

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ALPAGUT-DODURGA(ÇORUM) YÖRESİ BITÜMLÜ ŞEYL İSTİFİNİN ORGANİK  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE ÇÖKELME ORTAMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeoloji Müh. Tattimbyek KHOİTİYN**

**KASIM - 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

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
Tattimbyek KHOİTİYN Tarafından Hazırlanan

ALPAGUT-DODURGA(ÇORUM) YÖRESİ BİTÜMLÜ ŞEYL İSTİFİNİN ORGANİK  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE ÇÖKELME ORTAMI




başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 01 / 11 / 2016 gün ve 1674 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Üye : Prof. Dr. Orhan ÖZÇELİK

Üye : Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY

  
.....  
  
.....  
  
.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Alpagut-Dodurga yöresi bitümlü şeyl istifinin organik jeokimyasal özellikleri ve çökeltme ortamının incelenmesini amaçlayan bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Danışmanlığımı kabul ederek, tez çalışmamı yönlendiren sayın hocam Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Engin bilgi ve birikimlerinden yararlandığım saygıdeğer hocalarım; Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY'a, Yrd. Doç. Dr. Fatma HOŞ ÇEBİ'ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan Arş. Gör. Mert Samet ERDOĞAN ve stajyer öğrenci Volkan Bulut'a teşekkür ederim. Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan başta Jeoloji Müh. Hazar VARDALOĞLU ve Jeoloji Müh. Rasim BAŞER ve Bölüm Başkanı Prof. Dr. Cüneyt Şen olmak üzere Jeoloji bölümündeki herkese teşekkür ederim.

Ayrıca Türkiye'de Yüksek lisans eğitim görme imkanını sağlayan T.C Yurt Dışı Türkler ve Akrabalar Topluluğu Başkanlığına ve Trabzon Eğitim ve Kültür Vakfı'na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca uzakta olmalarına rağmen maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Tattimbyek KHOİTIYN

Trabzon, 2016

## **TEZ ETİK BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Alpagut-Dodurga(Çorum) Yöresi Bitümlü Şeyl İstifinin Organik Jeokimyasal Özellikleri ve Çökelme Ortamı” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ’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.  
18/11/2016

Tattimbyek KHOİTİYN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Coğrafik Konum .....	1
1.3. Önceki Çalışmalar .....	2
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Materyal ve Yöntem .....	4
2.1.1. Arazi Çalışmaları .....	4
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları .....	4
2.1.2.1. Piroliz (Rock-Eval)/TOK Analizleri.....	5
2.1.2.2. Özütleme (Ekstraksiyon) Analizi .....	5
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	6
3. BULGULAR.....	8
3.1. Stratigrafi .....	8
3.1.1. Eosen.....	8
3.1.1.1. Volkanik Kayaçlar .....	8
3.1.2. Miyosen .....	11
3.1.2.1. Bitümlü Şeyller .....	12
3.1.3. Plio-Kuvaterner .....	17
3.1.4. Kuvaterner .....	17
3.2. Organik Jeokimya.....	17
3.2.1. Giriş .....	17

3.2.2.	Toplam Organik Karbon (TOK) ve Piroliz(Rock-Eval) Analizleri.....	18
3.2.2.1.	Organik Madde Miktarı .....	20
3.2.2.2.	Organik Madde Tipi .....	21
3.2.2.3.	Organik Madde Olgunluğu .....	22
3.2.2.4.	Hidrokarbon Potansiyeli .....	23
3.2.3.	Özüt (Bitüm) Analizleri.....	23
3.2.3.1.	Gaz Kromatografi (GC) Analizi .....	23
3.2.3.1.1.	n-alkan Dağılımları .....	24
3.2.3.1.2.	Pristan/Fitan .....	24
3.2.3.1.3.	İzopirenoit/n-alkan Oranları .....	24
3.2.3.1.4.	CPI İndeksi .....	24
3.2.4.	Alpagut-Dodurga(Çorum) Yöresi Bitümlü Şeyl İstifinin Organik Jeokimyasal Özellikleri .....	25
3.2.4.1.	Piroliz (Rock-Eval) Analizi .....	25
3.2.4.2.	Toplam Organik Karbon Miktarı (%TOK).....	25
3.2.4.3.	Organik Madde Tipi .....	29
3.2.4.4.	Organik Madde Olgunluğu .....	31
3.2.4.5.	Hidrokarbon Potansiyeli .....	32
3.2.4.6.	n-Alkanlar ve İzopirenoitler.....	33
4.	SONUÇLAR.....	37
5.	KAYNAKLAR .....	38

## ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ALPAGUT-DODURGA(ÇORUM) YÖRESİ BITÜMLÜ ŞEYL İSTİFİNİN ORGANİK  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE ÇÖKELME ORTAMI

Tattimbyek KHOİTİYN

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ  
2016, 39 Sayfa

Bu çalışmada Çorum ilinin 45 km kuzeybatısında yer alan Dodurga ilçesinin Alpagut köyünde mevcut olan Miyosen yaşlı bitümlü şeyl istifinin organik jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Alpagut-Dodurga bitümlü şeylleri oldukça yüksek TOK değerine (ortalama % 7,93) sahiptir. Piroliz/TOK analiz sonuçlarına göre Alpagut-Dodurga bitümlü şeylleri baskın olarak Tip I, çok az oranda da Tip II kerojen içermektedir.  $T_{max}$  değerler (ortalama 430°C), sahaya ait bitümlü şeyllerin olgunlaşmadığını ve herhangi bir petrol türümü gerçekleştirmediğini göstermektedir.

Alpagut-Dodurga bitümlü şeylllerinin GC analizi sonucunda elde edilen gaz kromatogramlarında  $nC_{10}$ - $nC_{35}$  aralığında n-alkanlar kaydedilmiştir. Bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramlarının CPI hesaplanmış olup, CPI değerinin 1'den büyük olması bitümlü şeyllerin olgunlaşmadığını desteklemektedir. Ortamın çökeleme koşulları hakkında bilgi veren Pr/Ph değerlerinin 1'den küçük değerde olması, Alpagut-Dodurga bitümlü şeylllerinin anoksik bir ortamda çökeldiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitümlü Şeyl, Piroliz, GC, n-alkan, TOK, Kerojen, Olgunluk.

Master Thesis

ABSTRACT

ORGANIC GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND DEPOSITIONAL  
ENVIRONMENT OF OIL SHALE SEQUENCE IN THE ALPAGUT-DODURGA  
AREA, ÇORUM/TURKEY

Tattimbyek KHOİTIYN

Karadeniz Technical University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Geological Engineering  
Advisor: Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ  
2016, 39 Pages

The organic geochemical characteristics of the Miocene aged oil shale, located in Alpagut Village of Dodurga town at the 45<sup>th</sup> km North-West of Çorum city, was investigated in this study.

TOC values of Alpagut-Dodurga oil shale are high (7.93 %wt. in average). According to the results of Pyrolysis/TOC analysis, Alpagut-Dodurga oil shale include predominantly Type I and very little Type II kerogen contents. T<sub>max</sub> values (430° in average) indicate that the oil shale are immature and Alpagut-Dodurga oil shale was not generated any hydrocarbon.

The gas chromatograms, obtained after GC analysis of Alpagut-Dodurga oil shale, n-alkanes were recorded between nC<sub>10</sub> and nC<sub>35</sub>. The CPI values (higher than 1) of gas chromatograms of oil shale samples were calculated supports immature characteristic for the oil shale. The lower values of Pr/Ph ratio for oil shale samples (in the range of x-y) indicated that Alpagut-Dodurga oil shale was deposited at anoxic depositional environment.

**Key Words:** Oil Shale, Pyrolysis, GC, n-alkane, TOC, kerogen, Maturation

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma alanının yer buldu haritası .....	2
Şekil 2. Alpagut-Dodurga yöresinin jeolojik haritası (Taka vd., 1992) çalışmasından sadeleştirilerek çizilmiştir .....	9
Şekil 3. Alpagut-Dodurga yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit Taka vd, (1992) çalışmasından yararlanılarak çizilmiştir. ....	10
Şekil 4. Alpagut-Dodurga açık ocağının kuzey doğusundan genel görünümü .....	11
Şekil 5. Alpagut-Dodurga kömür yatağındaki bitümlü şeyl istifinin arazideki görünümü .....	13
Şekil 6. Alpagut-Dodurga kömür yatağındaki yapraklı yapıya sahip bitümlü şeyller ..	13
Şekil 7. Alpagut kömür sahasında yer alan bitümlü şeyl istifine ait ölçülü stratigrafik kesit ve seçilen örnekler.....	16
Şekil 8. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerine ait TOK değerlerinin örnek sayısına (%) göre dağılım grafiği (n: Örnek sayısı) .....	26
Şekil 9. S <sub>2</sub> -TOK kaynak kaya sınıflama grafiğinde (Dembicki., 2009) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı.....	29
Şekil 10. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerin, (Langford ve Blanc-Valleron, 1990) S <sub>2</sub> -TOK diyagramındaki dağılımı.....	30
Şekil 11. a) Hİ-Oİ kerojen sınıflama grafiğinde (Espitalie vd, 1977) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı.....	31
b) Hİ-T <sub>max</sub> kerojen sınıflama grafiğinde (Mukhopadyay vd., 1995) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı .....	31
Şekil 12. Hİ-TOK kaynak kaya sınıflama grafiği (Jackson., 1985) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin bu grafikteki dağılımı .....	32
Şekil 13. Pristan/nC <sub>17</sub> , fitan/nC <sub>18</sub> kerojen sınıflama diyagramında bitümlü şeyllerin.....	33
dağılımı (Shanmugam, 1985). ....	33
Şekil 14. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-2) ait doymun fraksiyonlarının..	35
gaz kromatogramı .....	35
Şekil 15. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-47) ait doymun fraksiyonlarının	35
gaz kromatogramı .....	35
Şekil 16. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-2) ait prekans dağılımı .....	36
Şekil 17. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-47) ait prekans dağılımı .....	36

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Jones'e (1984) göre Hİ sınır değerlerine karşılık kerojen tipleri.....	18
Tablo 2. Merrill'e (1991) göre Oksijen İndeksi değerlerinin organik madde türü ve olgunluğunu gösteren sınıflama.....	19
Tablo 3. Merrill'e (1991) göre Üretim İndeksi değerlerinin kaynak kaya olgunluğu arasındaki ilişki.....	19
Tablo 4. Clementz vd. (1979) tarafından S <sub>2</sub> /S <sub>3</sub> oranının kerojen tipini gösterdiği sınıflama.....	20
Tablo 5. Espitalie'ye (1977) göre Potansiyel ürünü (S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> ) kaynak kaya potansiyelini gösteren sınıflaması.....	20
Tablo 6. Toplam organik karbon değerine göre kaynak kaya sınıflaması.....	21
Tablo 7. Espitalie'ye (1985) göre T <sub>max</sub> sınır değerleri.....	22
Tablo 8. Merrill'e (1991) göre Hidrojen İndeksi değerlerinin kaynak kaya potansiyelini gösteren sınıflama.....	23
Tablo 9. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin piroliz analiz sonuçları.....	27
Tablo 10. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllere ait AD-2, AD-47 nolu örneklerden elde edilen özütün gaz kromatogramından hesaplanan parametreler.....	34

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AD : Alpagut-Dodurga

ASE : Accelerated Solvent Extraction

CPI : Karbon Tercih İndeksi

CS<sub>2</sub> : Karbon Sülfür

DSİ : Devlet Su İşleri

GC : Gaz kromatografisi

HI : Hidrojen İndeksi

IFP : Institut Francais du Petrole

KTÜ : Karadeniz Teknik Üniversitesi

MTA : Maden Tetkik ve Genel Müdürlüğü

Oİ : Oksijen İndeksi

Ph : Fitan

Pr : Pristan

PÜ : Potansiyel Ürün

RE-6 : Rock Eval-6

S<sub>1</sub> : Kayaç içerisindeki serbesti hidrokarbon miktarı

S<sub>2</sub> : Kerojenin piroliz sonrasında ısıl parçalanması ile açığa çıkan hidrokarbon

S<sub>3</sub> : Kerojenin piroliz sonrasında ısıl parçalanması ile açığa çıkan CO<sub>2</sub> miktarı

TKİ : Türkiye Kömür İşletmeleri

T<sub>max</sub> : S<sub>2</sub> pikinin maksimum olduğu zamanki sıcaklık değeri

TOK : Toplam Organik Karbon

TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

Üİ : Üretim İndeksi

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Bu çalışmada Çorum ili, Dodurga ilçesinin Alpagut köyünde yer alan Miyosen yaşlı bitümlü şeyl istifinin organik jeokimyasal özellikleri tespit edilerek, organik madde miktarı, organik madde tipi, organik madde olgunluğu, hidrokarbon potansiyeli, çökeltme ortamlarının yorumlanması amaçlanmıştır.

