlaşılmaktadır (Long vd. 2011).

Tablo 21. Seyitömer (Kütahya) kömürlerine ait örneklerden elde edilen özütlerin, Gaz Kromatografi (GC) analiz sonuçlarından elde edilen parametreler

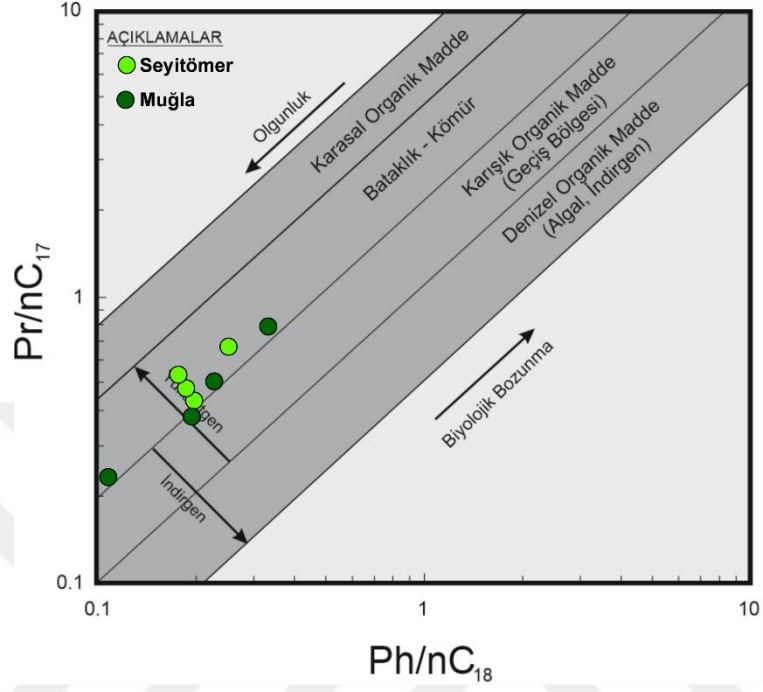
Örnek	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/nC17	Ph/nC18	CPI ₍₁₎ (24-34)	CPI ₍₂₎ (22-30)	CPI ₍₃₎ (26-28)	TAR	Paq	Pwax	ACL	Qwood/grass	Qwood/plant	Qgrass/plant
SS-1	1.23	0.81	0.43	0.20	1.08	3.44	4.05	30.63	0.20	0.80	28.66	2.49	0.82	0.18
SS-4	1.14	0.88	0.65	0.27	0.96	5.84	4.59	41.99	0.07	0.93	29.49	0.61	0.68	0.32
SS-9	1.47	0.68	0.44	0.20	1.28	2.52	3.08	60.88	0.14	0.86	30.74	0.25	0.40	0.60
SS-15	1.81	0.55	0.51	0.17	0.96	2.85	3.10	37.27	0.21	0.79	30.22	0.46	0.52	0.48
Ort.	1.41	0.73	0.51	0.21	1.07	3.66	3.71	42.69	0.16	0.85	29.78	0.95	0.60	0.40



Şekil 69. (a) SS-1 ve (b) SS-4 örneklerine ait gaz kromatogramları



Şekil 70. (a) SS-9 ve (b) SS-15 örneklerine ait gaz kromatogramları



Şekil 71. Pr/nC₁₇-Ph/nC₁₈ diyagramında (Peters vd., 1999), Muğla ve Seyitömer kömürlerinin dağılımı

3.3. n- Alkanların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Denizel, gösel kaynak kayalar ve kömür örneklerine ait gaz kromatogramlarında kaydedilen n-alkanlar üzerinde; korelasyon, cluster ve diskriminant analiz yöntemleri uygulanmıştır. Kaynakların kökeni ve türü, yapılan ileri jeokimyasal analizlerle belirlenmiş olup istatistiki yöntemler ile sahaların birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda; benzer kökenden türeyen organik maddelerin n-alkan çiftlerinin, birbirleri ile anlamlı ilişkiler halinde oldukları saptanmıştır. Yapılan bu hesaplamalarda; denizel, gösel kaynak kayalar ve kömürlerin hem kendi içerisinde hem de birbirleri ile olan ilişkileri araştırılmıştır. İstatistiki yöntemler olarak; korelasyon analizi, kümeleme (cluster) analizi ve ayırma (diskriminant) analizi SPSS paket istatistik programı yardımıyla uygulanmıştır.

3.3.1. Korelasyon Analizi (Pearson)

n-alkanlar arasındaki ilişkinin, anlamlılığını test etmek için kullanılan istatistiki bir yöntemidir. Oluşturulan Pearson korelasyon matrisi ile her bir değişkenin birbirleriyle olan ilişkileri belirlenir. Denizel, gösel kaynak kayalar ve kömürlere ait kromatogramlardan elde edilen her bir n-alkan değerlerinin Pearson korelasyon matrisi belirlenmiş ve aralarında $p \leq 0.05$ ve $p \leq 0.01$ anlamlılık düzeylerinde ilişki olan n-alkan çiftleri aşağıda verilmiştir (Tablo 22, 23, 24 ve 25). Oluşturulan Pearson korelasyon matrisi, Cluster (kümeleme) analizi ile birlikte değerlendirildiğinde oldukça anlamlı sonuçlar vermektedir. Denizel kökenli kaynak kayaların (Çağlayan ve Dereköy formasyonları), gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların birbirleri ile pozitif ve negatif ilişkiler içinde olduğu görülmektedir. $nC_{13}-nC_{17}$, $nC_{13}-nC_{19}$, $nC_{13}-nC_{20}$, $nC_{13}-nC_{21}$, $nC_{13}-nC_{23}$, $nC_{13}-nC_{26}$, $nC_{13}-nC_{27}$ ve $nC_{13}-nC_{29}$ n-alkan çiftleri haricindeki Tablo 22'de yer alan diğer tüm n-alkan çiftleri birbirleri ile pozitif ilişki halindedir. Beklenildiği şekilde, düşük numaralı, orta moleküler ağırlıklı ve yüksek numaralı n-alkanlar birlikte davranmaktadırlar.

Gösel kökenli kaynak kayalarda (Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri) da benzer durum söz konusudur. $nC_{11}-nC_{17}$, $nC_{12}-nC_{13}$, $nC_{12}-nC_{17}$, $nC_{12}-nC_{18}$, $nC_{12}-nC_{21}$, $nC_{13}-nC_{18}$, $nC_{13}-nC_{19}$ ve $nC_{13}-nC_{20}$, $nC_{13}-nC_{21}$ ve $nC_{14}-nC_{23}$ n-alkan çiftleri haricindeki diğer tüm n-alkan çiftleri (Tablo 23) birbirleri ile pozitif ilişki halindedir. Burada beklenilenin dışında, düşük numaralı n-alkanlar ile yüksek numaralı n-alkanların birlikte

davrandığı görülmektedir (Tablo 23). Bunun sebebi; ortamda bazı gösel alglerin (*Tasmanites* ve *Botryococcus*) bulunmasıdır. Bu algler orta moleküler ağırlıklı ve yüksek numaralı bazı n-alkanların oldukça yüksek değerler vermesine sebep olmaktadır.

Kömürlere bakıldığında (Tablo 24); denizel ve gösel kaynak kayalardakinin aksine birbiri ile negatif ilişki halinde olan n-alkan çiftlerine rastlanılmamaktadır. Burada da beklenildiği gibi düşük numaralı, orta moleküler ağırlıklı ve yüksek numaralı n-alkanların birbirleri ile ilişkili oldukları görülmektedir.

Korelasyon analizi, Cluster analizinin temelini oluşturmaktadır. Birbirleri ile anlamlı ilişki içerisinde olan n-alkan çiftleri cluster analizinde, Pearson korelasyon katsayılarına göre gruplaşmalar oluştururlar.



Tablo 22. Çağlayan ve Dereköy formasyonlarına ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları

DENİZEL KAYNAK KAYALAR							
n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı
nC ₁₁ -nC ₁₂ *	+0.80	nC ₁₉ -nC ₂₈ *	+0.72	nC ₂₄ -nC ₂₆ **	+0.96	nC ₃₀ -nC ₃₂ **	+0.98
nC ₁₃ -nC ₁₄ *	+0.82	nC ₂₀ -nC ₂₁ **	+0.98	nC ₂₄ -nC ₂₇ **	+0.88	nC ₃₀ -nC ₃₃ **	+0.91
nC ₁₃ -nC ₁₇ *	-0.73	nC ₂₀ -nC ₂₃ *	+0.83	nC ₂₄ -nC ₂₈ **	+0.90	nC ₃₁ -nC ₃₂ **	+0.85
nC ₁₃ -nC ₁₉ *	-0.83	nC ₂₀ -nC ₂₄ *	+0.95	nC ₂₄ -nC ₃₀ **	+0.86	nC ₃₁ -nC ₃₃ **	+0.96
nC ₁₃ -nC ₂₀ *	-0.80	nC ₂₀ -nC ₂₅ *	+0.79	nC ₂₄ -nC ₃₁ **	+0.93	nC ₃₂ -nC ₃₃ **	+0.94
nC ₁₃ -nC ₂₁ *	-0.73	nC ₂₀ -nC ₂₆ **	+0.94	nC ₂₄ -nC ₃₂ **	+0.85		
nC ₁₃ -nC ₂₃ *	-0.76	nC ₂₀ -nC ₂₇ **	+0.84	nC ₂₄ -nC ₃₃ *	+0.89		
nC ₁₃ -nC ₂₆ *	-0.82	nC ₂₀ -nC ₂₈ **	+0.84	nC ₂₅ -nC ₂₆ *	+0.78		
nC ₁₃ -nC ₂₇ **	-0.72	nC ₂₀ -nC ₃₀ *	+0.79	nC ₂₅ -nC ₂₇ *	+0.92		
nC ₁₃ -nC ₂₉ **	+0.84	nC ₂₀ -nC ₃₂ *	+0.79	nC ₂₅ -nC ₂₉ *	+0.74		
nC ₁₄ -nC ₂₉ **	-0.92	nC ₂₀ -nC ₃₃ *	+0.81	nC ₂₅ -nC ₃₁ *	+0.85		
nC ₁₆ -nC ₁₂ *	-0.83	nC ₂₁ -nC ₂₃ **	+0.85	nC ₂₅ -nC ₃₃ *	+0.73		
nC ₁₆ -nC ₁₈ **	+0.95	nC ₂₁ -nC ₂₄ **	+0.99	nC ₂₆ -nC ₂₇ **	+0.87		
nC ₁₆ -nC ₂₈ *	+0.80	nC ₂₁ -nC ₂₅ *	+0.83	nC ₂₆ -nC ₂₈ **	+0.93		
nC ₁₆ -nC ₃₂ *	+0.77	nC ₂₁ -nC ₂₆ **	+0.96	nC ₂₆ -nC ₂₉ *	+0.79		
nC ₁₇ -nC ₁₉ **	+0.94	nC ₂₁ -nC ₂₇ **	+0.89	nC ₂₆ -nC ₃₀ **	+0.89		
nC ₁₇ -nC ₃₄ *	+0.77	nC ₂₁ -nC ₂₈ **	+0.88	nC ₂₆ -nC ₃₁ **	+0.93		
nC ₁₈ -nC ₁₉ *	+0.75	nC ₂₁ -nC ₃₀ *	+0.82	nC ₂₆ -nC ₃₂ **	+0.90		
nC ₁₈ -nC ₂₀ *	+0.76	nC ₂₁ -nC ₃₁ **	+0.91	nC ₂₆ -nC ₃₃ *	+0.93		
nC ₁₈ -nC ₂₁ *	+0.78	nC ₂₁ -nC ₃₂ **	+0.83	nC ₂₇ -nC ₂₉ **	+0.79		
nC ₁₈ -nC ₂₄ *	+0.78	nC ₂₁ -nC ₃₃ *	+0.88	nC ₂₇ -nC ₃₁ *	+0.91		
nC ₁₈ -nC ₂₆ **	+0.79	nC ₂₃ -nC ₂₄ *	+0.85	nC ₂₇ -nC ₃₂ **	+0.79		
nC ₁₈ -nC ₂₈ *	+0.92	nC ₂₃ -nC ₂₅ **	+0.95	nC ₂₈ -nC ₃₀ **	+0.96		
nC ₁₈ -nC ₃₀ *	+0.82	nC ₂₃ -nC ₂₆ *	+0.82	nC ₂₈ -nC ₃₁ **	+0.86		
nC ₁₈ -nC ₃₂ **	+0.89	nC ₂₃ -nC ₂₇ **	+0.98	nC ₂₈ -nC ₃₂ **	+0.98		
nC ₁₈ -nC ₃₃ *	+0.78	nC ₂₃ -nC ₂₉ *	+0.80	nC ₂₈ -nC ₃₃ **	+0.93		
nC ₁₉ -nC ₂₀ *	+0.79	nC ₂₃ -nC ₃₁ **	+0.84	nC ₂₉ -nC ₃₁ *	+0.79		
nC ₁₉ -nC ₂₁ *	+0.72	nC ₂₃ -nC ₃₃ *	+0.71	nC ₂₉ -nC ₃₃ **	+0.80		
nC ₁₉ -nC ₂₆ *	+0.75	nC ₂₄ -nC ₂₅ **	+0.85	nC ₃₀ -nC ₃₁ **	+0.84		

* $p \leq 0.05$ ve ** $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı

Tablo 23. Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylerine ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları

n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı
nC ₁₀ -nC ₂₉ *	+0.80	nC ₁₆ -nC ₃₅ **	+0.92
nC ₁₀ -nC ₃₁ **	+0.91	nC ₁₇ -nC ₂₄ *	+0.83
nC ₁₁ -nC ₁₂ **	+0.97	nC ₁₇ -nC ₃₅ *	+0.75
nC ₁₁ -nC ₁₃ *	+0.78	nC ₁₈ -nC ₁₉ **	+0.97
nC ₁₁ -nC ₁₇ *	-0.82	nC ₁₈ -nC ₂₀ **	+0.92
nC ₁₂ -nC ₁₃ **	-0.88	nC ₁₈ -nC ₂₁ **	+0.89
nC ₁₂ -nC ₁₇ **	-0.89	nC ₁₈ -nC ₂₃ *	+0.73
nC ₁₂ -nC ₁₈ *	-0.76	nC ₁₉ -nC ₂₀ **	+0.96
nC ₁₂ -nC ₂₁ *	-0.74	nC ₁₉ -nC ₂₁ **	+0.93
nC ₁₃ -nC ₁₈ **	-0.94	nC ₁₉ -nC ₂₃ *	+0.76
nC ₁₃ -nC ₁₉ **	-0.90	nC ₂₀ -nC ₂₁ **	+0.98
nC ₁₃ -nC ₂₀ **	-0.93	nC ₂₄ -nC ₃₅ *	+0.73
nC ₁₃ -nC ₂₁ **	-0.94	nC ₂₈ -nC ₃₂ **	+0.86
nC ₁₄ -nC ₁₅ **	+0.86	nC ₃₂ -nC ₃₄ **	+0.96
nC ₁₄ -nC ₁₆ **	+0.85		
nC ₁₄ -nC ₂₃ *	-0.72		
nC ₁₄ -nC ₂₄ *	+0.72		
nC ₁₄ -nC ₃₂ **	+0.87		
nC ₁₅ -nC ₁₆ **	+0.99		
nC ₁₅ -nC ₁₇ *	+0.83		
nC ₁₅ -nC ₂₄ *	+0.83		
nC ₁₅ -nC ₂₈ *	+0.77		
nC ₁₅ -nC ₃₂ *	+0.72		
nC ₁₅ -nC ₃₅ **	+0.95		
nC ₁₆ -nC ₁₇ **	+0.88		
nC ₁₆ -nC ₂₄ **	+0.89		
nC ₁₆ -nC ₂₈ *	+0.72		
nC ₁₆ -nC ₃₂ *	+0.74		
nC ₁₆ -nC ₃₄ *	+0.78		

* $p \leq 0.05$ ve ** $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı

Tablo 24. Muğla (Yatağan-Milas) ve Seyitömer kömürlerine ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları

KÖMÜRLER	
n-alkan	Pearson Katsayısı
nC ₁₀ -nC ₁₁ [*]	+0.73
nC ₁₀ -nC ₁₂ [*]	+0.75
nC ₁₁ -nC ₁₂ ^{**}	+0.97
nC ₁₁ -nC ₁₃ ^{**}	+0.89
nC ₁₂ -nC ₁₃ ^{**}	+0.95
nC ₁₄ -nC ₃₃ ^{**}	+0.87
nC ₁₄ -nC ₃₅ ^{**}	+0.87
nC ₁₅ -nC ₁₇ ^{**}	+0.98
nC ₁₅ -nC ₁₈ ^{**}	+0.84
nC ₁₅ -nC ₁₉ ^{**}	+0.85
nC ₁₅ -nC ₂₀ ^{**}	+0.87
nC ₁₆ -nC ₃₇ ^{**}	+0.88
nC ₁₇ -nC ₁₈ [*]	+0.82
nC ₁₇ -nC ₁₉ ^{**}	+0.91
nC ₁₇ -nC ₂₀ ^{**}	+0.94
nC ₁₇ -nC ₂₂ [*]	+0.78
nC ₁₈ -nC ₂₀ [*]	+0.80
nC ₁₉ -nC ₂₀ ^{**}	+0.86
nC ₁₉ -nC ₂₂ ^{**}	+0.95
nC ₂₁ -nC ₂₂ [*]	+0.77
nC ₂₁ -nC ₂₃ [*]	+0.79
nC ₂₂ -nC ₂₄ [*]	+0.80
nC ₂₃ -nC ₂₅ ^{**}	+0.89
nC ₂₆ -nC ₂₇ [*]	+0.74
nC ₂₆ -nC ₂₈ [*]	+0.71
nC ₂₇ -nC ₂₈ [*]	+0.77
nC ₂₇ -nC ₃₁ [*]	+0.77
nC ₂₈ -nC ₃₃ [*]	+0.79
nC ₃₁ -nC ₃₃ [*]	+0.75
nC ₃₃ -nC ₃₅ ^{**}	+0.98

p*≤0.05 ve *p*≤0.01 düzeyinde anlamlı

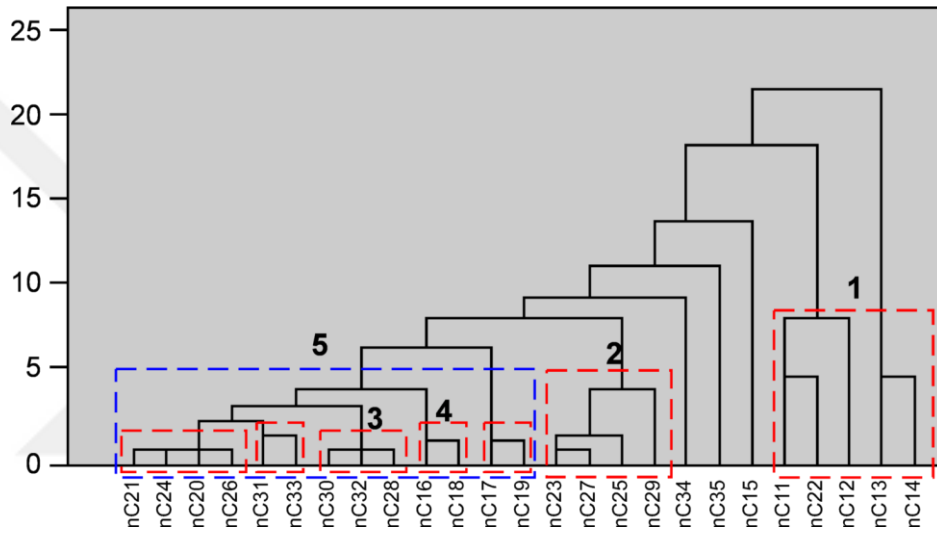
Tablo 25. Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömür örneklerine ait gaz kromatogramlarında ölçülen n-alkanların Pearson korelasyon katsayıları