### **1.2. Coğrafik Konum**

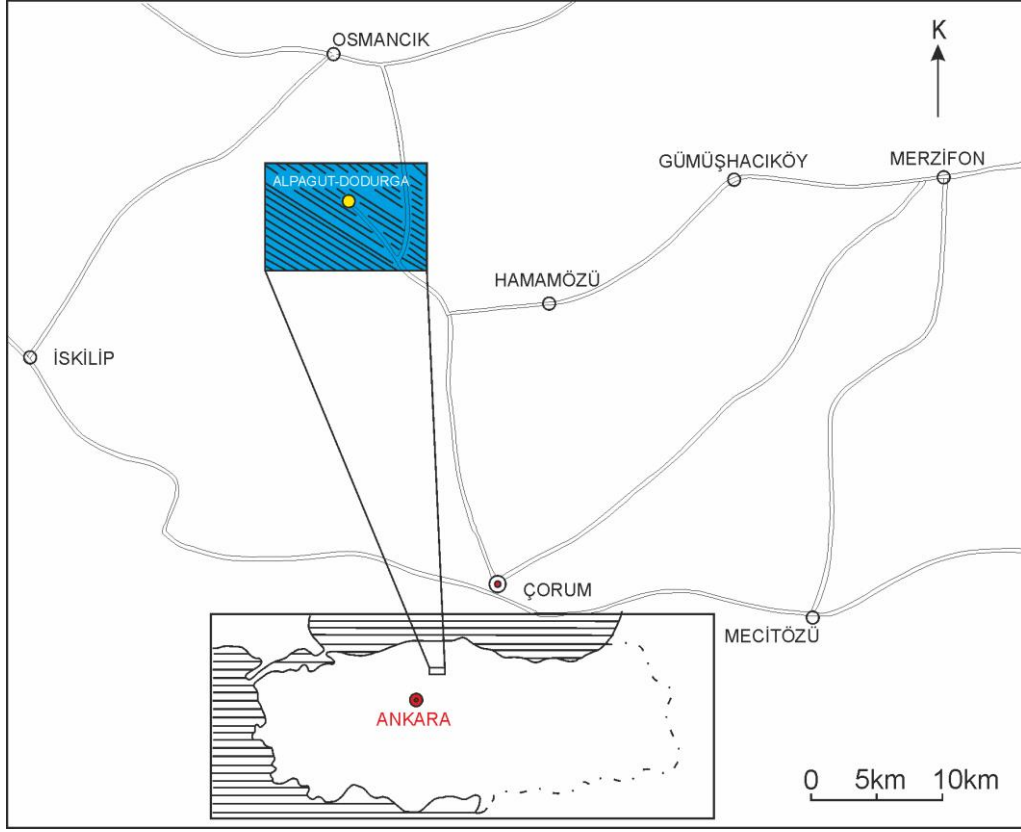
Alpagut-Dodurga sahası Çorum'un 45 km kuzeybatısında Kızılırmak boyunca yer alan Neojen havzası içinde yer alır. Çalışma alanı ise Alpagut köyünün Kömür sahasında yer almaktadır (Şekil 1).

Morfoloji: Yöre dağlıktır. Sahanın doğu ve kuzeyinde kalan bölümde, az eğimle yükselmekte, buna karşılık güney ve batıda eğimler arıtmaktadır. İnceleme alanındaki önemli zirveler arasında Kepir Tepe, Mantarlık Tepe, Uzunsivri tepe, Çamlık tepe, Kale Tepe, Asar Tepeleri vardır. Sahanın doğusundan geçen Kızılırmak nehri havzayı güneyden kuzeye doğru katetmektedir. Buna karışan önemli çaylar ise Alpagut çayı, Arkit çayı ve Havya çayıdır. Ayrıca çalışma alanına dağılmış bir çok dere ve kaynak mevcuttur.

Bitki Örtüsü: Bölge genellikle dağlık olduğundan yüksek kesimler ormanlarla kaplıdır. Orman olmayan kesimlerde meyve bahçeleri ve buğday tarlaları mevcuttur. Ayrıca kızılırmak vadisinde çeltik ve sebze ekimi yapılmaktadır.

İklim: Çalışılan Karadeniz ve İç Anadolu bölgesi özelliklerini gösterir.

Ulaşım: Çalışma alanındaki tüm köylere kadar stabilize yol vardır. Ayrıca Çorum ve Osmancık'a asfalt yollarla bağlı olup Çorum'a 45 km, Osmancık'a 28 km mesafededir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer buldu haritası

### 1.3. Önceki Çalışmalar

Çorum- Dodurga-Alpagut havzasında kömür jeolojisine yönelik yapılmış çalışmalar eski tarihlidir. MTA, TKİ ve DSİ tarafından farklı tarihlerde linyit amaçlı jeolojik etüd ve sondaj çalışmaları yapılmıştır.

MTA'nın çalışmaları 1947-1989 yılları arasındadır. Bu tarihler arasında 71 adet sondajın yanı sıra 1/25000, 1/10000 ve 1/5000 ölçekli jeolojik haritaları'da yapılmıştır. TKİ ve DSİ tarafından 1981 yılında başlayan çalışmalarda toplam 72 adet sondaj yapılmıştır.

Havzadaki çalışmalar çeşitli kişiler tarafından farklı tarihlerde yapılmıştır. Bu çalışmaların önemlileri şunlardır:

Blumenthal (1938), İskilip, Osmancık, Tosya arasındaki yörenin linyitleri hakkında çalışmalar yapmıştır.

Kıpçak (1947), Çorum-Dodurga linyitlerinin jeolojik etüdünü yapmıştır.

Turnovsky (1964), Dodurga linyitlerinin mikropaleontolojik bir çalışmasını yapmıştır.

Bender (1955), Dodurga-Alpagut linyit zuhurlarının güney ve güney-doğusunda linyit olanaklarını araştırmıştır.

Pekmezçiler (1957), Çorum-Dodurga linyitlerine ait bir fen raporu yazmıştır.

Wedding (1966), Alpagut-Dodurga sahasındaki kömür zuhurlarının yeni etüdlere hakkında çalışma yapmıştır.

Sahada 1988 yılında MTA ile TKİ arasındaki sözleşme uyarınca 4 adet toplam 1230,80 metrelik sondaj yapılmış olup; 1989 yılında ise sahanın 1/10.000'lik detay jeolojik harita çalışması ile 29 adet toplam 10300 metre sondaj yapılmıştır. Linyit amaçlı yapılan bu sondajlardan farklı kalınlıklarda bitümlü şeyl katmanları kesilmiştir.

Taka vd (1992), yapmış oldukları çalışmada Dodurga yöresinde bitümlü şeyllerin jeolojik özelliklerini araştırmışlardır.

MTA (1992), Genel müdürlüğü Enerji Hammadde Etüd ve Arama Dairesi tarafından Çorum-Dodurga-Alpagut havzasında yapılan çalışmalar sonucunda; yaklaşık 200 km<sup>2</sup> lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve 400 metre kesit ölçülmüştür ve ısı değerleri, kül, nem ve bitümlü yüzeydeleri ile elementer analizleri yapılmıştır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada Alpagut kömür sahasında mevcut olan Miyosen yaşlı bitümlü şeyl istifinin organik jeokimyasal özellikleri ile çökelme ortamı ve çökelim koşulları incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmalar, arazi, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### **2.1.1. Arazi Çalışmaları**

Arazi çalışmalarında sahadaki bitümlü şeyl istifinin jeolojik özellikleri tespit edilerek, ölçülü stratigrafik kesiti çıkarılmış ve sistematik örnekler alınmış ve fotoğraf çekimi yapılmıştır (Şekil 4). Araştırmanın materyalini çalışma alanında, bitümlü şeyl istifinin üzerinde yapılan 1 adet ölçülü stratigrafik kesit boyunca alınan örnekler oluşturmaktadır. 141 metre kalınlığına ulaşan istiftten bitümlü şeyllerin özelliklerine göre toplam 55 adet örnek alınmıştır.

#### **2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları**

Çalışma alanından alınan örnekler KTÜ Jeoloji Mühendisliği Örnek Hazırlama Laboratuvarı'nda öğütülmüş ve 20 gr'lık numuneler halinde hazırlanmıştır. Organik jeokimyasal analizler ise Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. TPAO Araştırma Laboratuvarında Piroliz analizi (Rock-Eval) Özütleme (ekstraksiyon) analizi, kolon kromatografi analizi, gaz kromatografi (GC) analizleri yapılmıştır.

### 2.1.2.1. Piroliz (Rock-Eval)/TOK Analizleri

Bu çalışmanın piroliz analizi Rock Eval-6 (RE-6) cihazında IFP 160000 (Institut Francais du Petrole) standardı kullanılarak yapılmıştır. Cihazın çalışma prensibine göre, analiz iki kısımda gerçekleştirilmektedir. İlk kısım piroliz kısmı olup, 100 mg öğütülmüş örnek oksijensiz bir ortamda helyum gazı atmosferinde belirli bir sıcaklık programı uygulanarak 550 °C'ye kadar ısıtılır. 90°C'de S<sub>1</sub> piki ile kaya içindeki serbest hidrokarbonlar, 300-550 °C arasında ise S<sub>2</sub> piki ile kerojenin parçalanmasında ortaya çıkan hidrokarbon oluşur. Oluşan bu hidrokarbonlar Alev İyonlaştırma Dedektörü ile ölçülür.

### 2.1.2.2. Özütleme (Ekstraksiyon) Analizi

Bu analiz metodunda öğütülerek toz haline getirilen örnekler tartılarak özel ekstraksiyon krozelerine konular. Krozeler daha sonra, soksilet ekstraksiyon düzeneğine yerleştirilir. Diklorometan çözücüsü yardımıyla belirli bir ekstraksiyon zaman süresince örnek içerisindeki bitümlü çözücü içerisinde toplanır. Daha sonra azot gazı ile uçurularak, kayaktan özütlenen bitüm elde edilir.

### 2.1.2.3. Gaz Kromatografi Analizi

Bitümlü şeyllerden elde edilen tüm özütlerin gaz kromatografi Agilent 6850 GC cihazında yapılmıştır. Örnekler önce ASE (Accelerated Solvent Extraction) analizi yapılmış, daha sonra ASE analizinden elde ekstrakt ile gaz kromatografisi analizi yapılmıştır. Örnekler CS<sub>2</sub> (karbon sülfür) ile seyreltilerek analiz edilmiştir.