BÜTÜN KAYNAK KAYALAR							
n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı	n-alkan	Pearson Katsayısı
nC ₁₀ -nC ₁₃ *	+0.52	nC ₁₅ -nC ₂₅ *	-0.51	nC ₁₈ -nC ₃₃ *	-0.42	nC ₂₄ -nC ₃₅ **	+0.55
nC ₁₁ -nC ₁₂ **	+0.92	nC ₁₅ -nC ₂₇ *	-0.66	nC ₁₉ -nC ₂₀ **	+0.95	nC ₂₅ -nC ₂₇ **	+0.61
nC ₁₁ -nC ₂₂ *	+0.43	nC ₁₅ -nC ₂₉ **	-0.59	nC ₁₉ -nC ₂₁ **	+0.84	nC ₂₅ -nC ₂₈ *	+0.43
nC ₁₁ -nC ₂₄ *	-0.44	nC ₁₅ -nC ₃₀ **	-0.53	nC ₁₉ -nC ₂₃ *	+0.47	nC ₂₅ -nC ₂₉ *	+0.41
nC ₁₂ -nC ₁₃ *	+0.54	nC ₁₅ -nC ₃₁ **	-0.65	nC ₁₉ -nC ₂₈ *	-0.44	nC ₂₅ -nC ₃₀ *	+0.44
nC ₁₂ -nC ₂₂ *	+0.47	nC ₁₆ -nC ₁₇ *	+0.88	nC ₁₉ -nC ₂₉ *	-0.52	nC ₂₅ -nC ₃₁ *	+0.45
nC ₁₂ -nC ₂₄ **	-0.53	nC ₁₆ -nC ₁₈ *	+0.46	nC ₁₉ -nC ₃₀ *	-0.50	nC ₂₆ -nC ₂₇ **	+0.70
nC ₁₂ -nC ₂₈ **	-0.59	nC ₁₆ -nC ₂₁ *	+0.49	nC ₁₉ -nC ₃₁ **	-0.53	nC ₂₆ -nC ₂₈ **	+0.85
nC ₁₂ -nC ₂₉ *	-0.45	nC ₁₆ -nC ₂₅ *	-0.48	nC ₂₀ -nC ₂₁ **	+0.92	nC ₂₆ -nC ₂₉ **	+0.52
nC ₁₂ -nC ₃₀ **	-0.55	nC ₁₆ -nC ₂₇ **	-0.59	nC ₂₀ -nC ₂₇ *	-0.48	nC ₂₆ -nC ₃₀ **	+0.72
nC ₁₂ -nC ₃₁ *	-0.48	nC ₁₆ -nC ₂₉ **	-0.53	nC ₂₀ -nC ₂₈ *	-0.49	nC ₂₆ -nC ₃₁ *	+0.45
nC ₁₃ -nC ₁₄ **	-0.71	nC ₁₆ -nC ₃₁ **	-0.61	nC ₂₀ -nC ₂₉ **	-0.63	nC ₂₇ -nC ₂₈ **	+0.78
nC ₁₃ -nC ₂₄ **	+0.54	nC ₁₆ -nC ₃₃ *	-0.44	nC ₂₀ -nC ₃₀ **	-0.55	nC ₂₇ -nC ₂₉ **	+0.79
nC ₁₃ -nC ₂₆ **	+0.55	nC ₁₇ -nC ₁₈ **	+0.68	nC ₂₀ -nC ₃₁ **	-0.66	nC ₂₇ -nC ₃₀ **	+0.72
nC ₁₃ -nC ₂₇ *	+0.46	nC ₁₇ -nC ₁₉ **	+0.57	nC ₂₀ -nC ₃₃ *	-0.48	nC ₂₇ -nC ₃₁ **	+0.62
nC ₁₃ -nC ₂₈ **	+0.58	nC ₁₇ -nC ₂₀ **	+0.69	nC ₂₁ -nC ₂₃ *	+0.45	nC ₂₈ -nC ₂₉ **	+0.79
nC ₁₃ -nC ₂₉ *	+0.51	nC ₁₇ -nC ₂₁ **	+0.68	nC ₂₁ -nC ₂₇ *	-0.45	nC ₂₈ -nC ₃₀ **	+0.91
nC ₁₃ -nC ₃₀ **	+0.62	nC ₁₇ -nC ₂₅ **	-0.53	nC ₂₁ -nC ₂₈ **	-0.42	nC ₂₈ -nC ₃₁ **	+0.60
nC ₁₃ -nC ₃₁ **	+0.52	nC ₁₇ -nC ₂₇ **	-0.71	nC ₂₁ -nC ₂₉ **	-0.62	nC ₂₉ -nC ₃₀ **	+0.86
nC ₁₄ -nC ₁₅ **	+0.59	nC ₁₇ -nC ₂₈ **	-0.47	nC ₂₁ -nC ₃₀ **	-0.50	nC ₂₉ -nC ₃₁ **	+0.82
nC ₁₄ -nC ₁₆ **	+0.65	nC ₁₇ -nC ₂₉ **	-0.73	nC ₂₁ -nC ₃₁ *	-0.63	nC ₂₉ -nC ₃₂ *	+0.61
nC ₁₄ -nC ₁₇ **	+0.58	nC ₁₇ -nC ₃₀ **	-0.61	nC ₂₁ -nC ₃₃ *	-0.51	nC ₂₉ -nC ₃₃ **	+0.41
nC ₁₄ -nC ₂₅ *	-0.54	nC ₁₇ -nC ₃₁ **	-0.77	nC ₂₂ -nC ₂₇ *	-0.43	nC ₃₀ -nC ₃₁ *	+0.82
nC ₁₄ -nC ₂₆ *	-0.44	nC ₁₇ -nC ₃₃ **	-0.56	nC ₂₂ -nC ₂₈ *	-0.46	nC ₃₀ -nC ₃₂ *	+0.45
nC ₁₄ -nC ₂₇ **	-0.68	nC ₁₈ -nC ₁₉ **	+0.95	nC ₂₂ -nC ₂₉ *	-0.49	nC ₃₀ -nC ₃₃ *	+0.50
nC ₁₄ -nC ₂₈ **	-0.52	nC ₁₈ -nC ₂₀ **	+0.94	nC ₂₂ -nC ₃₁ *	-0.47	nC ₃₁ -nC ₃₂ *	+0.47
nC ₁₄ -nC ₂₉ **	-0.65	nC ₁₈ -nC ₂₁ **	+0.85	nC ₂₄ -nC ₂₆ *	+0.68	nC ₃₁ -nC ₃₃ **	+0.83
nC ₁₄ -nC ₃₀ **	-0.61	nC ₁₈ -nC ₂₇ *	-0.44	nC ₂₄ -nC ₂₈ *	+0.46	nC ₃₁ -nC ₃₅ **	+0.52
nC ₁₄ -nC ₃₁ **	-0.57	nC ₁₈ -nC ₂₉ **	-0.54	nC ₂₄ -nC ₃₀ *	+0.50	nC ₃₃ -nC ₃₃ **	+0.82
nC ₁₅ -nC ₁₆ **	+0.80	nC ₁₈ -nC ₃₀ *	-0.48	nC ₂₄ -nC ₃₁ *	+0.45		
nC ₁₅ -nC ₁₇ **	+0.86	nC ₁₈ -nC ₃₁ **	-0.57	nC ₂₄ -nC ₃₃ *	+0.52		

* $p \leq 0.05$ ve ** $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı

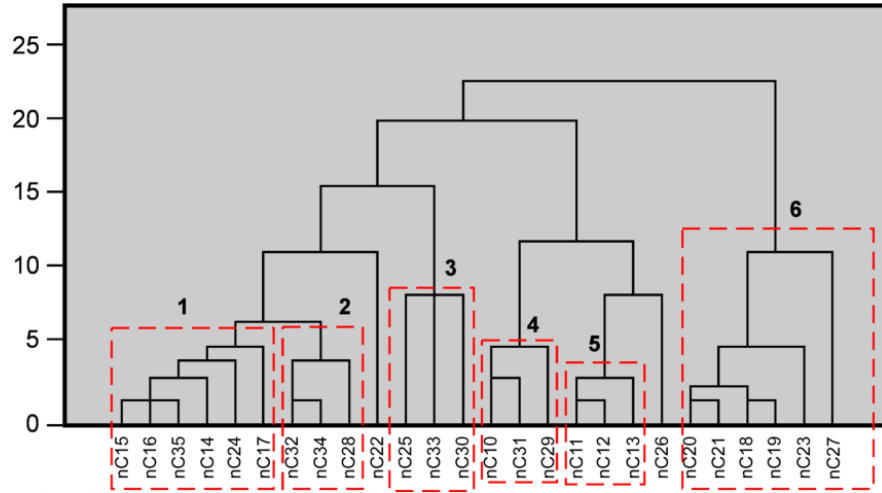
3.3.2. Cluster (Kümeleme) Analizi

Birbirleri ile pozitif yönde anlamlı ilişkiler halinde olan değişkenlerin, kümeler (salkımlar) halinde dallara ayrıldığı analiz yöntemidir. Denizel, gösel kaynak kayalar ve kömürlere ait kromatogramlardan elde edilen her bir n-alkan değerlerinin Pearson korelasyon katsayıları dikkate alınarak, her birinin kendi içerisinde ve toplu halde olmak üzere $p \leq 0.05$ ve $p \leq 0.01$ anlamlılık düzeylerinde oluşturdukları birliktelikler aşağıdaki şekillerde verilmiştir (Şekil 72, 73, 74 ve 75).



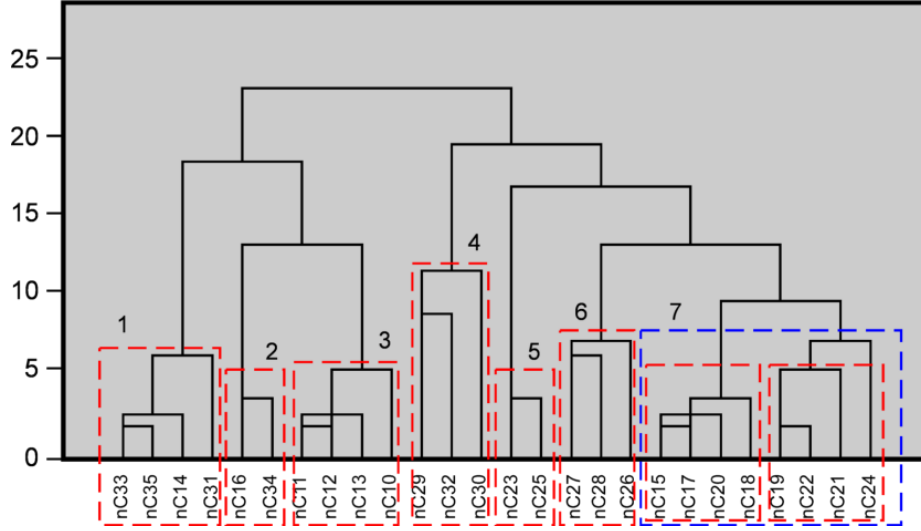
Şekil 72. Denizel kökenli kaynak kayalara ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendogram

Denizel kökenli kaynak kayalardan alınan örneklerin; n-alkan değerleri üzerinde uygulanan Cluster (kümeleme) analizi sonucunda oluşturulan dendogram, Şekil 78'de verilmiştir. 1 numaralı grupta nC₁₁, nC₁₂, nC₁₃, nC₁₄ ve nC₂₂ nolu n-alkanların birlikte bulunduğu görülmektedir. nC₂₂ numaralı n-alkan haricindeki diğer n-alkanların birlikte bir ilişki sunması beklenen bir sonuçtur. Algal kaynaklı organik maddeler düşük numaralı n-alkanları sonuçlamaktadır (Tissot ve Welte, 1984). 2 numaralı grupta orta moleküler ağırlıkta bulunan n-alkanların grup oluşturduğu görülmektedir. 5 numaralı grup ise kendi içerisinde küçük gruplar oluşturmaktadır. Burada 3 ve 4 numaralı grupta yer alan n-alkanların birbirini takip eden çift numaralı n-alkanlar olduğu görülmektedir.



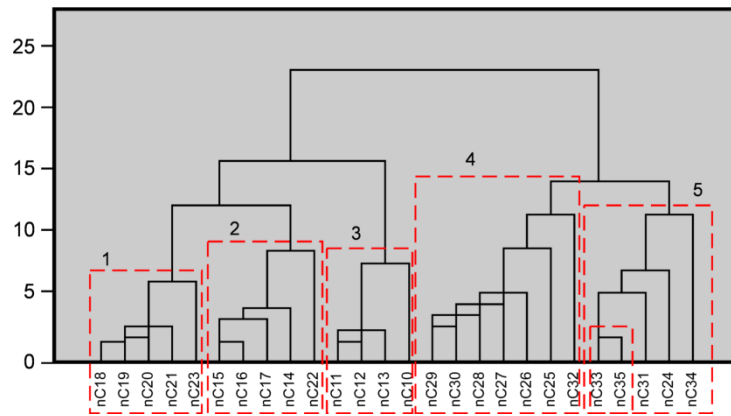
Şekil 73. Gölsel kökenli kaynak kayalara ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendrogram

Gölsel kökenli kaynak kayalardan alınan örneklerin; n-alkan değerleri üzerinde uygulanan Cluster (kümeleme) analizi sonucunda oluşturulan dendrogram, Şekil 79'da verilmiştir. Burada 1 ve 5 numaralı gruplar içerisinde yer alan düşük numaralı n-alkanların beklenildiği gibi birbirleri ile ilişki içerisinde oldukları görülmektedir. Düşük numaralı n-alkanların birlikte bulunması, bu n-alkanların algal kaynaklı ortamdan türediklerini göstermektedir (Peters ve Moldowan, 1993; Tissot ve Welte, 1984). 2 ve 3 numaralı gruplar içerisinde yer alan yüksek numaralı n-alkanların birlikte bulunması ise bu n-alkanların karasal kökenli, yüksek bitkiler tarafından türemiş olması ile açıklanmaktadır. 4 numaralı grupta ise düşük numaralı n-alkanlar ile yüksek numaralı n-alkanların birlikte gruplaştığı görülmektedir. Bunun sebebi *Tasmanites* ve *Botryococcus* gibi, gölsel ortamlarda bulunan özel alg türleridir. Bu alg türlerinin bulunduğu ortamlarda özellikle nC₂₃-nC₃₀ aralığındaki n-alkan değerlerinin oldukça yüksek değerlere sebebiyet verdikleri görülmektedir (Peters ve Moldowan, 1993).



Şekil 74. Kömürlere ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendrogram

Kömürlerden alınan örneklerin; n-alkan değerleri üzerinde uygulanan Cluster (kümeleme) analizi sonucunda oluşturulan dendrogram, Şekil 80'de verilmiştir. 1 numaralı grupta; nC₁₄ nolu n-alkanın haricindeki diğer yüksek numaralı n-alkanlar birlikte hareket etmektedir. Bunun sebebi; yüksek numaralı n-alkanların, karasal (yüksek) bitkiler tarafından türemiş olmasıdır (Peters ve Moldowan, 1993; Tissot ve Welte, 1984). 2, 3 ve 7 numaralı gruplarda yer alan düşük numaralı n-alkanlar ve orta moleküler ağırlıktaki n-alkanlarında, kendi içlerinde beklenildiği gibi gruplaşmalar yaptığı görülmektedir.



Şekil 75. Tüm sahalara ait n-alkan verileri ile oluşturulan dendrogram

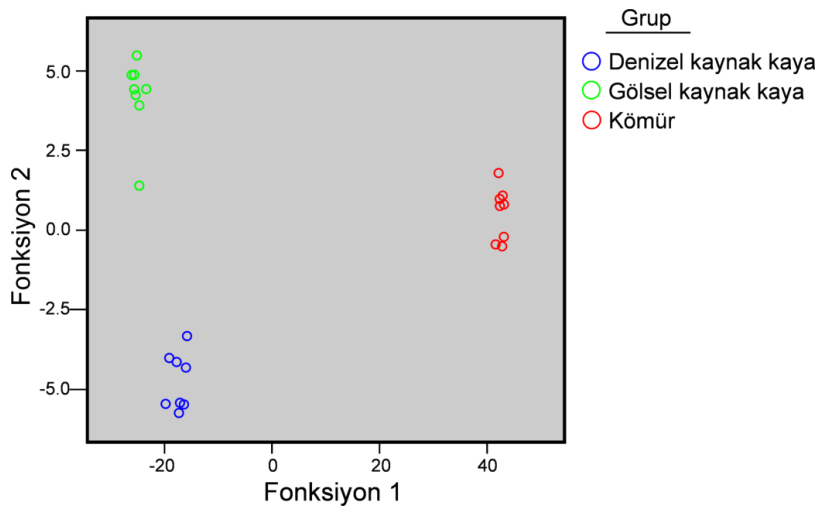
Sonuç olarak; denizel, gölsel kaynak kayalar ve kömürlerden alınan örneklerin, n-alkan değerleri üzerinde uygulanan Cluster (kümeleme) analizi sonucuna göre (Şekil 81);

1, 2 ve 3 nolu gruplarda, düşük numaralı n-alkanların, 4 numaralı grupta orta moleküler ağırlıkta bulunan n-alkanların, 5 numaralı grupta ise yüksek numaralı n-alkanların kendi içlerinde birliktelikler oluşturdukları görülmektedir. Belli n-alkanların, belli kaynaklardan türediği düşünüldüğünde, denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömür örneklerinin n-alkan değerlerinin beklenildiği şekilde, farklı kökenlerden türemiş olmaları sebebi ile farklı gruplaşmalar oluşturdukları belirlenmiştir.

3.3.3 Diskriminant (Ayrırma) Analizi

Diskriminant fonksiyonları yardımıyla oluşturulan grafikler ile farklı gruplara ait n-alkan değerlerinin, beklenen şekilde ayrılıp ayrılmadıkları test edilir. Diskriminant fonksiyonları belirlenmeden önce, gruplar arasında farklılık gösteren değişkenler Anova testi yapılarak belirlenir. Gruplar arasında farklılığa sebep olan değişkenler kullanılarak diskriminant analizi yapılır. Diskriminant analizi sonucunda grupları birbirinden en iyi şekilde ayıran fonksiyonlar belirlenir.

Çalışma sahalarına ait örneklerin, GC analizleri sonucunda elde edilen n-alkan dağılımları ANOVA testi ile kontrol edilmiş olup nC₁₀ ve nC₃₂ nolu n-alkanlar farklılık göstermeyen değişkenler olarak saptanmıştır. Diskriminant analizi sonucunda 2 ayrı diskriminant fonksiyonu belirlenmiştir. Her iki fonksiyon dikkate alındığında, oluşan diskriminant grafiği Şekil 76'de verilmiştir.



Şekil 76. Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlere ait örneklerin oluşturduğu diskriminant grafiği.

Diskriminant fonksiyonu 1 = $-4.03nC_{11} + 6.10nC_{12} + 2.85nC_{13} - 1.96nC_{14} - 2.3nC_{15} - 4.26nC_{16} + 3.63nC_{17} + 11.27nC_{18} + 8.65nC_{19} + 2.37nC_{20} - 21.92nC_{21} + 0.35nC_{22} - 6.67nC_{23} + 14.72nC_{24} + 13.67nC_{25} + 0.30nC_{26} - 5.13nC_{27} + 4.01nC_{28} + 12.67nC_{29} - 5.82nC_{30}$

Diskriminant fonksiyonu 2 = $-4.15nC_{11} + 2.97nC_{12} + 0.77nC_{13} - 0.00nC_{14} - 3.76nC_{15} + 6.61nC_{16} + 3.15nC_{17} - 10.80nC_{18} + 13.88nC_{19} - 2.40nC_{20} - 5.82nC_{21} + 3.77nC_{22} + 7.16nC_{23} - 1.38nC_{24} - 1.07nC_{25} + 6.54nC_{26} + 1.65nC_{27} - 8.61nC_{28} + 1.88nC_{29} + 3.05nC_{30}$

Diskriminant fonksiyonu 1 ve 2'de sırası ile nC_{24} ve nC_{19} , katsayıları en yüksek olan değişkenler olarak hesaplanmıştır. Diskriminant fonksiyonlarında, katsayıları en yüksek olan değişkenler, grupların birbirinden ayrılmasında en etkili olan faktörlerdir.

Diskriminant (ayırma) analizi sonucunda; denizel, gösel kökenli kaynak kayalar ve kömürlere ait n-alkan değerlerinin; kendi içlerinde farklı gruplar oluşturarak birbirlerinden ayrıldıkları gözlemlenebilmektedir. Dolayısı ile diskriminant analizi sonuçlarına göre; farklı kökenden türeyen organik maddelerin, farklı n-alkan dağılımlarını sonuçladıkları belirlenmiştir (Şekil 82).

4. TARTIŞMA

Çalışmanın konusunu oluşturan denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürler; Dereköy Formasyonu (Antalya); Malm-Erken-Orta Kretase, Çağlayan Formasyonu (Sinop); Erken Kretase, Beypazarı bitümlü şeylleri (Ankara); Miyosen, Beypazarı (Ankara) ve Seyitömer (Kütahya) bitümlü şeylleri ile Yatağan-Milas (Muğla) kömürleri ve Seyitömer kömürleri (Kütahya) ise Miyosen yaşlı istifler içerisinde yer almaktadır.

Organik madde tiplerine göre; denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlerin birbirlerine göre farklı organik madde tiplerine sahip oldukları görülmektedir. Hİ-Oİ, Hİ-Tmax ve S₂/TOK diyagramlarına göre; Dereköy Formasyonu; baskın olarak Tip II çok az oranda Tip I, Çağlayan Formasyonu içerisindeki Dranaz kesiti; Tip II, Yeşilçam kesiti Tip III, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri baskın olarak Tip I ve nadiren Tip II, Muğla kömürleri (Yatağan-Eskihisar ve Milas-Işıklar) ve Seyitömer kömürleri ise Tip III kerojen içermektedirler. Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlere ait n-alkan dağılımları organik madde tipine göre farklılıklar göstermektedir. Dereköy ve Çağlayan formasyonları için kısa zincirli n-alkanların baskın olduğu Tip II kerojeni sonuçlayan denizel organik madde, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri için gerek kısa gerekse de gölssel algler sebebiyle (*Tasmanites* ve *Botryococcus*), uzun zincirli n-alkanların yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu baskın olarak Tip I ve nadiren Tip II kerojeni sonuçlayan organik madde, Muğla ve Seyitömer kömürleri için ise; uzun zincirli n-alkanların baskın olduğu Tip III kerojeni sonuçlayan karasal kökenli kaynak söz konusudur.

TOK değerlerine göre: denizel kaynak kayalar grubunda yer alan Dereköy Formasyonu (%17.71) iyi derecede hidrokarbon içerirken, Çağlayan Formasyonu içerisinde yer alan Dranaz Kesiti ve Yeşilçam Kesiti (%1.09 ve 0.76) sahip oldukları "orta" TOK değerleri ile Dereköy Formasyonuna göre farklılık göstermektedir. Gölssel kaynak kayalar grubunda yer alan Beypazarı bitümlü şeylleri (%7.11) ve Seyitömer bitümlü şeylleri (%17.30), TOK değerine sahiptir. Kömürler grubunda yer alan Yatağan-Eskihisar kömürleri (%39.40), Milas-Işıklar kömürleri (%42.79) ve Seyitömer kömürleri (%41.39) birbirine benzer, iyi derecede hidrokarbon içermektedirler. Potansiyel ürün (PÜ) değerlerine göre; denizel kaynak kayalar grubundaki Çağlayan Formasyonu içerisinde yer alan Dranaz kesiti ve Yeşilçam kesiti (2.44 ve 0.68 mgHK/gkaya), Dereköy Formasyonuna göre daha düşük değerlere sahip olup "orta" hidrokarbon içeriğine sahipken Dereköy

Formasyonu (90 mgHK/gkaya) yüksek hidrokarbon içeriğine sahiptir. Gölsel kaynak kayalar grubunda yer alan Beypazarı bitümlü şeylleri (63.70 mgHK/gkaya) ve Seyitömer bitümlü şeylleri (125.12 mgHK/gkaya) sahip oldukları değerler ile yüksek hidrokarbon potansiyeline sahiptirler. Kömürler grubu içerisinde yer alan; Muğla kömürleri (Yatağan-Eskihisar ve Milas-Işıklar) (64.10 ve 57.38 mgHK/gkaya) ve Seyitömer kömürleri de (59.57 mgHC/gkaya) sahip oldukları değerler ile yüksek derecede hidrokarbon potansiyeline sahiptirler.