Bir gaz kromatografi cihazı üç ana bölümden oluşur

- ✓ Enjeksiyon bölümü
- ✓ Kolon
- ✓ Dedektör

Belirli bir konsantrasyonda hazırlanan örnekler, cihaza bir enjektörle enjeksiyon bölümünden verilir. Gaz kromatografilerde yapılacak analiz yöntemindeki amaca uygun olmak üzere çeşitli kolon tipleri vardır. Petrol analizlerinde fused silica dolgu maddesiyle kaplı kapiler kolonlar kullanılır. Kolon kısmı gaz kromatografilerin önemli bir

bölümündür. Çünkü verilen petrol ve bitüm örnekleri içerisindeki bileşiklerin ayrışması kolon içinde olur. Kolona uygulanan sıcaklık programı kolona verilen örnek içerisindeki moleküllerin kaynama noktalarının farklı olmasından dolayı ayrılma sağlar.

Gaz kromatografi cihazlarında analizleri yapılan bileşiklere hassas çeşitli dedektör tipleri vardır. Kolon içerisinde ayrılan moleküller dedektör bölümünde ölçülerek, bilgiler sinyaller halinde bilgisayara ulaşır ve gaz kromatogramları elde edilir.

### **2.1.3. Büro Çalışmaları**

Arazi ve laboratuvardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması büro çalışmalarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, ulusal ve uluslararası çeşitli literatürün taranması, arazi çalışmasında elde edilen ölçülü stratigraf kesitlerin çizimleri, laboratuvarda yapılan çeşitli jeokimyasal analizlerden elde edilen verilerin tablo ve şekillere aktarılarak yorumlamalarının yapılması ve tez yazımını kapsamaktadır.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Stratigrafi**

İnceleme alanında en yaşlı seriyi Eosen yaşlı kayalar oluşturmakta olup üzerlerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı gölgesel birimler gelmektedir. Bu birimlerin üstünde ise uyumsuz olarak Plio-Kuvaterner yaşlı kumtaşı, silttaşı ve Kuvaterner yaşlı eski taraçalarla seki çakılları gözlenmektedir (Şekil 2 ve 3). Çalışma alanının jeolojik özellikleri; Taka vd 'den (1992) özetlenmiştir.

##### **3.1.1. Eosen**

(E<sub>1</sub>) serisi; Eosen yaşlı kayaların en alt seviyesini oluşturur. Çalışma alanının güney-güneybatısında geniş yayılım gösterir. Altta konglomera, çakıltası ile başlayan birim üste doğru kumtaşı ve silttaşı ardalanması şeklinde devam eder. Genellikle koyu gri, gri, açık gri renkli olup, kalın tabakalanma göstermektedir.

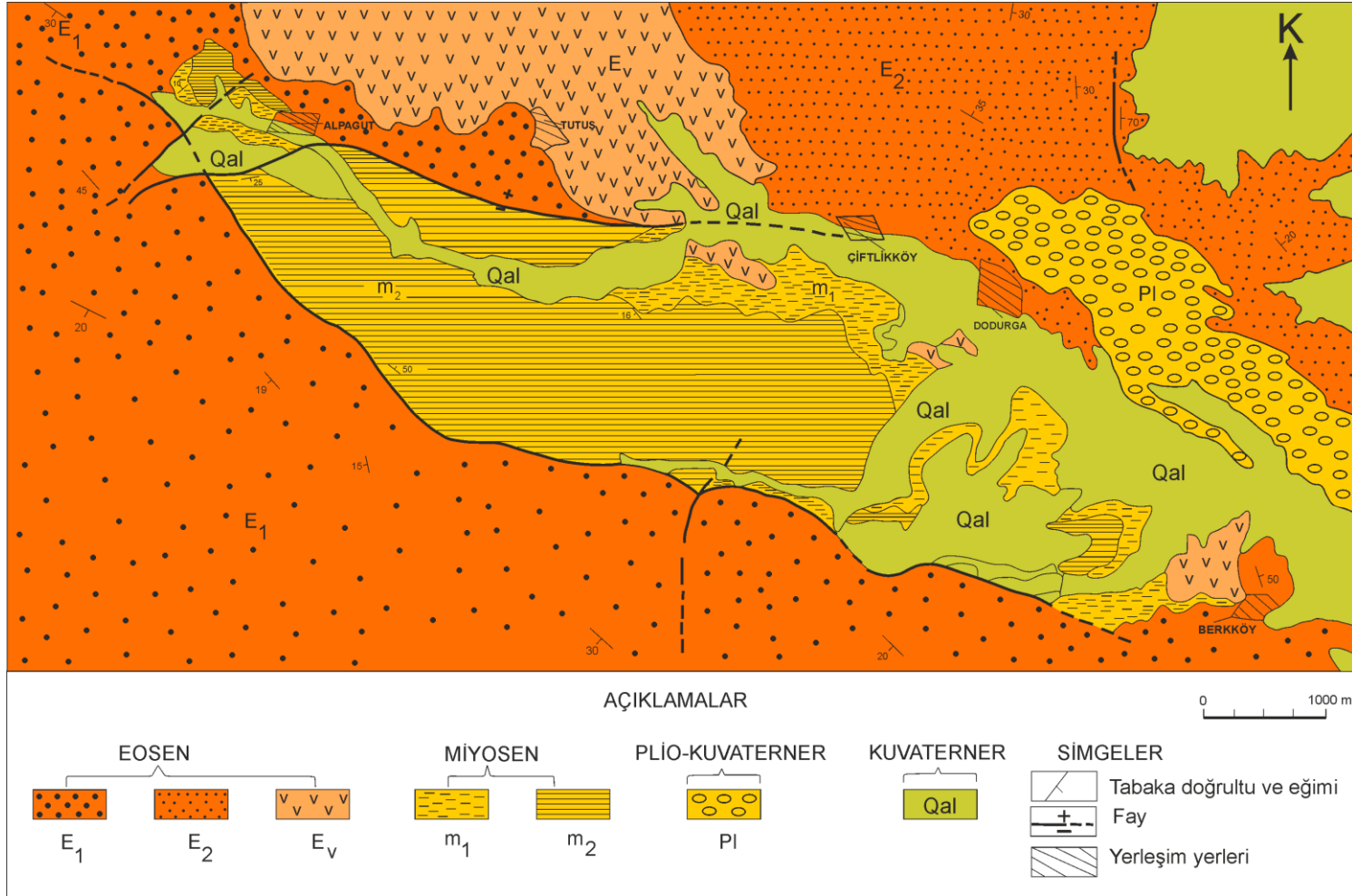
(E<sub>2</sub>) serisi; Sahanın kuzey-kuzey doğusunda yüzeyleyen fliş niteliğindeki gri, bej, açık yeşil renkli kumtaşı, silttaşı, marn, şeyl, kireçtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmuştur. Birimden alınan örneklerde Dr. Turnowsky tarafından bulunan fosiller Eosen yaşını vermektedir (Kurt, 1964).

##### **3.1.1.1. Volkanik Kayalar**

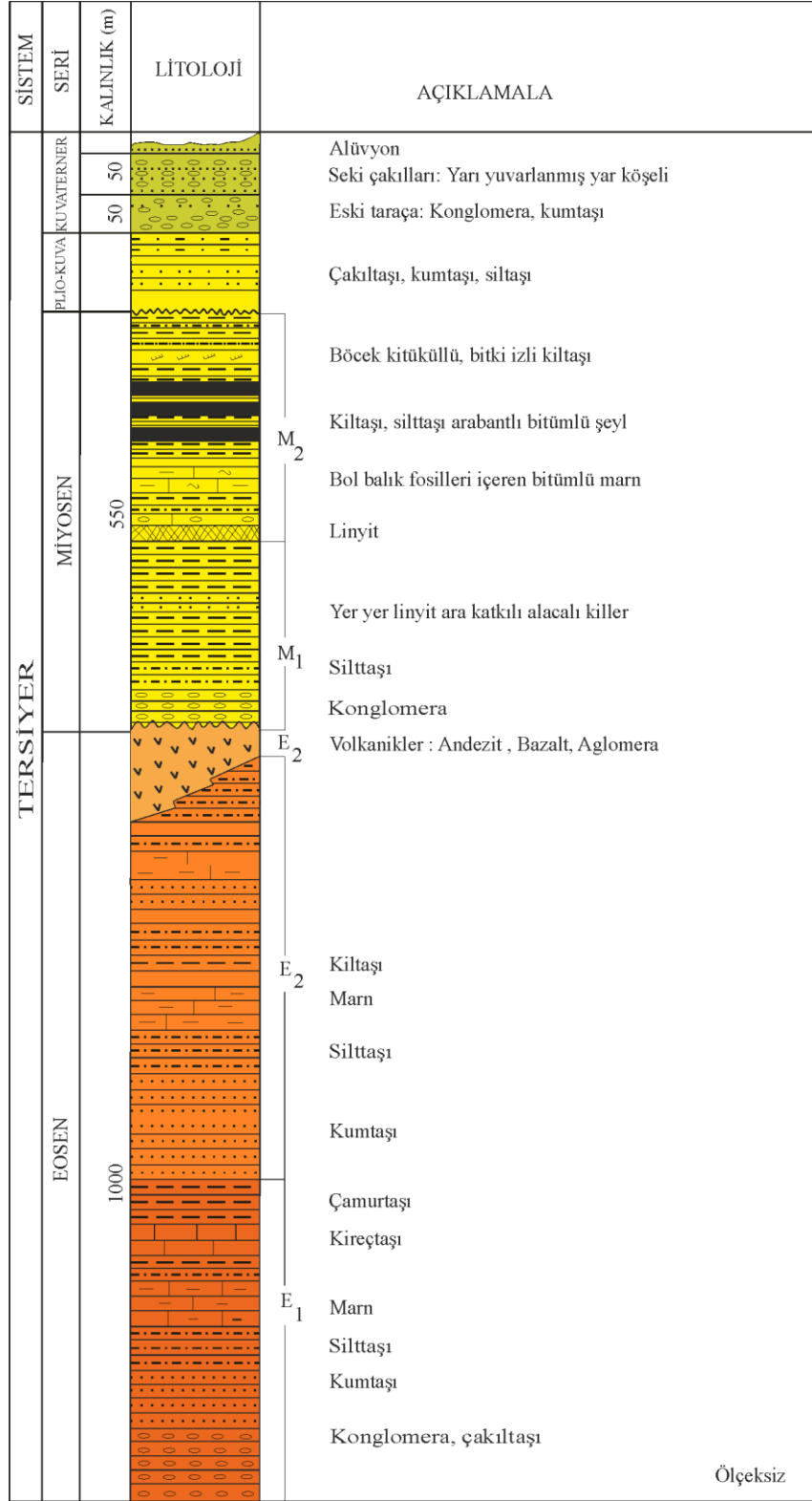
Volkanik kayalar (E<sub>v</sub>); bazalt, andezit, aglomeralardan oluşan volkanik kayalar topluluğu, sahanın kuzeyinde yer alan fliş niteliğindeki (E<sub>2</sub>) serisi üzerinde yer alır.

Taka vd (1992) tarafından yapılan petrografik analizlerde iri taneli bazalt ve hornblend andezit olarak tanımlanmıştır. Havzadaki volkanik kayaların Eosen yaşlı flişleri kesmekte olup, Miyosen yaşlı gölgesel birimleri kesmediği gözlenmiştir.

Ayrıca Miyosen'in taban seviyesi (M<sub>1</sub>) de yapılan incelemelerde bu seviyeye ait volkanik çakılların olduğu saplanmıştır. Bu gözlemler neticesinde buradaki volkanik kayaçların Eosen sonu, Miyosen öncesi zaman aralığında oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 2. Alpagut-Dodurga yöresinin jeolojik haritası (Taka vd., 1992) çalışmasından sadeleştirilerek çizilmiştir.



Şekil 3. Alpagut-Dodurga yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit Taka vd, (1992) çalışmasından yararlanılarak çizilmiştir.



Şekil 4. Alpagut-Dodurga açık ocağının kuzey doğusundan genel görünümü

### 3.1.2. Miyosen

Eosen yaşlı kayalar üzerine uyumsuz gelen gölsel birim, linyitli kesim baz alınarak, linyitlerin altında yer alan seviyeler ( $M_1$ ), linyit ve üst seviyeler ise ( $M_2$ ) olarak ayırtlanmıştır.

$M_1$  Seviyesi; Eosen yaşlı fişler ve volkanikler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. En altta taban konglomerası yer almakta olup, üzerine değişik kayalardan oluşan çakıltaşları gelmektedir. Bunların üzerinde de silttaşları yer alır. Daha üste ise kırmızı, kızıl, kahve ve açık kahve renkli killer yer alır.

Bu killer içerisinde değişik kalınlıkta ince linyit katmanları ile linyit laminaları mevcuttur ( $M_1$  de yapılan 90/51 sondajında 86,45-103,75 metreler arası linyit laminalarına, 90/52 sondajında 86,70-86,75 metre de ise linyit rastlanmıştır). Bu seviyelerin üzerinde de açık yeşil, mavimsi killer bulunmaktadır. Bu istifin kalınlığı 250 metreye ulaşmaktadır.

M<sub>2</sub> Seviyesi; M<sub>2</sub> ile simgelenenbu birim linyit seviyesi ve üzerine gelen tavan birimlerinden oluşmuştur. Tabanda linyit ile başlayan bu seviye; sahanın kuzey ve kuzeybatısında tek halinde olup güney ve güneydoğuya doğru çatallanarak birden fazla katmana ayrılır. Linyit katmanının üzerinde bol balık fosilleri içeren silttaşı ve marnlar yer almaktadır. Daha üste ise 40-70 merte arasında değişen bitümlü şeyl seviyesi yer alır.

Bu seviye homojen olmayıp yer yer kıltaşı, marn, sıttası ile arakatkılıdır. Bitümlerin üzerinde bulunan birimler ise sırasıyla böcek kitüküllü, bitki izli kıltaşları ve silttaşlarıdır. En üst seviyelerde ise silttaşı, marn ve kıltaşları bulunur.

### 3.1.2.1. Bitümlü Şeyller

İnceleme sahasında bitümlü şeyl oluşumu genellikle kıltaşı ve şeyller içinde yer almaktadır. Şeyller organik maddenin toplanması için uygun koşullara sahip oldukları gibi, organik maddenin bitüme dönüşüm sürecindeki biyokimyasal olaylarda katalizör görevi görmektedir. Bitümlü şeyllerin içerdiği "Kerojen", karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt bileşiminden oluşan, kömür ile petrol arasında yer alan karışık aromatik yapılı bir hidrokarbondur. Genellikle bitümlü şeyl kerojenlerinin optik incelemelerine göre, kerojenlerin büyük bir kısmı alg kalıntısı, kalan diğer kısmı da değişik oranlarda organik maddeden oluşmuştur.

Temel alg tipi botryococcus ve tasmanaceaedir. Botryococcus tatlı ve az tuzlu su algleri olup, Chlorophyceae familyasına ait kolonilerde gözlenir. Prekambriyen'den günümüze kadar geniş yayılım gösterir (Şengüler, Şener, 1983).

Açık ocak içindeki bitümlü şeyl istifinden örnek alırken çekilen bazı arazi fotoğraflar aşağıda Şekil 5 ve Şekil 6' da verilmiştir.



Şekil 5. Alpagut-Dodurga kömür yatağındaki bitümlü şeyl istifinin arazideki görünümü



Şekil 6. Alpagut-Dodurga kömür yatağındaki yapıraklı yapıya sahip bitümlü şeyller

Sahada bulunan bitümlü şeyller Miyosen yaşlı birim içinde yer almaktadır. Çalışma alanı kömür sahası olduğundan bitümlü şeyllerin özellikleri rahatlıkla gözlenebilmektedir. Bitümlü şeyl içeren istif homojen olmayıp yer yer kumtaşı, kireçtaşı, silttaşı, marn ile ardalanmaktadır (Şekil 7).

Sahada bitümlü şeyl içeren istifin ölçülü stratigrafik kesiti belirgin olarak yüzeyleme verdiği açık ocağın içinde ölçülmüş ve örneklendirilmiştir. İstifin kalınlığı 141 metre olarak ölçülmüş olup, kalınlığı 20 cm ile 5,5 metre arasında değişen 17 tane bitümlü şeyl bantı tespit edilmiştir (Şekil 7).

Bitümlü şeyl bantları istifin içerisinde kumtaşı, kireçtaşı, kiltası, marın arabantları içeren marn ve kiltası ardalanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 7).

Ölçülü stratigrafik kesitte alttan üste doğru ölçülen birimlerin litolojik özellikleri şöyledir:

0-15 m arası kiltası ve marn ardalanması

15-15.8 m arası bitümlü şeyl

15.8-17.8 m arası kiltası

17.8-18 m arası kireçtaşı

18-21 m arası bitümlü şeyl

21-21.5 m arası kumtaşı

21.5-22.6 m arası marn

22.6-22.7 m arası kumtaşı

22.7-24.1 m arası bitümlü şeyl

24.1-25 m arası kiltası

25-25.7 m arası marn

25.7-26.6 m arası kiltası

26.6-27.1 m arası marn

27.1-28.5 m arası bitümlü şeyl

28.5-30.2 m arası kiltası

30.2-31.6 m arası marn

31.6-33.2 m arası bitümlü şeyl

33.2-34.7 m arası kiltası

34.7-36 m arası marn

36-37.3 m arası kiltası

37.3-41 m arası bitümlü şeyl

41-45.7 m arası kiltası

45.7-48.4 m arası marn

48.4-54.4 m arası bitümlü şeyl

54.4-56.8 m arası kiltası

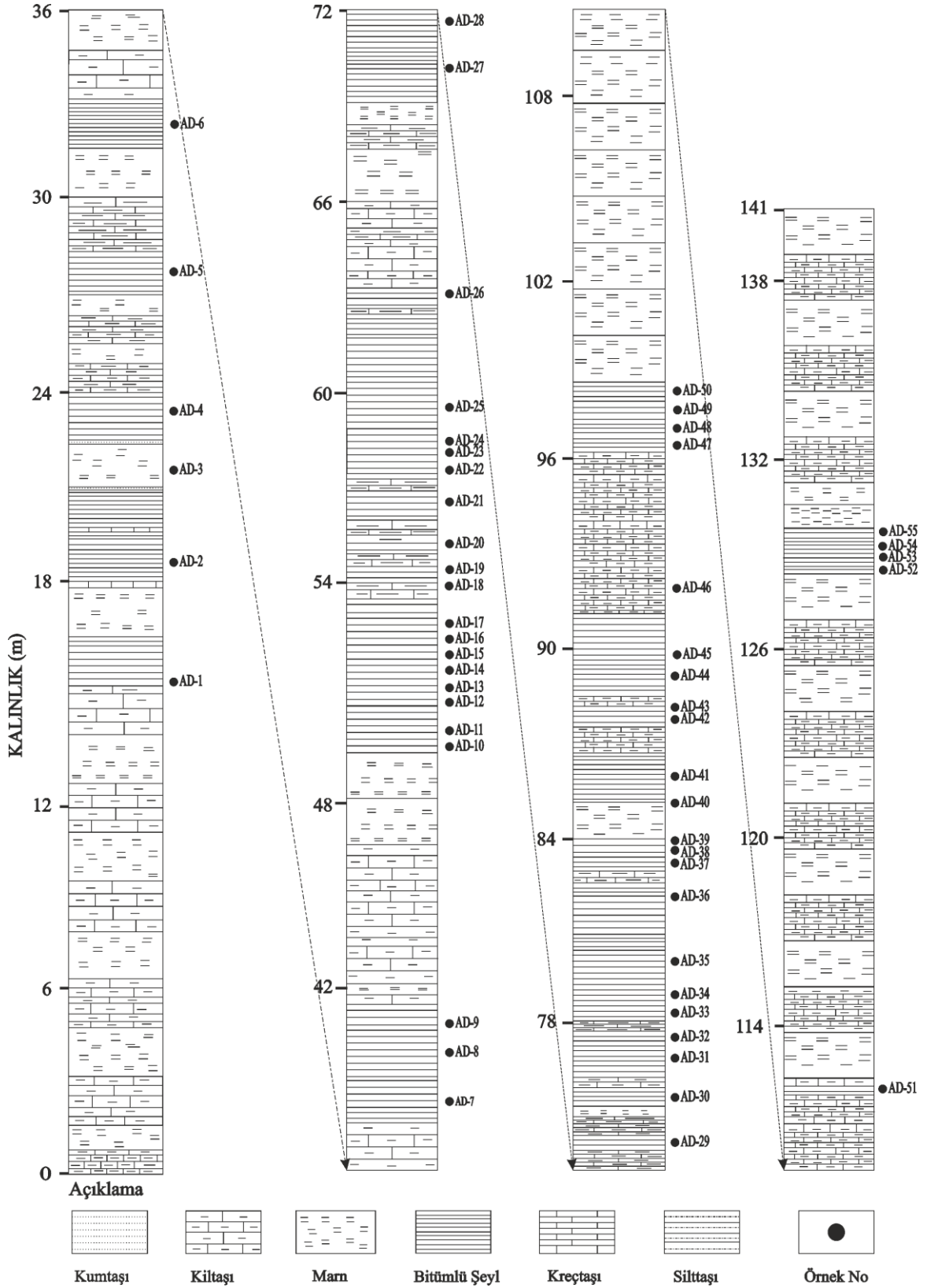
56.8-58.1 m arası bitümlü şeyl

58.1-58.5 m arası kiltası

58.5-62.7 m arası bitümlü şeyl

62.7-64.1 m arası kiltası

- 64.1-64.7 m arası bitümlü şeyl  
64.7-67.6 m arası kıltaşı  
67.6-69.3 m arası marn  
69.3-70 m arası kıltaşı  
70-73.7 m arası bitümlü şeyl  
73.7-74.3 m arası kıltaşı  
74.3-74.7 m arası bitümlü şeyl  
74.7-75.3 m arası kıltaşı  
75.3-76.6 m arası marn  
76.6-78.1 m arası bitümlü şeyl  
78.1-78.5 m arası kıltaşı  
78.5-82.8 m arası bitümlü şeyl  
82.8-83.1 m arası kıltaşı  
83.1-84.2 m arası bitümlü şeyl  
84.2-85.3 m arası marn  
85.3-86.9 m arası marn  
86.9-91 m arası bitümlü şeyl  
91-96.5 m arası kıltaşı  
96.5-98.7 m arası bitümlü şeyl  
98.7-110.5 m arası marn  
110.5-129.4 m arası kıltaşı ve marn ardalanması  
129.4-131 m arası bitümlü şeyl  
131-141 m arası kıltaşı ve marn ardalanması.



Şekil 7. Alpagut kömür sahasında yer alan bitümlü şeyl istifine ait ölçülü stratigrafik kesit ve seçilen örnekler

### **3.1.3. Plio-Kuvterner**

İncelenme alanında Kırklarınbaşı, Kemikçi sırtları dolayında yüzeylenir. Birim tabanda gevşek tutturulmuş çakıltaşları ile başlar üste doğru orta-ince taneli kumtaşları ile devam eder. Daha üstü ise sarımsı, gri, bej renkli silttaşı bulunur. Bu istifin kalınlığı 100 metreye ulaşmakta ve değişik kalınlıklarda tabakalanma gösterir. Miyosen yaşlı çökeller ve yer yer Eosen yaşlı birim üzerine uyumsuz olarak yer alır.