Organik maddelerin olgunlukları değerlendirildiğinde ise; örneklere ait T_{max} ve PI değerlerinin küçük farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Dereköy Formasyonu, Çağlayan Formasyonu (Dranaz ve Yeşilçam kesiti), Beypazarı bitümlü şeylleri, Seyitömer bitümlü şeylleri, Muğla kömürleri ve Seyitömer kömürlerinin T_{max} değerleri sırası ile ortalama; 417°C, 431°C, 435°C, 436°C, 439°C, 424°C, 423°C ve 424°C'dir. PI değerleri ise yine aynı sıra ile; 0.02, 0.04, 0.08, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03 ve 0.01 olarak belirlenmiştir. T_{max} değerleri ve PI değerleri dikkate alındığında, Dereköy Formasyonu, Muğla ve Seyitömer kömürlerinin olgunlaşmamış oldukları görülür. Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri ile Çağlayan Formasyonu'na ait örneklerin ise erken olgun evrede yer aldığı görülmektedir. GC verilerine bakıldığında da yine piroliz verileri ile bir uyumluluk söz konusudur. Kromatogramlardaki biyomarker bölgelerine bakıldığında; Dereköy Formasyonu, Muğla ve Seyitömer kömürlerinin olgunlaşmamış oldukları, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri ile Çağlayan Formasyonu'na ait örneklerin ise erken olgun evrede yer aldığı görülmektedir.

Gaz kromatogramlarına bakıldığında; Dereköy ve Çağlayan formasyonları, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri, Muğla ve Seyitömer kömürleri kendi içlerinde benzer özellikler göstermektedir. Dereköy ve Çağlayan formasyonlarına ait gaz kromatogramlarına bakıldığında; kısa zincirli n-alkanların, uzun zincirli n-alkanlara oranla daha baskın oldukları görülmektedir. Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri için ise hem kısa zincirli n-alkanların hem de uzun zincirli n-alkanların bol buldukları görülmektedir. Ortamın redoks potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan Pr/Ph oranına bakılacak olursa; Dereköy Formasyonu, Çağlayan Formasyonu, Beypazarı bitümlü şeylleri, Seyitömer bitümlü şeylleri, Muğla kömürleri ve Seyitömer kömürleri için sırası ile ortalama; 1.22, 2.89, 0.24, 0.77, 1.26 ve 1.41 değerleri söz konusudur. Bu oranlara göre; Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri birbirleri ile benzer olarak anoksik, Çağlayan Formasyonu oksik, Dereköy Formasyonu, Muğla ve Seyitömer kömürleri ise birbirleri ile benzer

suboksik bir ortamda çökelmiştir. Özellikle kömürlerin organik madde kökeni araştırmalarında kullanılan TAR (karasal/sucul organik madde oranı) değerlerine bakıldığında; Muğla ve Seyitömer kömürleri için sırası ile 53.41 ve 42.69 değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlere göre kömürlerin türediği organik maddenin kökeninin çok büyük oranla yüksek karasal bitkiler olduğu sonucunda varılmaktadır. Kömürleri oluşturan organik maddelerin türediği bitki türlerinin daha detaylı şekilde araştırılmasında kullanılan P_{aq} değeri, Muğla ve Seyitömer kömürleri için sırası ile 0.24 ve 0.16 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre kömürleri oluşturan bitkilerin yüksek ve suyu seven bitkiler olduğu sonucuna varılmaktadır. Bitki tipinin araştırıldığı bir diğer parametreler olan $Q_{wood/grass}$, $Q_{wood/plant}$ ve $Q_{grass/plant}$ oranlarına bakıldığında Muğla ve Seyitömer kömürleri için sırası ile ortalama; 0.76-0.67-0.33 ve 0.95-0.60-0.40 değerleri hesaplanmıştır. Bu verilere göre de, Muğla ve Seyitömer kömürlerini oluşturan bitkilerin; damarlı yüksek bitkiler olduğu belirlenebilmektedir. Kömürleri oluşturan organik maddelerin çökeldiği andaki iklim koşullarını irdellemek için kullanılan P_{wax} değerleri ise; Muğla ve Yatağan kömürleri için sırası ile 0.77 ve 0.85 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre; her iki kömür grubunu oluşturan organik maddenin çökeldiği andaki iklim koşulları nemli ortamı sonuçlamaktadır.

Denizel, gölsel kaynak kayalar ve kömür örneklerine ait n-alkan değerleri üzerinde uygulanan korelasyon ve cluster analizleri sonucunda, düşük numaralı, orta moleküler ağırlıklı ve yüksek numaralı n-alkanların kendi içlerinde anlamlı gruplaşmalar oluşturdukları saptanmıştır. Denizel kökenli kaynak kayalar ve kömürlerde beklenildiği şekilde, düşük numaralı ve yüksek numaralı n-alkan zincirleri kendi içlerinde gruplar oluşturmaktadır. Özellikle gölsel kaynak kayalar grubunda yer alan Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllere ait örneklerin n-alkan dağılımlarına bakıldığında, düşük ve yüksek numaralı n-alkanların bir grup oluşturduğu görülmektedir. Bunun sebebi; gölsel ortamlarda bulunan bazı alg türlerinin (*Tasmanites* ve *Botryococcus*) yüksek numaralı n-alkanları yüksek değerlerle sonuçlamasıdır. Bu alg türlerinin bulunduğu ortamlarda, özellikle nC_{23} - nC_{30} aralığındaki n-alkan değerlerinin oldukça yüksek değerler gösterdiği bilinmektedir. Belli n-alkanların, belli kaynaklardan türediği düşünüldüğünde, denizel, gölsel kaynak kayalar ve kömür örneklerinin n-alkan değerlerinin beklenildiği şekilde, farklı kökenlerden türemiş olmaları sebebi ile farklı gruplaşmalar oluşturdukları belirlenmiştir. Yapılan diskriminant (ayırma) analizi ile de; farklı kökenden türeyen organik maddelerin, farklı n-alkan dağılımlarını gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Sonuç olarak belirlenen 2 farklı diskriminant fonksiyonu ile organik maddenin beklenildiği şekilde 3 gruba ayrıldığı gözlenmiştir.



5. SONUÇLAR

Denizel kaynak kayalar (Dereköy ve Çağlayan formasyonları), gölsel kaynak kayalar (Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri) ve kömürlerin (Muğla ve Seyitömer kömürleri) organik jeokimyasal özelliklerini ve n-alkanların sistematüğini konu edinen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Arazi çalışmaları kapsamında, denizel kaynak kayalar grubundan; Dereköy Formasyonundan; 48 m ve 15 m olmak üzere 2 adet, Çağlayan Formasyonundan; Dranaz kesiti, 320 m ve Yeşilçam kesiti 70 m olmak üzere 2 adet, Beypazarı bitümlü şeyllerinden 57 m, Muğla kömürlerinde; Yatağan-Eskihisar kesitinden 11 m, Milas-Işıklar kesitinden 27 m olmak üzere 2 adet ve son olarak Seyitömer kömürlerinden 10 m olmak üzere toplamda 8 farklı kesit ölçülerek çalışma alanlarının litolojisi detaylı olarak ortaya koyulmuştur.
2. Denizel, gölsel kaynak kaya ve kömür örnekleri Piroliz (Rock Eval)/TOK analizine tabi tutulmuştur. Bu analizler neticesinde ortalama TOK değerleri; Dereköy Formasyonunda %17.71, Çağlayan Formasyonu içerisinde ölçülen Dranaz kesitinde; %1.09, Yeşilçam kesitinde; % 0.76, Beypazarı bitümlü şeyllerinde; %7.11, Seyitömer bitümlü şeyllerinde; %17.30, Muğla kömürleri içerisinde ölçülen Yatağan-Eskihisar kesitinde; %39.40, Milas-Işıklar kesitinde %42.79 ve son olarak Seyitömer kömürlerinde; %41.39 olarak belirlenmiştir. Tüm bu TOK değerleri göz önüne alındığında Çağlayan Formasyonu haricindeki tüm birimlerin oldukça yüksek miktarda organik madde içerdikleri, Çağlayan Formasyonu içerisinde ölçülen Dranaz ve Yeşilçam kesitlerindeki örneklerin ise "orta" değerde organik madde miktarına sahip oldukları belirlenmiştir.
3. Hidrokarbon potansiyelinin yorumlanmasında kullanılan potansiyel ürün değeri (PÜ), Dereköy Formasyonunda 90 mgHK/gkaya, Çağlayan Formasyonu içerisinde ölçülen Dranaz kesitinde; 2.44 mgHK/gkaya, Yeşilçam kesitinde; 0.68 mgHC/gkaya, Beypazarı bitümlü şeyllerinde; 63.70 mgHK/gkaya, Seyitömer bitümlü şeyllerinde; 125.12 mgHK/gkaya, Muğla kömürleri içerisinde ölçülen Yatağan-Eskihisar kesitinde; 64.10 mgHK/gkaya, Milas-Işıklar kesitinde 57.38 mgHK/gkaya ve son olarak Seyitömer kömürlerinde; 59.57 mgHK/gkaya olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre Çağlayan Formasyonu hariç diğer tüm sahalara

ait kaynak kayalar, oldukça yüksek hidrokarbon potansiyeline sahiptirler. Çağlayan Formasyonu içerisinde yer alan örnekler orta derecede hidrokarbon potansiyeline sahiptirler.

4. Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlerin birbirlerine göre farklı organik madde tiplerine sahip oldukları görülmektedir. H₁-O₁, H₁-T_{max} ve S₂/TOK diyagramlarına göre; Dereköy Formasyonu; baskın olarak Tip II çok az oranda Tip I, Çağlayan Formasyonu içerisindeki Dranaz kesiti; Tip II, Yeşilçam kesiti Tip III, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri Tip I-Tip II, Muğla kömürleri (Yatağan-Eskihisar ve Milas-Işıklar) ve Seyitömer kömürleri ise Tip III kerojen içermektedirler. Yeşilçam kesitindeki örneklerin; oldukça düşük S₂ ve H₁ ve S₂/S₃ değerine sahip olması örneklerin Tip III alanına kaymasını sonuçlamıştır. Kerojen tipinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan S₂/S₃ değerlerine bakıldığında da; aynı şekilde Dereköy Formasyonu; Tip II, Çağlayan Formasyonu içerisindeki Dranaz kesiti; Tip II, Yeşilçam kesiti; Tip III, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri; Tip I-Tip II Muğla kömürleri (Yatağan-Eskihisar ve Milas-Işıklar) ve Seyitömer kömürlerinin ise Tip III kerojen içerdiği sonucuna varılmaktadır. Gaz kromatogramlarındaki n-alkan dağılımlarına bakıldığında da piroliz verileri ile uyuşan sonuçlar söz konusudur. Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlere ait n-alkan dağılımları organik madde tipine göre farklılıklar göstermektedir. Dereköy ve Çağlayan formasyonları için kısa zincirli n-alkanların baskın olduğu Tip II kerojeni sonuçlayan denizel algal kaynak, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri için gerek kısa gerekse de uzun zincirli n-alkanların birlikte bulunduğu Tip I ve Tip II kerojeni sonuçlayan gölssel algal kaynak, Muğla ve Seyitömer kömürleri için ise; uzun zincirli n-alkanların baskın olduğu Tip III kerojeni sonuçlayan karasal kökenli kaynak söz konusudur.
5. Dereköy Formasyonu, Çağlayan Formasyonu (Dranaz ve Yeşilçam kesiti), Beypazarı bitümlü şeylleri, Seyitömer bitümlü şeylleri, Muğla kömürleri ve Seyitömer kömürlerinin T_{max} değerleri sırası ile ortalama; 417°C, 431°C, 435°C, 436°C, 439°C, 424°C, 423°C ve 424°C'dir. PI değerleri ise yine aynı sıra ile; 0.02, 0.04, 0.08, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03 ve 0.01 olarak belirlenmiştir. T_{max} değerleri ve PI değerleri dikkate alındığında, Dereköy Formasyonu, Muğla ve Seyitömer kömürlerinin olgunlaşmamış oldukları görünür. Beypazarı bitümlü

şeyllere ait örneklerin bir kısmının olgunlaşmadığı, bir kısmının ise petrol oluşum penceresi alt sınırında yer aldığı, Seyitömer bitümlü şeyllerin de aynı şekilde petrol penceresi alt sınırında yer aldığı görülmektedir. Çağlayan Formasyonu için de benzer durum söz konusudur. Dranaz kesitinde yer alan örneklerin olgunlaşmadığı, buna karşın Yeşilçam kesitinde yer alan örneklerin ise petrol oluşum penceresi alt sınırında yer aldığı belirlenmiştir. GC verilerine bakıldığında da yine piroliz verileri ile bir uyumluluk söz konusudur. Denizel, gölsel kaynak kayalar ve kömürlere ait bütün gaz kromatogramları incelendiğinde; biyomarker bölgelerindeki piklerin yoğunluğu, örneklerin olgunlaşmadığı veya erken olgun evrede olduğunu göstermektedir.

6. Ortamın redoks potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan Pr/Ph oranına göre; denizel kaynak kayalar grubunda yer alan Dereköy Formasyonu ve Çağlayan Formasyonunun sırası ile 1.22 ve 2.89, gölsel kaynak kayalar grubunda yer alan Beypazarı bitümlü şeylleri ve Seyitömer bitümlü şeyllerin 0.24 ve 0.77, kömürler grubunda yer alan Muğla kömürleri ve Seyitömer kömürleri için de sırası ile ortalama; 1.26 ve 1.41 değerleri söz konusudur. Bu oranlara göre; gölsel kaynak kayalar grubunda yer alan Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylleri birbirleri ile benzer olarak anoksik, denizel kaynak kayalar grubunda yer alan Çağlayan Formasyonu oksik, Dereköy Formasyonu suboksik, kömürler grubunda yer alan Muğla ve Seyitömer kömürleri ise birbirleri ile benzer suboksik bir ortamda çökelmiştir.
7. Özellikle kömürlerin organik madde kökeni araştırmalarında kullanılan TAR (karasal/sucul organik madde oranı) değerlerine bakıldığında; Muğla ve Seyitömer kömürleri için sırası ile 53.41 ve 42.69 değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlere göre kömürlerin türediği organik maddenin kökeninin çok büyük oranla yüksek karasal bitkiler olduğu sonucuna varılmaktadır.
8. Kömürleri oluşturan organik maddelerin türediği bitki türlerinin daha detaylı şekilde araştırılmasında kullanılan P_{aq} değeri, Muğla ve Seyitömer kömürleri için sırası ile 0.24 ve 0.16 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre kömürleri oluşturan bitkilerin bataklık ortamında yüzer halde bulunan ve su yüzeyine çıkmış bitkiler olduğu sonucuna varılmaktadır. Bitki tipinin araştırıldığı bir diğer parametreler olan $Q_{wood/grass}$, $Q_{wood/plant}$ ve $Q_{grass/plant}$ oranlarına bakıldığında Muğla ve Seyitömer kömürleri için sırası ile ortalama; 0.76-0.67-

0.33 ve 0.95-0.60-0.40 değerleri hesaplanmıştır. Bu verilere göre de, Muğla ve Seyitömer kömürlerini oluşturan bitkilerin; damarlı yüksek bitkiler olduğu belirlenebilmektedir. Kömürleri oluşturan organik maddelerin çökeldiği andaki iklim koşullarını irdelemek için kullanılan P_{wax} değerleri ise; Muğla ve Yatağan kömürleri için sırası ile 0.77 ve 0.85 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre; her iki kömür grubunu oluşturan organik maddenin çökeldiği andaki iklim koşulları orta derecede nemli ve yağışlı bir ortamı sonuçlamaktadır.

9. Denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürler; n-alkan içeriklerine göre istatistiksel olarak ayrılmıştır. Korelasyon ve Cluster analizi sonucunda kaynak kayalarda ve kömürlerde n-alkan birliği açısından farklı gruplaşmalar oluşmuştur; denizel kökenli kaynak kayalarda 3 ana grup, gölssel kökenli kaynak kayalarda 6 grup, kömürlerde ise 7 ayrı grup olduğu gözlenmiştir.
10. Aynı kökenden gelen n-alkanlar, istatistiksel olarak da bir birliktelik içindedirler. Pearson korelasyon matrisi ile anlamlı ilişkiler içinde olan n-alkanlar Cluster analizi sonucunda anlamlı gruplaşmalar oluşturmaktadır. Burada aynı kökenden gelen n-alkanlar 1. ve 2. dereceden kümelenmeler oluşturmaktadır. Denizel kökenli kaynak kayalarda 4 numaralı grupta, düşük karbon numaralı n-alkanlar bir grup oluştururken 2 numaralı grupta ise yüksek numaralı n-alkanların bir grup oluşturduğu görülmektedir. Gölssel kökenli kaynak kayalarda ise 4 numaralı grupta olduğu gibi düşük ve yüksek numaralı n-alkanların gruplar oluşturdukları gözlenmiştir. Bunun sebebi; gölssel ortamlarda bulunan bazı alg türlerinin (*Tasmanites* ve *Botryococcus*) yüksek numaralı n-alkanları yüksek değerlerle sonuçlamasıdır. Kömürlerde de benzer şekilde, 3 numaralı grupta düşük numaralı n-alkanlar bir grup oluştururken 4 ve 5 numaralı gruplarda ise yüksek numaralı n-alkanlar gruplar oluşturmaktadır.
11. Yapılan diskriminant analizi sonucunda ise; n-alkanların farklı gruplar oluşturarak net bir şekilde birbirlerinden ayrıldığı ortaya koyulmuştur. Oluşturulan 2 ayrı fonksiyon yardımıyla elde edilen grafikte; denizel, gölssel kaynak kayalar ve kömürlerin birbirlerinden net bir şekilde ayrıldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; denizel, gölssel ve karasal organik maddelerin, farklı n-alkan grupları oluşturarak, birbirinden ayrıldığı ortaya koyulmuştur. Elde edilen bu sonuçla çökeltme ortamı bilinmeyen bir kayacın veya petrolün çökeltme ortamı belirlenebilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, M.Ş. 1965. Muğla-Yatağan Çevresinde Görülen Jeolojik Formasyonların Korelasyonu Hakkında (Rapor No:5488). Ankara.
- Akgün, F. 2000. "Stratigraphic and Paleoenvironmental Significance of Eocene Palynomorphs of the Central Anatolia, Turkey," Abstracts, Nanjing, China.
- Akkiraz, M.S., Akgün, F., Utescher, T., Wilde, V., Bruch, A.A., Mosbrugger, V. ve Üçbaş, S.D. 2012. "Palaeoflora and Climate of Lignite-bearing Lower-Middle Miocene Sediments in the Seyitömer and Tunçbilek sub-basins, Kütahya Province, Northwest Turkey", Turkish J. Earth Sci., 21, 213-235.
- Alçiçek, H. 2010. "Stratigraphic correlation of the Neogene Basins in South Western Anatolia: Regional Palaeogeographical, Palaeoclimatic and Tectonic Implications", Palaeogeogr. Palaeoclimatol Palaeoecol., 291, 297-318.
- Atalay, Z. 1980. "Muğla-Yatağan ve Yakın Dolayı Karasal Neojen'inin Stratigrafi Araştırması", Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 23, 93-99.
- Baş, H. 1986. "Domaniç-Tavşanlı-Kütahya-Gediz Yöresinin Tersiyer Jeolojisi", Jeol.Müh. Derg., 27, 11-19.
- Barker, C. 1974. Pyrolysis Techniques for Source Rock Evaluation. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 58, 2349-2361.
- Bechtel, A., Sachsenhofer, R.F., Markic, M., Gratzner, R., Lücke, A. ve Püttmann, W., 2003. Palaeoenvironmental implication from Biomarker and Stable İsoptoe İvestigations on the Pliocene Velenje Lignite Seam (Slovenia). Org. Geochem. 34, 1277-1298.
- Beder, H.A. 1996. Seyitömer Kömür Havzasının Jeolojisi ve Rezerv Hesabı (Yüksek Lisans Tezi), D.P.Ü. Fen Bilimleri Ens, Kütahya.
- Benda L. ve Meulenkamp, J.E. 1979. "Biostratigraphic Correlations in the Eastern Mediterranean Neogene", News letters Stratigraphy, 1-3, 23-26.
- Bingham, E.M., McClymont, E.L., Välıiranta, M., Mauquoy, D., Roberts, Z., Chambers, F.M., Pancost, R.D. ve Evershed, R.P., 2010. Conservative Composition of n-alkane biomarkers in Sphagnum Species: İmplications for Palaeoclimate Reconstruction in Ombrotrophic peat bogs. Org. Geochem. 41, 214-220.

- Blumenthal. M.M. 1944. Bozkır güneyinde Toros Sıradağlarının Serisi ve Yapısı. LÜ.F.F. Mec. Seri, B., 9/2. 95 12.
- Blumenthal, M.M. 1951. Recherches Geologieques Dans le Taurus Occidental dans le'arrie re- Pays de' Alanya, (Batı Toroslarda Alanya ard ülkesinde jeolojik araştırmalar). Mineral Research and exploration publicationi serie D. No. 5, 134.
- Bordenave, M.L., Espitalie, J., Leplat, P., Ouidin, J.L. ve Vandembroucke, M., 1993. Screening Techniques for Source Rock Evaluation. in: Applied Petroleum Geochemisry (M.L. Bordenave, Eds.), Paris.
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O. ve Poisson, A., 1971. "Outline of geology of the western Taurids. In: CAMPBELL, A.S. (Ed.), Geology and History of Turkey", Petroleum Exploration Society of Libya, 225-255.
- Claypool, G.E. ve Reed, P.R. 1976. Thermal Analysis Technique for Source Rock Evaluation: Quantitative Estimate of Organic Richness and Effects of Lithologic Variation. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 60, 608- 626.
- Clementz, D.M., 1979. Effect of Oil and Bitumen Saturation on Source-Rock Pyrolysis. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 63, 12, 2227-2232
- Clementz, D.M., Demaison G.J. ve Daly A.R., 1979. Well Site Geochemistry by Programmed Pyrolysis. Proceedings of The 11th Annual Offshore Technology Conference, Houston, OTC 3410, 1, 465-470
- Cranwell, P.A., 1977. Organic Geochemistry of CamLoch (Sutherland) sediments. Chem. Geol. 20, 20221.
- Çelik, Y. ve Karayığit, A.İ. 2004. "Chemical Properties and Petrographic Composition of the Lacustrine Seyitomer Lignites (Miocene), Kutahya, Turkey", Energy Sources, 26, 339- 352.
- Dembicki Jr. H., 2009. "Three Common Source Rock Evaluation Errors Made By Geologists During Prospector Play Appraisals", The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 93,3, 341-356.
- Demirel, İ.H. ve Günay, Y. 2000. Tectonic And Karstic Effects on the Western Taurusregion, Southwestern Turkey: Relation Stopresen Temperature Gradients and Total Organic Carbon Content. Energy Sources, 22,5.
- Demirel, İ.H. ve Tekin, U.K. 1993. Gondvanya Platformu Paleozoyik-Triyas stratigrafisi. Suat Erk Jeoloji Simp. Ankara: Ankara Üniv. Bildiriler

- Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M.A., Alkan, H., Öztaş, Y. ve Akpınar, M. 1982. Fethiye-Köyceğiz-Tefenni-Elmalı-Kalkan Arasında Kalan Alanın Jeolojisi: Ankara: Türkiye Altıncı Pet.Kong. Tebl. 23-31.
- Erol, O., 1955. Köroğlu-Işık Dağları ve Volkanik Kütlesinin Orta Bölümleri ile Beypazarı Ayaş Arasındaki Neojen Havzasının Jeoloji Hakkında Rapor (Rapor Der. No:2274). Ankara: MTA (Yayınlanmamış).
- Eglinton, G., ve Hamilton, R.J., 1967. Leaf Epicuticular Waxes. Science 156, 1322-1335.
- Espitalie, J., Laporte, J.L., Madec, M., Marquis, F., Leplat, P. ve Paulet, J. 1977. "Méthode Rapide De Caractérisation Des Roches Mères, De Leur Potentiel pétrolier Et De Leur Degré D' évolution". Rev. Inst. Fr. Petr., 32, 23-45.
- Espitalié, J., Deroo, G. ve Marquis, F., 1985. La Pyrolyse Rock Eval Et Ses Applications, Review Institute Français Petroleum, 10, 755-784.
- Espitalié, J., Marquis, F. ve Barsony, I. 1984. Geochemical Logging. In: Analytical Pyrolysis-Techniques and Applications, K.J. Voorhees Ed., Boston, Butterworth, 276- 304.
- Espitalie, J., Laporte, J.L., Madec, M., Marquis, F., Leplat, P. ve Paulet, J. 1977. Méthode Rapide De Caractérisation Des Roches Mères, De Leur Potentiel pétrolier Et De Leur Degré D' évolution. Rev. Inst. Fr. Petr., 32, 23-45.
- Espitalié, J., Makadi, K.S. ve Trichet, J., 1984. Role Of The Mineral Matrix During Kerogen Pyrolysis, Organic Geochemistry, 6, 365-382.
- Ficken, K.J., Li, B., Swain, D.L., ve Eglinton, G., 2000. An n-alkane Proxy for the Sedimentary Input of Submerged/floating Freshwater Aquatic Macrophytes. Org. Geochem. 31, 745-749.
- Gedik, A., ve Korkmaz, S. 1984. "Sinop Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları", Jeoloji Mühendisliği, 19, 53-79.
- Gökmen, V., Memikoğlu, O., Dağlı, M., Öz, D. ve Tuncalı, E., 1993. Türkiye Linyit Envanteri. Ankara: MTA.
- Göktunalı, K., 1963. Beypazarı Linyitlerinin Jeolojik Etüdüleri Hakkında Rapor (Rapor No: 3391). Ankara: MTA (Yayınlanmamış).
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakiñç, M., Tüysüz, O., Akköö, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitöğlü, B., Demirbağ, E. Ersoy., S., Algan, O., Güneysu, C. ve Aykol, A. 1995. "Rift Formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: Implications for the Opening of Theaegian Sea", Geol. Mag., 132, 637-650.

- Günay, Y., Bölükbaşı, A.S. ve Yoldemir, O. 1982. "Beydağlarının Stratigrafisi ve Yapısı", Türkiye 6. Petrol Kong. ve Derg., Bildiriler, 90- 101.
- Güvenç, T., 1965. Etude Stratigraphique et Micropaleontologique du Carbonifer et du Permienes Taurus Occidentaux Dans T'arrierepaysd' Alanya. Turquie. France: These Univ. Paris, 3, 273, 52.
- Güvenç, T., 1977. Permian of Turkey. 6th Colloq. Geology of Aegean Regions. İzmir: Aegean Univ. 263-282.
- Güvenç, T., Demirel, I.H., Meşhur, M., Gul, M.A. ve Tekinli, U.K. 1991." The Paeogeography of Anatolia during the Permian and Triassic." ESRI Occasional Publication 11B: Contributions to Eurasian Geology, 11-40.
- Güvenç, T., Demirel. I.H. ve Tekinli, U.K., 1994. "Lavrusya ve Gondvanya arasında kalan Ortadoğu bölgesinin Paleozoyik stratigrafisi ve Üst Paleozoyik paleocoğrafyası." Türkiye 10. Petrol Kong. ve Serg.. Bildiriler, 5-19.
- Helvacı, C, Yılmaz, H. ve İnci, U. 1988. "Beypazarı(Ankara) Yöresi Neojen Tortullarının Kil Mineralleri ve Bunların Dikey ve Yanal Dağılımı". Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 32-33, 33-42.
- Hufnagel, H., Benda, L., Hildebrand, H.J., Köse, C., Schmitz, H. H., Şener, M., Şengüler, İ. ve Wehner, H. 1989. Investigation of oil shaledeposits in Western Turkey, Part I. Seyitömerand Beypazarı-Çayırhan, Hannover: BGR.
- Hunt, J.M., 1995. Petroleum Geochemistry and Geology, New York.
- Hunt, J.M., 1996. Petroleum Geochemistry and Geology, 2nd Ed., W. H. Freeman and Company, New York, 743.
- İnaner, H. ve Karayığit, A.Ğ., 2013. Çayırhan Kömürlerinde Doğal Zeolit-Maseral İlişkilerinin İncelenmesi, Üst Miyosen Yaşlı Beypazarı Havzası (Proje No: 110Y153). Ankara:Tübitak
- İnaner, H. ve Nakoman, E., 2001. "Obtaining various results in coal reserve estimations on Hüsamlar deposit, Muğla Turkey", Proceedings IESCA 2010, 143-150.
- Jackson K.S., Hawkins P.J. ve Bennet A.J.R. 1985. "Regional Facies and Geochemical Evaluation of Southern Denison Trough", APEA Journal, 20, 143-158.
- Jarvie, D.M. ve Baker, D.R., 1984. Application of The Rock-Eval III Oil Show Analyzer to the Study of Gaseous Hydrocarbons in an Oklahoma Gas Well, 187th ACS National Meeting, St. Louis Missouri, April 8-13.
- Jarvie, D.M. ve Tobey, M.H., 1999. TOC, Rock-Eval and Sr Analyzer Interpretive Guidelines Application, Note 99-4, Humble Instruments and Services, Inc. Geochemical Services Division, Texas, 11.

- Jarvie, D.M., Claxton, B., Henk, B. ve Breyer, J.T., 2001. Oil and Shale Gas From The Barnett Shale, Fort Worth Basin, Texas, The American Association Of Petroleum Geologists Annual Meeting Program, Denver, CO, June 3-6, 10, A100.
- Jarvie, D.M., 1991. Total Organic Carbon (TOC) Analysis. (Merill, R.K., Ed.), Source and Migration Processes and Evaluation Techniques, Tulsa, American Association Of Petroleum Geologist, Treatise of Petroleum Geology Handbook of Petroleum Geology, 113-118
- Karaca, A., Haktanır, K., Aracak, S., Topçuoğlu, B., Türkmen, C. ve Yıldız, H., 2005. Çayırhan Termik Santrali Emisyonlarının Etkisinde Kalan Toprakların Kirlilik Veri Tabanının Oluşturulması ve Toprak Özellikleri ile Etkileşimlerinin Arastırması, Bilimsel Araştırma Kesin Raporu . Ankara: Ankara Üniversitesi 139 s,
- Kara-Gülbay, R., 2004. Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri, Çökme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyeli, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kara-Gülbay, R. ve Korkmaz, S. 2012. "Occurrences and Origin of Oil Sandasphaltites from South East Anatolia (Turkey): İmplications from Organic Geochemistry", Journal of Petroleum Science and Engineering, 145-158.
- Kara Gülbay, R., Yurtsever, T.S., Korkmaz, S. ve Demirel, İ.H. 2010. "Source Rock Potential and Organic Geochemistry of Cenomanian-Turonian Black Shales Western Taurus, SW Turkey", Journal of Petroleum Geology, 34-4/355-369.
- Karayığit, A.İ. ve Boyce, A. 2001. Çayırhan Kömürlerinde Piritik Kükürtün İzotop Bileşimleri, Beypazarı-Ankara.Türkiye, 54. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurultayı, 54-67
- Kavuşan, G. 1993. "Beypazarı- Çayırhan Kömür Havzası Linyitlerinin Yataklanmasında Tektonizmanın Önemi", Doğa-Türk Yerbilimleri Dergisi, 2, 135-145.
- Korkmaz, S. 1984. Boyabat (Sinop) Kuzeydoğusunun Petrol Yönünden, Jeolojik ve Jeokimyasal İncelemesi, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Korkmaz, S., 1992. Sinop Havzasında Kaynak Kaya Fasiyesi, Organik Olgunlaşma ve Petrol Oluşumuna Volkanizma ve Çökme Ortamı Açısından Yeni Bir Yaklaşım. TPJD Bülteni, 4, 1, 35-45.
- Langford, F.F. ve Blanc-Valleron, M.M 1990. "Interpreting Rock-Eval Pyrolysis data Using Graphs of Pyrolizable Hydrocarbons vs. Total Organiccarbon", Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 74, 799-804.