### **3.1.4. Kuvaterner**

Konglomera ve kumtaşı mercceklerinden oluşan taraçlar çalışma alanında Alpagut köyü güneyinde, Kepez, Aktaş sırtları civarında mostra verir. Konglomeralar polijenik olup, otra yuvarlanmış çakıl ve bloklardan oluşmuştur. Çakıllar büyük bir ihtimalle Eosen yaşlı konglomeralardan yeniden türemiştir.

Konglomeralar gevşek çimentolu olup, çakıl boyutları farklıdır. Konglomeraları oluşturan kayalar genellikle volkanik kayaç parçaları ve kumtaşı, kireçtaşı çakıllarıdır. İri taneli merceksel yapıda olan kumtaşları ise, konglomeralar arasında bulunur. Bu oluşumun kalınlığı 50 metreye ulaşmaktadır.

## **3.2. Organik Jeokimya**

### **3.2.1. Giriş**

Organik jeokimya çalışmaları kapsamında Alpagut-Dodurga (Çorum) kömür sahasında yüzeyleme veren bitümlü şeyllerin organik jeokimyasal özelliklerini tespit edilmesi, organik madde miktarı, organik madde tipi, organik madde olgunluğu ve çökme ortamı, çökme ortamının koşulları belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda sahadan ölçülü kesit almak yoluyla sistematik örneklerme yapılmış ve seçilen bitümlü şeyl örnekleri üzerinde Toplam Organik Karbon (TOK), Piroliz (Rock-Eval), Gaz kromatografi (GC) analizleri yapılmıştır. Bu analizler Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Organik Jeokimya Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.2. Toplam Organik Karbon (TOK) ve Piroliz(Rock-Eval) Analizleri

Kerojen tipinin ve olgunlaşma düzeyinin belirlenmesi için kullanılan analiz tekniği piroliz analizidir. Piroliz analizlerinde elde edilen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , TOK değerleri kullanılarak Oksijen İndeksi, Hidrojen İndeksi, Üretim İndeksi, Potansiyel Ürün, Kerojen Tipi parametreleri elde edilir. Bunların kısaca açıklamaları aşağıda verilmiştir:

a. Hidrojen İndeksi (Hİ),  $Hİ = (100 * S_2) / TOK$

Hidrojen İndeksi bir kayaç örneğinin normalize edilmiş hidrojen içeriğidir. Oran olarak ise  $S_2$  pikinin toplam organik karbon oranının yüzde cinsinden ifadesidir. Hidrojen İndeksi kerojen tipi ile doğrudan orantılıdır. Yani Tip I kerojenler hidrojen zengin, Tip III kerojenler hidrojen fakir, Tip II kerojenler ise Tip I ve Tip III arasında bir hidrojen değerine sahiptirler. Tablo 1' de Jones'e (1984) göre Hİ sınır değerlerine karşılık kerojen tipleri verilmiştir.

Tablo 1. Jones'e (1984) göre Hİ sınır değerlerine karşılık kerojen tipleri.

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)

b. Oksijen İndeksi (Oİ),  $Oİ = (100 * S_3) / TOK$

Oksijen indeksi bir kayaç örneğinin normalize edilmiş oksijen içeriğidir. Oksijen indeksi ile kerojen tipi ters orantılı olup Tip III kerojen, Tip I ve Tip II kerojene oranla daha yüksek Oİ değerine sahiptir. Tablo 2' de Merril'e (1991) göre Oİ sınır değerlerine karşılık kaynak kaya potansiyeli verilmiştir.

Tablo 2. Merrill'e (1991) göre Oksijen İndeksi değerlerinin organik madde türü ve olgunluğunu gösteren sınıflama.

Oksijen İndeksi	Hidrojen İndeksi	Organik Madde Türü ve Olgunluğu
<40 mg/ g	Yüksek Hİ	İyi-Çok iyi kaynak kaya potansiyeli
	Düşük Hİ	Karasal kökenli organik madde ve/veya olgun organik madde
>40 mg/ g	Yüksek Hİ	Petrol oluşturma potansiyeli, genellikle olgunlaşmamış
	Düşük Hİ	Gaz potansiyeli olan organik madde genellikle olgunlaşmamış

c. Üretim İndeksi Üİ [ $(S_1 / (S_1 + S_2))$ ]

Kayaçtan atılmamış serbest hidrokarbon ( $S_1$ ) değerinin, kayacın içerdiği potansiyel hidrokarbonlar ( $S_1+S_2$ ) değerine bölünmesiyle Üretim İndeksi (Üİ) ( $S_1/ S_1+ S_2$ ) parametresi elde edilmektedir. Üretim İndeksi olgunlukla beraber artmaktadır. Üretim İndeksi (Üİ) ile kaynak kaya olgunlaşma değerleri Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Merrill'e (1991) göre Üretim İndeks değerlerinin kaynak kaya olgunluğu arasındaki ilişki.

Üretim İndeksi	Kaynak Kaya Olgunluğu
<0,1	Olgunlaşmamış
0,1-0,4	Petrol Penceresi
>0,4	Gaz Penceresi

d. Kerojen Tipi  $S_2/S_3$

$S_2$ 'nin  $S_3$ 'e bölünmesiyle Kerojen tipi ( $S_2/S_3$ ) elde edilmektedir ve bu parametre kayanın ne tür hidrokarbon türetebileceğini yorumlamada kullanılmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. Clementz vd. (1979) tarafından  $S_2/S_3$  oranının kerojen tipini gösterdiği sınıflama.

$S_2/S_3$	Kerojen Tipi
0,0-2,5	Tip III, Gaz üretme potansiyeli
2,5-5,0	Tip III, Gaz/Petrol üretme potansiyeli
>5,0	Tip I veya Tip II, Petrol Üretme Potansiyeli

e. Potansiyel Ürün (PÜ) =  $(S_1 + S_2)$

Kayaçtan atılmamış serbest hidrokarbon ( $S_1$ ) ile kayacın içerdiği potansiyel hidrokarbon ( $S_2$ ) değerinin toplanması ile Potansiyeli Ürün (PÜ) ( $S_1+S_2$ ) parametresi elde edilmektedir. Tablo 5' te potansiyel ürün ile kaynak kaya potansiyeli arasındaki ilişki verilmiştir.

Tablo 5. Espitalie'ye (1977) göre Potansiyel ürünü ( $S_1+S_2$ ) kaynak kaya potansiyelini gösteren sınıflaması.

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

### 3.2.2.1. Organik Madde Miktarı

Kaynak kayanın en önemli özelliklerinden birisi, içerisindeki organik madde miktarıdır. Aynı zamanda toplam organik karbon olarak adlandırılmaktadır. TOK değerine göre kaynak kaya sınıflaması Tablo 6' da verilmiştir.

Kaynak kaya içerisindeki organik madde miktarı; birincil biyolojik üretkenlik, fiziko kimyasal koşullar, tane boyu, sedmantasyon hızı olmak üzere beş ayrı faktöre bağlı olmaktadır. Tortuların çökeldiği ortam organizmalarca ne kadar zenginse kaynak kaya içerisindeki organik madde miktarı o kadar fazla olmaktadır (Kara Gülbay 2004).

Tablo 6. Toplam organik karbon değerine göre kaynak kaya sınıflaması

Jarvie (1991)		Tissot ve Welte (1984)		Peters ve Cassa (1994)	
TOK(%)	Kaynak Kaya Kalitesi	TOK(%)	Kaynak Kaya Kalitesi	TOK(%)	Kaynak Kaya Kalitesi
0-0,5	Yetersiz	0,1-0.5	Zayıf	0-0,5	Zayıf
0,5-1	Orta	0,5-1	Orta	0,5-1	Orta
>1	Yeterli	1-2	İyi	1-2	İyi
		2-10	Zengin	2-4	Çok iyi

### 3.2.2.2. Organik Madde Tipi

Hidrokarbon oluşumunu etkileyen önemli faktörlerden biri de organik madde tipidir. Sedimanlar içinde yer alan organik madde karasal ve denizel olmak üzere başlıca iki tiptedir. Karasal organik madde (odunsu) genellikle gaz, denizel organik madde (planktonik) ise petrol türetmektedir. Bunun nedeni, organik maddeyi oluşturan organizmanın kimyasal yapısı ile yakından ilgilidir. Kerojenler C, H ve O içeriklerine göre Tip-I, Tip-II, Tip-III ve Tip IV olarak sınıflandırılırlar.

#### a. Tip I Kerojen

Tip-I kerojenler genellikle yüksek oranda algler ve yağ asitleri içerirler. Bu tip kerojenler H/C oranı yüksek olup algal kerojenler olarak da adlandırılırlar. Bu kerojenler, lignin ve selüloz içermeyen fitoplanktonlardan oluşurlar ve petrol-gaz oluşturma potansiyelleri yüksektir (Bozkurt, 2012).

#### b. Tip II Kerojen

Tip II kerojenler, yağ ve mumlu maddeden oluşan lipid bileşenlerinden meydana gelir. Özellikle polen parçalarının dışını örten mumlu kısımlar, sporlar ve yaprakların oluşturduğu bu tip kerojenlerin H/C oranı düşük olup, gaz-petrol oluşturma potansiyeli Tip-I kerojene göre daha düşüktür (Bozkurt, 2012).

#### c. Tip III Kerojen

Tip-III kerojen odunsu bitkilerin yüksek oranda içerdiği oksijen bakımından zengin lignin ve selülozun bozunmasıyla oluşur. O/C oranı yüksek olup kömürlerin çoğu bu tip

kerojenlerden oluşmuştur. H/C oranı ise düşüktür ve petrol oluşturma potansiyeli orta düşük düzeyde olup çok derinlerde gaz oluşturabilir (Bozkurt, 2012).

#### d. Tip IV Kerojen

Tip-IV kerojen olarak tanımlanan kerojenler ise çok fazla oksidasyon koşulları altında kalan, önceki depolanma ortamından aşınarak yeniden bir araya gelen değişik kökenli organik maddelerdir ve jeokimyasal incelemelerde önem arz etmezler (Bozkurt, 2012).

TOK ve Rock-Eval analizlerinin sonuçlarını kullanarak organik madde tipini belirlemek mümkündür. Analiz sonuçları ile kerojen tipine ulaşmak için literatürde çeşitli yöntemler, diyagramlar ve yorumlama türleri vardır. Bu çalışmada onlardan yararlanılmıştır.

### 3.2.2.3. Organik Madde Olgunluğu

Organik maddenin olgunluğu, organik maddenin sedimanter bir havzada çökmesinden itibaren ısı, basınç, gömülme ve zaman gibi çeşitli etkenler altında fizikokimyasal olarak değişme uğrayıp hidrokarbon bileşiklerini meydana getirme süreci olarak tanımlanmaktadır (Tissot ve Welte, 1984). Olgunlaşan kaynak kayanın, olgunlaşma seviyesini anlamak için çeşitli yöntemler vardır. Bu çalışmada, en sık kullanılan Rock-Eval piroliz analizi sonuçları kullanılarak yorumlar yapılmıştır.  $T_{max}$  değerlerine göre yapılan sınıflandırma aşağıda tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Espitalie'ye (1985) göre  $T_{max}$  sınır değerleri.

Kerojen Türü	Tip I	Tip II	Tip III	Olgunluk
$T_{max}$	<440 °C	<425 °C	<435 °C	Olgunlaşmamış
	440-448 °C	425-450 °C	435-465 °C	Petrol Penceresi
	>448 °C	>450 °C	>465 °C	Gaz Penceresi

### 3.2.2.4. Hidrokarbon Potansiyeli

Kayaçtan atılmamış serbest hidrokarbona ( $S_1$ ) ve henüz hidrokarbon dönüşmemiş fakat dış kaynaklı ısı ile hidrokarbona dönüşme potansiyeli ( $S_2$ ) bulunan organik madde miktarıdır. Dolayısıyla  $S_1$  ile  $S_2$ 'nin değerinin toplanmasıyla elde edilen Potansiyel Ürün parametresi kayanın hidrokarbon potansiyel hakkında sağlıklı bilgi sağlamaktadır (Tissot ve Welte, 1984). Hidrojen İndeks değerlerinin kaynak kaya potansiyelini gösterdiği sınıflama Tablo 8' de sunulmuştur.