- Lebküchner, R.F. 1959. Seyitömer (Kütahya) Neojen Sahasında Jeoloji ve Linyit Yataklarıyla İlgili Olarak Yapılan Etüdler Hakkında Rapor (Rapor No: 2985). Ankara: MTA
- Long, L., Fang, X.M., Miao, Y.F., Bai, Y. ve Wang, Y.L., 2011. Northern Tibetan Plateau Cooling and Aridification Linked to Cenozoic Global Cooling: Evidence From n-alkane Distributions of Paleogene Sedimentary Sequences in the Xining Basin. Chin. Sci. Bull.56, 1569–1578.
- Marcoux, J. 1977. Geological Sections of the Antalya Region: Western Taurus Excursion Geological Guide book. Izmir: VI. Colloquium on the geology of Aegean regions. Sept. 19-25, 22.
- Maucher, A. 1936. Seyitömer Linyit Havzasının Raporu (Rapor No: 108). Ankara: MTA.
- Merril, R.K. 1991. Source and Migration Processes ve Evaluation Techniques USA: Oklahoma.
- Metrotra, K.L., Pangtey, K.S., Lal, N., Parakash, S., Samanta, U., Gupta, P.K., Misra, C.S. ve Makar, P.S., 1987. Source Rock Potential of Sediments of Mahandi, India. In Petroleum Geochemistry and Exploration in The Afro-Asian Region, (Kumar Vd., Eds.) Balkema, Rotterdam.
- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A. ve Kruge, M.A. 1995. "Organic Facies and Maturation of Jurassic/Cretaceous Rocks, and Possible Oil-Source Rock Corelation Based on Pyrolysis of Asphaltenes, Scotion Basin, Canada ", Organic Geochemistry, 22, 85-104.
- Özçelik, O., 2002. "Beypazarı (Ankara) Kuzeyinde Miyosen Yaşlı Bitümlü Birimlerin Organik Jeokimyasal Özellikleri", TJB, 45, 1-17.
- Özgül, N., 1976. "Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri", T.J.K. Bült. 19, 65- 78.
- Pekmezçiler, S., 1953. Seyitömer Linyit Havzası Hakkında Rapor (Rapor No: 2025). Ankara: MTA.
- Peters, K.E. and Simoneit, B.R.T., 1982. Rock-Eval Pyrolysis of Quaternary Sediments From Leg 64, Sites 479 and 480, Gulf Of California. Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, 64, 925-931.
- Peters, K.E., 1986. Guidelines For Evaluating Petroleum Source Rocks Using Programmed Pyrolysis The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 70, 329.
- Peters, K.E. ve Moldowan, J.M., 1991. Effects of Source, Thermal maturity, and Biodegradation on the Distribution and Isomerization of Homohopanes in Petroleum. Org. Geochem. 17, 47–61.

- Peters, K.E. ve Moldowan, J.M., 1993. The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments. Englewood Cliffs, N.J.:Prentice-Hall
- Peters, K.E., Walters, C.C. ve Moldowan, J.M., 2005. The Biomarker Guide: Biomarkers and Isotopes in Petroleum Exploration and Earth History. Cambridge University Press
- Poisson, A., 1977. Geology of Western Taurides (Turkey) (Ph.D Thesis). France: Univ. Paris-Sud Orsay, 795pp. (unpublished)
- Querol, X., Alastuey, A., Plana, F., LopezS.A., Tuncali, E., Toprak, S., Ocakoğlu, F. ve Koker, A. 1999. Coal Geology and Coal Quality of the Miocene Mugla Basin, Southwestern Anatolia, Turkey, International Journal of Coal Geology, 41, 311-332.
- Sonel, N., Sarı, A., Coşkun, B. ve Tozlu, E. 1989. "Importance of Ekinveren fault in oil exploration in the Boyabat (Sinop) basin", Geological Bulletin of Turkey, 32, 39-49.
- Sun, S. ve Karaca, K. 2000. Muğla, Milas, Hüsamlar ve Ekizköy Linyit Çökellerinin Jeofiziksel, Jeolojik ve Rezerv Hesaplama Raporu (Rapor No: 10445) . Ankara: MTA.
- Şenel, M., Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C. 1984. Discussion on the Antalya Nappes: (edt.), Ankara: Geology of Taurus Belt, Int. Sym.,41-52
- Şenel, M. 1986. Tahtalıdağ (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroglu, M., Bilgin, A.Z., Uğuz, M. F., Korucu, M. ve Özgül, N. 1992. Eğridir-Yenişar Bademli-Gebiz ve Geriş-Köprülü (Isparta-Antalya) Arasında Kalan Alanların Jeolojisi (Rapor No: 9390). Ankara: MTA.
- Şenel, M., Serdaroğlu, M., Kengil, R., Ünverdi, M. ve Gözler, M.Z. 1981. "Teke Torosları Güneydoğusunun Jeolojisi", MTA Dergisi, 95-96, 13-43.
- Şenel, M., 1986. Alakırçay Grubu, Kumluca Zonunun Litostratigrafi Özellikleri ve Yaşı, MTA Derg., 103-104, 151-153.
- Şenel, M., 1997. Antalya-L11 bölgesi 1/100.000 ölçekli Jeoloji Haritası. Ankara: MTA
- Şenel, M., Bilgin.Z. ve Selçuk.H., 1989. Çameli Denizli Yeşilova Burdur Elmalı Antalya ve Dolayının Jeolojisi (Rapor: 9429). Ankara: MTA.

- Şener, M. ve Şengüler, İ. 1992. Seyitömer Bitümlü Marnlarının Jeolojisi, Kullanım Olanakları ve Akışkan Yatakta Yakma Test Sonuçları (Rapor No: 9441)..Ankara: MTA.
- Şener, M., Şengüler, İ. ve Kök, M.V., 1994. "Geological Consideration for the Economic Evaluation of Oil Shale Deposits in Turkey." *Fuel*, 74, 7, 999-1003
- Şener, M., ve Şengüler, İ., 1991. Beypazarı Bitümlü Marnlarının Jeolojisi ve Ekonomik Kullanım Alanları (Rapor No: 9202). Ankara: MTA.
- Şengüler, İ., İpeksever, M. ve Sümer, A., 1982. Seyitömer (Kütahya) Bitümlü Marn Sahasının Jeolojisi ve Ekonomik Olanakları (Rapor No: 7324). Ankara: MTA.
- Tissot, B.P. ve Welte, D.H., 1984. *Petroleum Formation and Occurrence*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York, Tokyo.
- Waples, D.W. 1985. *Geochemistry in Petroleum Exploration*. USA: Boston.
- Whateley M.K.G. ve Tuncali E., 1995. "Quality variations in the high-sulphur lignite of the Neogene Beypazarı Basin, Central Anatolia, Turkey" *Int. J. Coal Geol.*, 27, 131–153
- Whateley, M.K.G., Querol, X., Fernandez-Turiel, J.L. ve Tuncalı, E. 1996. "Zeolites in Tertiary Coal from the Çayırhan Mine, Beypazarı, Turkey". *Mineralium Deposita*, 31, 529-538,
- Wang, C., 2007. Anomalous Hopane Distributions at the Permian-Triassic Boundary, Meishan, China-Evidence for the end-Permian Marine Ecosystem Collapse. *Org. Geochem.*, 38, 52–66.
- Xie, S., Nott, C.J., Avsejs, L.A., Maddy, D., Chambers, F. ve Evershed, R.P., 2004. Molecular and Isotopic Stratigraphy in an Ombrotrophic Mire for Palaeoclimate Reconstruction. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68, 2849–2862.
- Yalçın, H., Karayığit, İ.A., Cicioğlu, E., ve Gümüşer, G. 1997. Eosen Yaşlı Sorgun (Yozgat) Kömür Havzasının Kil Mineralojisi ve Tüm Kayaç Jeokimyası Arasındaki İlişkiler, Kütahya: DPÜ VIII. Ulusal Kil Semp.
- Yamamoto, S., Kawamura, K., Seki, O., Meyers, P.A., Zheng, Y., Zhou, W., 2010. Environmental Influences Over the last 16 ka on Compound-Specific $\delta^{13}C$ Variations of Leaf Wax n-alkanes in the Hani Peat Deposit from Northeast China. *Chem. Geol.*, 277, 261–268.
- Yavuz, N., 1999. Seyitömer (Kütahya) Kömürlerinin Palinostratigrafisi ve Kömür Petrografisi, Doktora Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Yurtsever, T.Ş. 2003. Antalya Napları Kretase yaşlı birimlerinin (Batı Toroslar/Türkiye) hidrokarbon kaynak kaya potansiyelinin incelenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yurtsever, T.Ş. 1996. Sarıveliler Güneybatısındaki (Karaman) Aladağ Birliği'ne Ait Permiyen ve Alt Triyas yaşlı Birimlerin Hidrokarbon Kaynak Kaya Potansiyellerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yurtsever, T.Ş., Tekin, U.K. ve Demirel, İ.H. 2003. "First Evidence of the Cenomanian/Turonian Boundary Event (CTBE) in the Alakırçay Nappe of the Antalya Nappes, Southwest Turkey Cretaceous Research", Cretaceous Res, 24/1, 41-53.
- Yücelay, A., 1970. Muğla İli Yatağan-Eskihisar Civarındaki Sahanın Jeolojik Etüdü Hakkında Rapor (Rapor No:4436). Ankara: MTA
- Zheng, Y., Zhou, W., Meyers, P.A. ve Xie, S., 2007. Lipid Biomarkers in the Zoigê-Hongyuan Peat Deposit: Indicators of Holocene Climate Changes in West China. Org. Geochem. 38, 1927–1940.
- Zhou, W., Xie, S., Meyers, P.A. ve Zheng, Y., 2005. Reconstruction of Late Glacial Holocene Climate Evolution in Southern China from Geolipids and Polen in the Dingnan Peat Sequence. Org. Geochem., 36, 1272–1284.
- Zhou, W., Zheng, Y., Meyers, P.A., Jull, A.J.T. ve Xie, S., 2010. Postglacial Climate-Change Record in Biomarker Lipid Compositions of the Hani Peat Sequence, Northeastern China. Earth Planet. Sci. Lett., 294, 37–46.
- Ziegler, J., 1936. Kütahya Linyit Havzası Seyitömer Kenar Mıntıkası Jeolojik Tetkikatı Hakkında Rapor (Rapor No: 110). Ankara: MTA.

ÖZGEÇMİŞ

Hazar VARDALOĞLU, 31.08.1990 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Trabzon'da tamamladı. 2008 yılında başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nü dört yılda derece ile bitirdi. 2012 yılının Haziran ayında Jeoloji Mühendisi ünvanını alan yazar aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Medeni durmu evli olan yazar, "Denizel, Gölsel Kaynak Kayalar ve Kömürlerin, Organik Jeokimyasal Özellikleri ve n-Alkan Sistematiği: Seçili Sahalara Uygulanması" başlıklı yüksek lisans tezi ile yüksek lisans programını tamamlayarak yüksek mühendis ünvanını almaya hak kazanmıştır.