Tablo 8. Merrill'e (1991) göre Hidrojen İndeks değerlerinin kaynak kaya potansiyelini gösteren sınıflama

Hidrojen İndeksi	Kaynak Kaya Potansiyeli
<150	Gaz potansiyeli
150-300	Gaz-Petrol potansiyeli
>300	Petrol potansiyeli

### 3.2.3. Özüt (Bitüm) Analizleri

Bu çalışmaya ait 55 tane bitümlü şeyl örnek içerisinde 2 adet bitümlü şeyl örneği seçilerek özüt analizi yaptırılmıştır.

#### 3.2.3.1. Gaz Kromatografi (GC) Analizi

Gaz kromatografi analizi petrol ve bitüm örnekleri içerisindeki hidrokarbon bileşiklerinin genel olarak dağılımlarını görmek amacıyla yapılır. Elde edilen kromatogramlardaki pik dağılımları ve boylarına bakılarak organik maddenin tipi ve olgunlaşması hakkında bilgi sağlanır. GC analizleri aynı zamanda organik maddenin kaynağı ve depolanma sürecindeki ortamsal koşulların yorumlanmasında da kullanılabilir. Ekstrakt olmuş hidrokarbonlar gaz kromatografisi yapılarak n-alkanların dağılımı, izoprenoid oranları  $Pr/nC_{17}$  ve  $Ph/C_{18}$  oranları belirlenebilir.

### 3.2.3.1.1. n-alkan Dağılımları

Bir gaz kromatogramındaki n-alkanların dağılımı çökelme ortamı, organik madde tipi, biyolojik bozunma ve ısısal olgunluk hakkında bilgi vermektedir.

### 3.2.3.1.2. Pristan/Fitan

Pr/Ph oranı korelasyon çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sedimandaki anoksik koşullar altında phytyl yan zinciri koparak fitolü ve fitol de indirgenerek fitanı oluşturmaktadır. Oksik koşullar altında ise fitol pristana indirgenmektedir (Peters, Moldowan, 1993; Sarı vd., 1998). Dolayısıyla Pr/Ph oranı çökelme ortamının redoks potansiyelini yansıtmaktadır (Didky vd., 1978).

Bu yazarlara göre 1' den düşük Pr/Ph oranları özellikle yüksek porfirin ve sülfür içeriği ile destekleniyorsa anoksik depolanmayı, 1'den büyük değerler ise oksik şartları işaret etmektedir (Kara Gülbay, 2004).

Yüksek pristan içeren örnekler oksitleyici bir kaynağı, yüksek fitan içeren ise indirgeyici bir kaynağı yansıtmaktadır.

### 3.2.3.1.3. İzopirenoide/n-alkan Oranları

Bu oranlarda, gaz kromatograflarındaki izopirenoidlere en yakın n-alkanlar kullanılmaktadır. C<sub>17</sub>, pristana ve C<sub>18</sub>, fitana en yakın n-alkanlardır.

### 3.2.3.1.4. CPI İndeksi

Tek karbon numaralı n-alkanların ve çift numaralı n-alkanların birbirine göre görelli bolluğu organik madde tipi, çökelme ortamı ve ısısal olgunluğu yorumlamada kullanılabilir. Gaz kromatogramlarında tek numaralı n-alkanların mı ya da çift numaralıların mı baskın olduğu CPI indeksi kullanılarak tespit edilmektedir. Bu çalışmanın CPI indeksi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bray ve Evans, 1961).

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

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 ısısal 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).

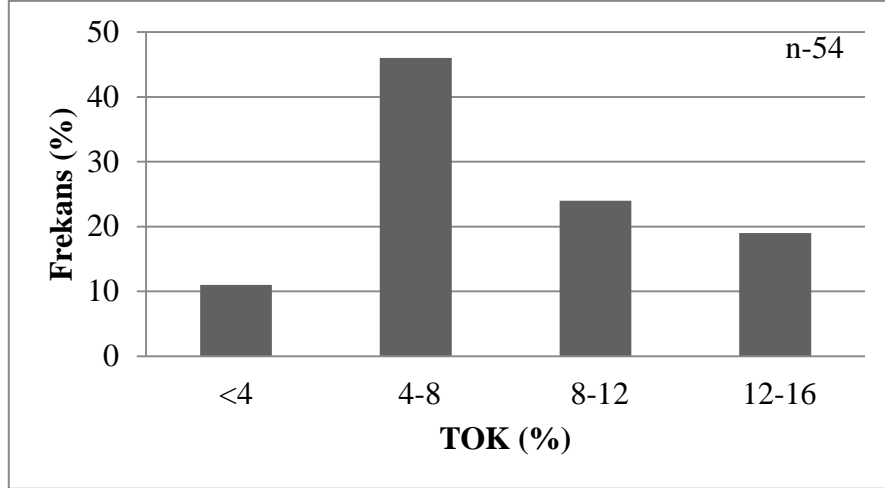
### **3.2.4. Alpagut-Dodurga(Çorum) Yöresi Bitümlü Şeyl İstifinin Organik Jeokimyasal Özellikleri**

#### **3.2.4.1. Piroliz (Rock-Eval) Analizi**

İncelenme alanına ait örneklerin Rock-Eval analizinden elde edilen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $T_{\max}$ , Hidrojen indeksi (HI), Oksijen indeksi (OI) ve Üretim İndeksi (PI) verileri Tablo 9'da verilmiştir.

#### **3.2.4.2. Toplam Organik Karbon Miktarı (%TOK)**

Alpagut-Dodurga sahasına ait 54 tane bitümlü şeyl örneklerinin toplam organik miktarı (TOK) % 2.97-15.14 arasında değişmekte olup, ortalama TOK değeri ise % 7.93 olarak hesaplanmıştır. TOK değerlerinin örnek sayısına (%) göre dağılım grafiğinde örneklerin genellikle % 4-8 TOK değerleri arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Alpogut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerine ait TOK değerlerinin örnek sayısına (%) göre dağılım grafiği (n: Örnek sayısı)

Bu kısımda arazi çalışmasına ait 55 tane bitümlü şeyl örneğinin 54 tanesi değerlendirilmiş olup, bu örneklerin genellikle % 4-8 TOK değerinde yoğunlaştığı Şekil 8' de görülmektedir.

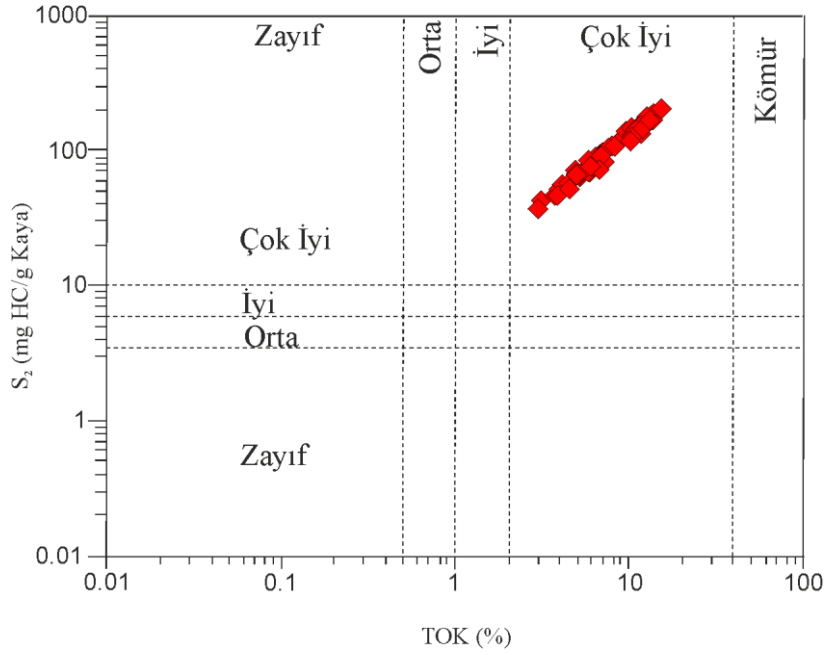
Tablo 6 'da verilen çeşitli araştırmacılara göre ve  $S_2$ -TOK karşı çizilen kaynak kaya sınıflama grafiğinde (Dembicki, 2009) örneklerin düştüğü alan (Şekil 9), Alpogut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin tümü çok iyi kaynak kaya özelliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 9. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin piroliz analiz sonuçları

Örnek No	TOK (%Ağırlık)	S <sub>1</sub> mgHC/gkaya	S <sub>2</sub> mgHC/gkaya	S <sub>3</sub> mgCO <sub>2</sub> /gkaya	T <sub>max</sub> (°C)	Hİ S <sub>2</sub> /TOK	Oİ S <sub>3</sub> /TOK	(Üİ) S <sub>1</sub> /S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> /S <sub>3</sub> Kerojen tipi	PÜ (S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> )
AD-1	5.16	0.85	31.23	0.97	423	605	19	0.03	31.19	32.08
AD-2	12.45	2.47	97.23	1.91	430	781	15	0.02	50.90	99.70
AD-4	5.17	1.05	32.78	1.94	424	634	38	0.03	16.89	33.83
AD-5	5.89	1.16	34.6	1.23	423	587	21	0.03	28.13	35.76
AD-6	4.76	0.82	30.43	1.28	424	639	27	0.03	23.77	31.25
AD-7	9.11	1.44	71.54	1.2	431	785	13	0.02	59.61	72.98
AD-8	3.1	0.43	18.84	1.16	427	608	37	0.02	16.24	19.27
AD-9	4.87	0.69	35.84	1.06	431	736	22	0.02	33.81	36.53
AD-10	3.71	0.29	21.1	1.28	428	569	35	0.01	16.48	21.39
AD-11	5.81	0.56	39.34	1.65	431	677	28	0.01	23.84	39.90
AD-12	6.23	0.61	44.66	1.49	435	717	24	0.01	29.97	45.27
AD-13	3.9	0.42	24	1.07	424	615	27	0.02	22.43	24.42
AD-14	4.09	0.47	26.56	1.1	424	649	27	0.02	24.14	27.03
AD-15	2.97	0.2	15.81	0.99	423	532	33	0.01	15.97	16.01
AD-16	6.71	0.72	50.15	1.24	432	747	18	0.01	40.44	50.87
AD-17	6.95	0.73	51.89	1.28	434	747	18	0.01	40.53	52.62
AD-18	6.35	0.68	47.69	1.17	435	751	18	0.01	40.76	48.37
AD-19	4.9	0.45	32.99	1.11	429	673	23	0.01	29.72	33.44
AD-20	13.41	3.79	105.44	1.8	427	786	13	0.03	58.57	109.23
AD-21	13.54	3.04	104.33	2.08	427	771	15	0.03	50.15	107.37
AD-22	13.64	2.07	119.63	1.33	432	877	10	0.02	89.94	121.70
AD-23	15.14	2.35	132.4	1.31	434	875	9	0.02	101.07	134.75
AD-24	578	0.68	44.22	0.86	433	753	15	0.02	51.41	44.90
AD-25	4.47	0.52	27.38	1.04	419	613	23	0.02	26.32	27.90
AD-26	3.85	0.3	21	1.1	418	545	29	0.01	19.09	21.30
AD-27	6.35	0.65	39.82	1.38	424	627	22	0.02	28.85	40.47
AD-28	5.76	0.56	34.86	1.52	430	605	26	0.02	22.93	35.42

Tablo 9' un devamı

Örnek No	TOK (%Ağırlık)	S <sub>1</sub> mgHC/gkaya	S <sub>2</sub> mgHC/gkaya	S <sub>3</sub> mgCO <sub>2</sub> /gkaya	T <sub>max</sub> (°C)	Hİ S <sub>2</sub> /TOK	Oİ S <sub>3</sub> /TOK	(Üİ) S <sub>1</sub> /S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> /S <sub>3</sub> Kerojen tipi	PÜ S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub>
AD-29	5.16	0.55	33.04	1.16	429	640	22	0.02	28.48	33.59
AD-30	9.46	1.19	82.34	1.17	433	870	12	0.01	70.37	83.53
AD-31	11.05	3.24	82.08	2.02	422	743	18	0.04	40.63	85.32
AD-32	10.38	2.95	76.39	2.13	422	736	21	0.04	35.86	79.34
AD-33	7.13	1.29	52.76	1.39	426	740	19	0.02	37.95	54.05
AD-34	11.41	1.37	92.42	1.57	433	810	14	0.01	58.86	93.79
AD-35	10.2	1.04	88.52	1.02	434	868	10	0.01	86.78	89.56
AD-36	12.5	1.11	111.46	1.28	440	892	10	0.01	87.07	112.57
AD-37	11.32	1.06	80.56	3.35	434	712	30	0.01	24.04	81.62
AD-38	11.03	0.71	89.02	1.84	435	807	17	0.01	48.38	89.73
AD-39	11.49	0.76	91.98	1.53	435	801	13	0.01	60.11	92.74
AD-40	7.91	0.84	60.17	1.28	436	761	16	0.01	47.00	61.01
AD-41	7.53	2.84	57.7	1.27	440	766	17	0.05	45.53	60.54
AD-42	6.13	3.5	39.38	0.75	430	642	12	0.08	52.50	42.88
AD-43	7.13	3.97	42.85	1.09	433	601	15	0.08	39.31	46.82
AD-44	1082	4.22	83.37	0.98	439	771	9	0.05	85.07	87.59
AD-45	6.82	2.41	48.75	0.56	436	715	8	0.05	87.05	51.16
AD-46	4.94	1.85	32.48	0.63	432	657	13	0.05	51.55	34.33
AD-47	11.56	3.59	77.77	2.52	438	673	22	0.04	30.86	81.36
AD-48	11.85	1.97	87.32	3.62	438	737	31	0.02	24.12	89.29
AD-49	4.51	1.21	24.14	1.04	431	535	32	0.05	23.21	25.35
AD-50	6.68	1.6	36.24	2.72	434	543	41	0.04	13.32	37.84
AD-51	10.23	1.72	72.02	4.52	434	704	44	0.02	15.93	73.74
AD-52	10.08	1.39	66.38	2.61	436	659	26	0.02	25.43	67.77
AD-53	13.03	1.98	103.8	1.85	436	797	14	0.02	56.10	105.78
AD-54	8.16	1.15	59.47	0.96	443	729	12	0.02	61.94	60.62
AD-55	5.93	0.79	38.96	0.78	438	657	13	0.02	49.94	39.75
Ortalama	7.9	1.45	58.28	1.50	430	705	20,66	0.02	42.25	59.73

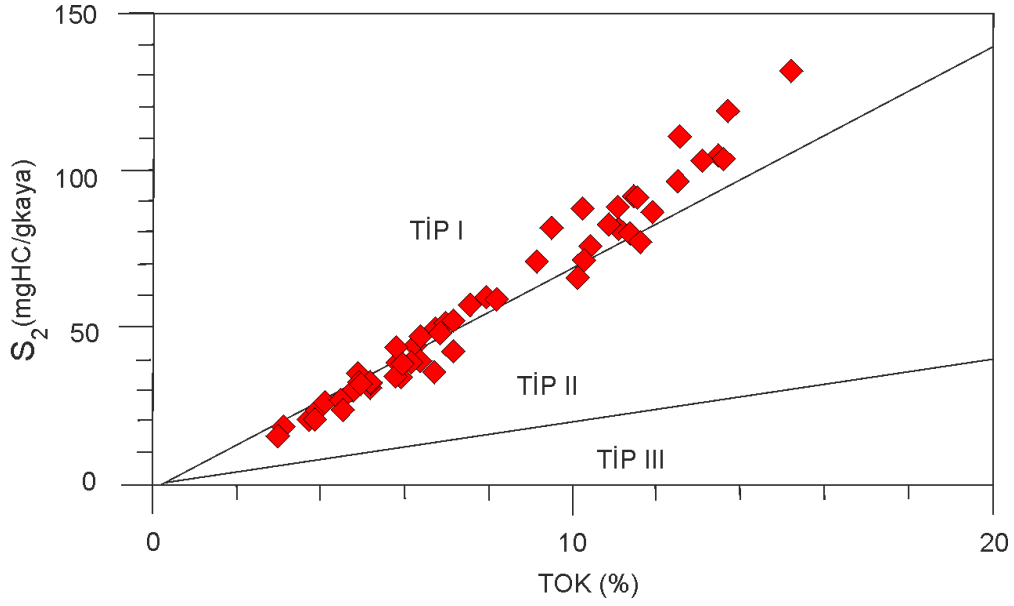


Şekil 9. S<sub>2</sub>-TOK kaynak kaya sınıflama grafiğinde (Dembicki., 2009) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı.

Dembicki (2009) tarafından oluşturulan, S<sub>2</sub>-TOK kaynak kaya sınıflama grafiğinde Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örnekleri yerleştirildiğinde örneklerin tamamı çok iyi kaynak kaya alanına düşmektedir. Bununla beraber çeşitli araştırmacıların toplam organik karbon miktarına göre kaynak kaya sınıflamaları Tablo 6'da verilmiştir. Bu sınıflamalara göre Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin kaynak kaya potansiyellerinin oldukça zengin olduğu görülmektedir.

### 3.2.4.3. Organik Madde Tipi

Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin organik madde tiplerinin belirlenmesi amacı ile H<sub>I</sub>-O<sub>I</sub>, H<sub>I</sub>-T<sub>max</sub> kerojen sınıflama grafikleri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre S<sub>2</sub> miktarı 15.81 ile 132.4 mgHC/gTOK arasında değişmekte olup, ortalama 58.28 mgHC/TOK olarak hesaplanmıştır. Langford ve Blanc-Valleron (1990) tarafından oluşturulan S<sub>2</sub>-TOK (Şekil 10) diyagramına yerleştirildiğinde, Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin baskın olarak Tip I kerojen alanına düştüğü ve geri kalan örneklerin ise Tip II kerojen alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 10).

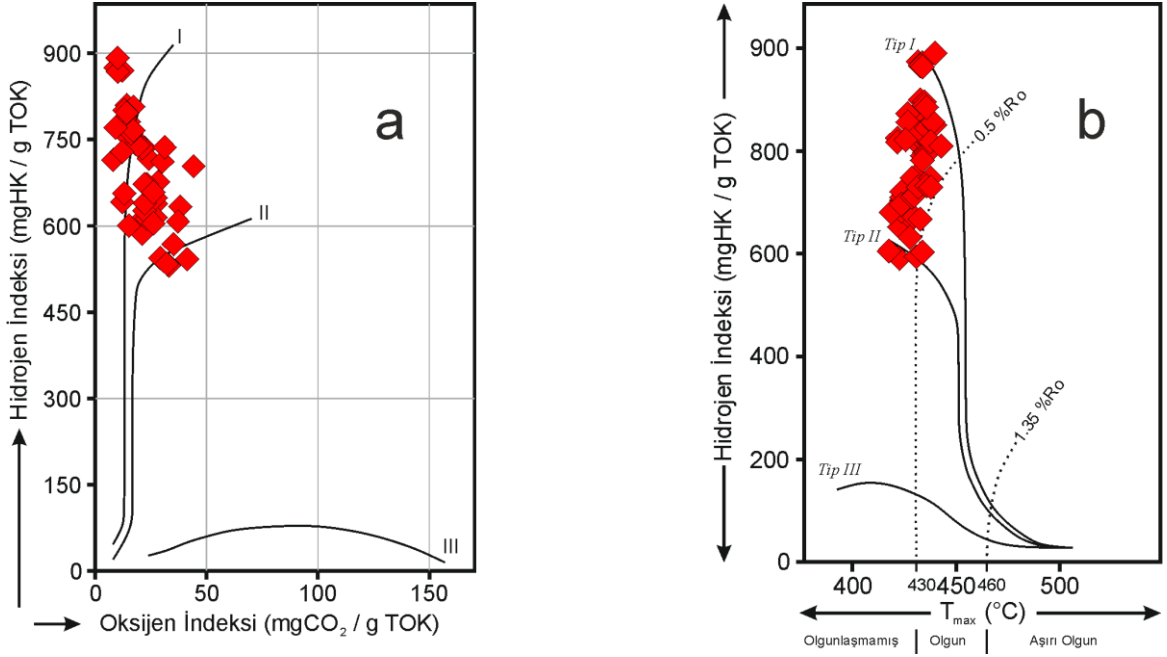


Şekil 10. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerin, (Langford ve Blanc Valleron, 1990)  $S_2$ -TOK diyagramındaki dağılımı.

Alpagut-Dodurga bitümlü şeylleri oldukça yüksek Hİ ve düşük Oİ sahiptir. Örneklerin Hidrojen İndeksi değerlerine bakıldığında 532-892 mgHC/gTOK arasında değişmekte ve ortalama 705 mgHC/TOK olduğu görülmektedir.

Hİ'nin yüksek olan ortalama değeri organik madde tipinin petrol türetimine uygun olduğunu göstermektedir (Merill, 1991). Oksijen İndeksi değerleri ise 8-44 mgHC/gTOK olarak hesaplanmıştır. Ortalaması 20.8 mgHC/gTOK hesaplanan örnekler, Merill (1991)'e göre düşük Oİ'ine karşı yüksek Hİ değerleri, petrol oluşturma potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Hİ-Oİ kerojen tipi sınıflama grafiğinde görüldüğü gibi yüksek Hİ ve düşük Oİ değerine sahip bitümlü şeyl örneklerinin Tip I kerojen alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 11 a). Hİ- $T_{max}$  kerojen sınıflama grafiğinde de yine örneklerin baskın olarak Tip I kerojen alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 11 b).



Şekil 11. a) Hİ-Oİ kerojen sınıflama grafiğinde (Espitalie vd, 1977) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı.  
b) Hİ-T<sub>max</sub> kerojen sınıflama grafiğinde (Mukhopadyay vd., 1995) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı.

S<sub>2</sub>/S<sub>3</sub> Kerojen Tipi parametresi 16.01-136.62 arasında değişmektedir ve ortalama değeri ise 59.07 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Merrill (1991) sınıflamasına göre petrol türetebilecek özellikteki bir kerojeni işaret etmektedir. Sonuç olarak Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin düşük Oİ ve yüksek Hİ'e sahip olduğu ve baskın olarak Tip I kerojen içerdiği söylenebilir.

#### 3.2.4.4. Organik Madde Olgunluğu

Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin T<sub>max</sub> değerleri 418-443<sup>0</sup>C arasında değişmekte olup, ortalama T<sub>max</sub> değeri 430<sup>0</sup>C olarak hesaplanmıştır. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin Tip I kerojen içerdikleri tespit edilmiştir. Tip I kerojen, diğer kerojen tiplerine göre daha geç olgunlaşmakta ve petrol türümüne daha geç başlamaktadır. Tip I kerojen için olgunluk sınırı R<sub>o</sub> = 0.7 (Tissot ve Welte, 1984), bu R<sub>o</sub> değer yaklaşık 445 <sup>0</sup>C'lik bir T<sub>max</sub> değerine karşılık gelmektedir.

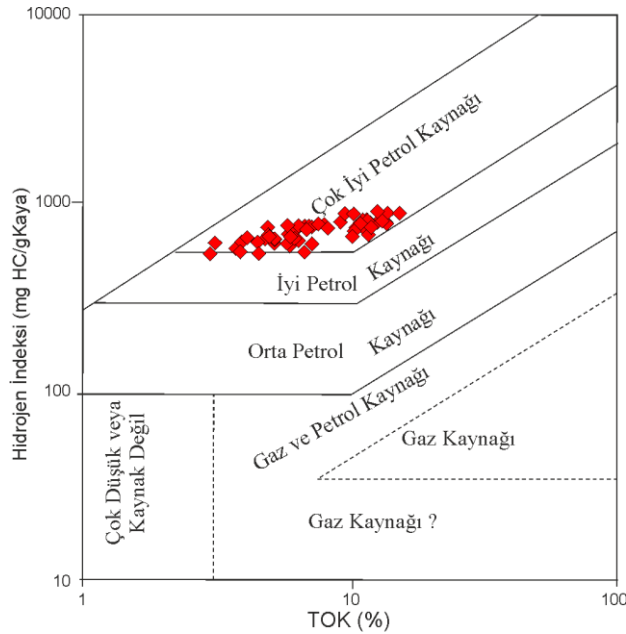
Buna göre tüm bitümlü şeyl örneklerinin petrol türetebilecek olgunluğa sahip olmadıkları görülmektedir. Yani bitümlü şeyller henüz petrol penceresine girmemiş olup,

olgunlaşmamıştır. Üretim indeksi değerleri 0.01-0.08 arasında değişmekte olup, ortalama 0.02 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler de bütün örneklerin olgunlaşmamış düzeyde olduğunu desteklemektedir (Merril, 1991).

### 3.2.4.5. Hidrokarbon Potansiyeli

Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin Potansiyel Ürün değerleri 16.01-134.75 mgHC/gkaya arasında değişmektedir. Ortalama Potansiyel Ürün değeri ise 59.7 mgHC/gkaya olarak hesaplanmıştır. Bu Potansiyel Ürün değerleri Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin oldukça yüksek bir hidrokarbon potansiyeline sahip olduğunu işaret etmektedir. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin daha yüksek sıcaklıklara maruz kalmaları durumunda önemli miktarda petrol türetebilecek potansiyele sahip kaynak kayalar olduğu söylenebilir.

Kaynak kaya potansiyelini daha güzel bir şekilde gösteren, Jackson vd, (1985) tarafından oluşturulan Hİ'nın TOK'a karşı çizilen diyagrama (Şekil 12) yerleştirildiğinde Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin çok iyi petrol alanına düşmektedir.



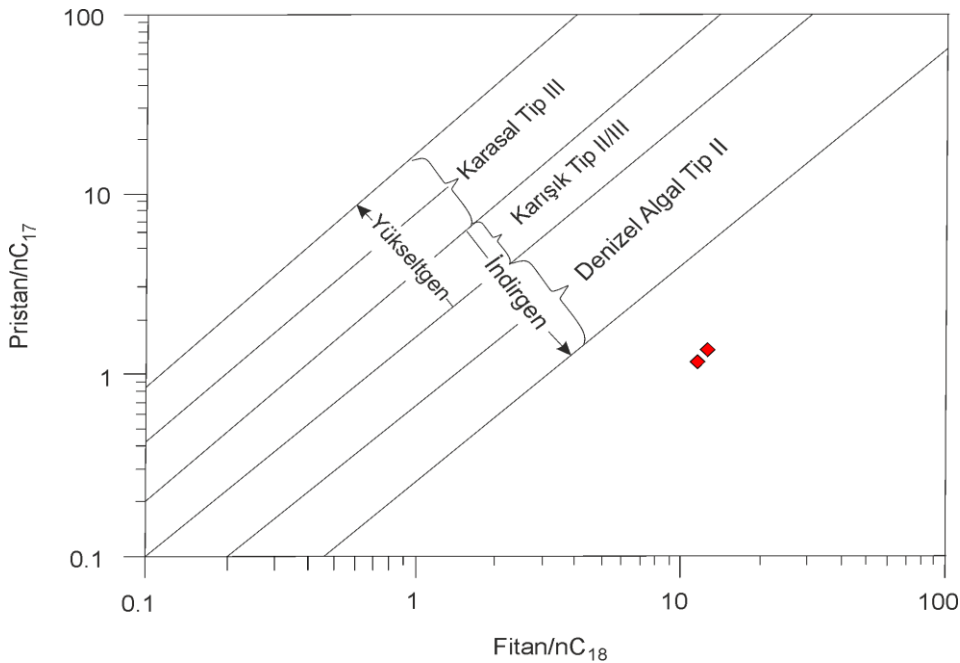
Şekil 12. Hİ-TOK kaynak kaya sınıflama grafiği (Jackson., 1985)  
Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin bu grafikteki dağılımı.

### 3.2.4.6. n-Alkanlar ve İzopirenoitler

Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerine ait tüm özüt gaz kromatogramları Şekil 14 ve 15' de sunulmuştur. Gaz kromatogramlarına bakıldığında; n-alkanlar  $nC_{10}$ - $nC_{35}$  aralığında kaydedilmiş olup  $C_{13}$  numaralı pikin maksimum değerde olduğu görülmektedir. Çizilen frekans grafiğinde yüksek numaralı n-alkanların baskın ve bir bimodal dağılıma sahip olduğu görülmektedir (Şekil 16, 17).

Yüksek numaralı n-alkanlar karasal organik maddeyi işaret etmesine rağmen, buradaki baskınlıkların karasal organik madde ile ilişkili değildir. Çünkü daha önceki araştırmacılar (Taka vd., 1992) Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin optik incelemelerini yapmış ve bol miktarda görsel algler içerdiğini kaydetmiştir. Bu çalışmada piroliz verileri ile Tip I kerojen içerdiği belirlenen bu bitümlü şeyllerdeki yüksek numaralı n-alkanların baskınlığı görsel alglerle ilişkili olduğu söylenebilir.

Çökeltme ortamın Pr/Ph değerinin; 0,12-0,13 (ortalama 0,12) arasında değişmektedir. Pr/Ph<1 olması çökeltme ortamın anoksik koşullarda olduğunu göstermektedir. İzoprenoid/n-alkan oranları Pr/ $nC_{17}$  ve Ph/ $nC_{18}$ , kerojen sınıflama diyagramında (Şekil 13) verilmiştir.



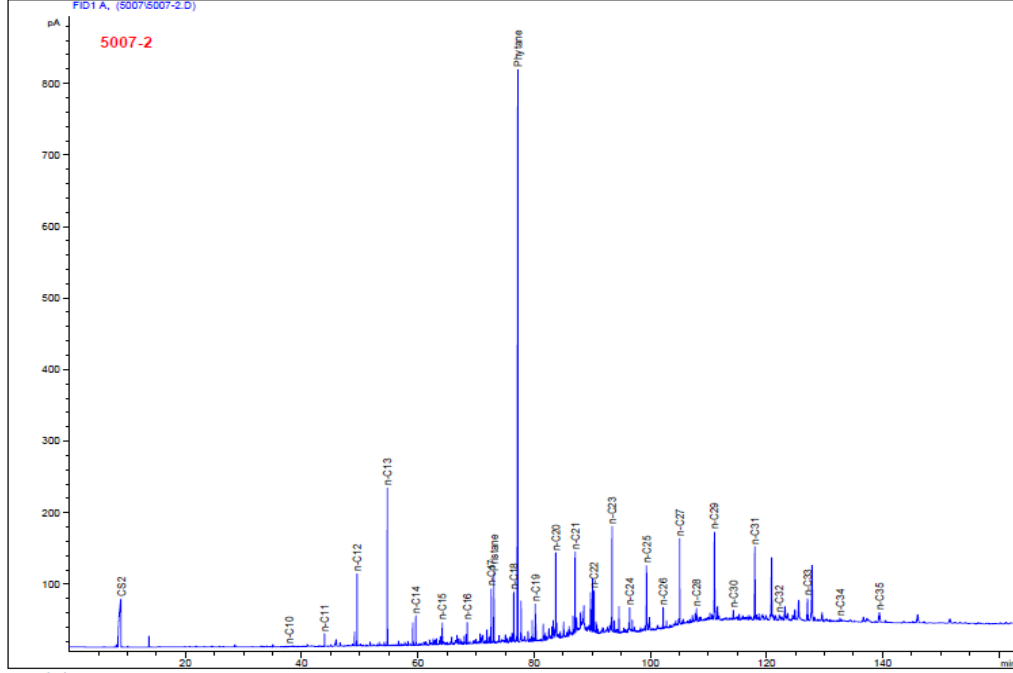
Şekil 13. Pristan/ $nC_{17}$ , fitan/ $nC_{18}$  kerojen sınıflama diyagramında bitümlü şeyllerin dağılımı (Shanmugam, 1985).

Bu diyagramda örneklerin algal indirgen çizgisinin altında yer almaları anosik bir ortamda çökeldiğini desteklemektedir.

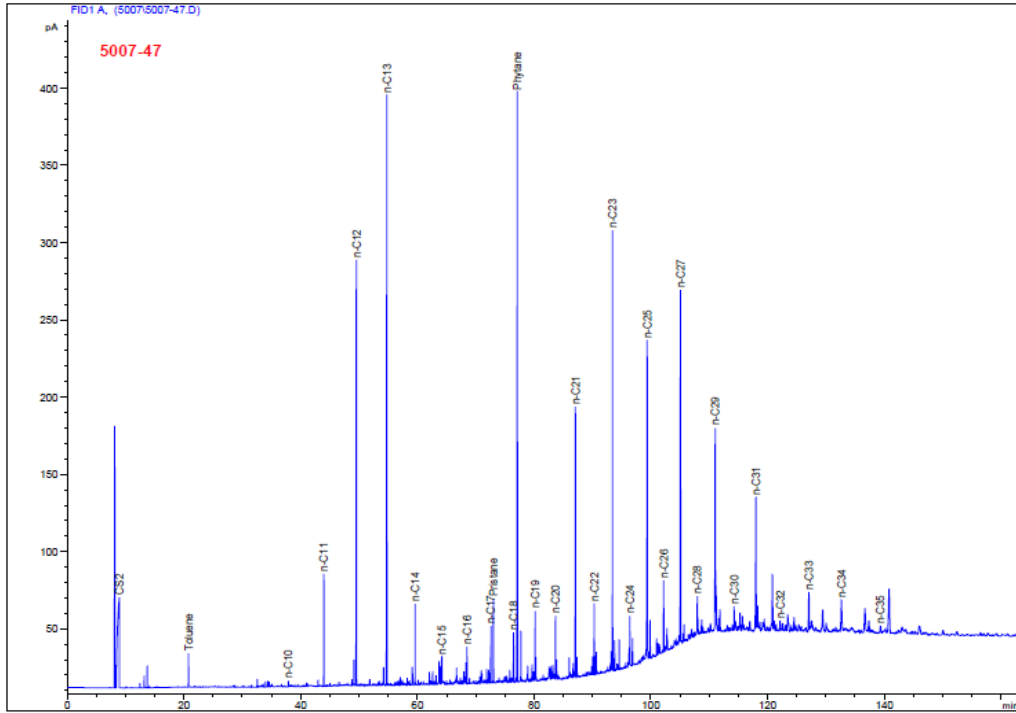
Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örnekleri için karbon tercih indeksi (CPI) değerleri hesaplanmış ve tek-çift numaralı n-alkan baskınlığı belirlenmiştir (Tablo 10). CPI değerleri bütün örnekler için belirgin olarak 1' den yüksek olup, bu durum tek numaralı n-alkanların baskın olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda CPI değerlerinin 1' den büyük olması, Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin olgunlaşmadığı tespitini desteklemektedir.

Tablo 10. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllere ait AD-2, AD-47 nolu örneklerden elde edilen özütün gaz kromatogramından hesaplanan parametreler

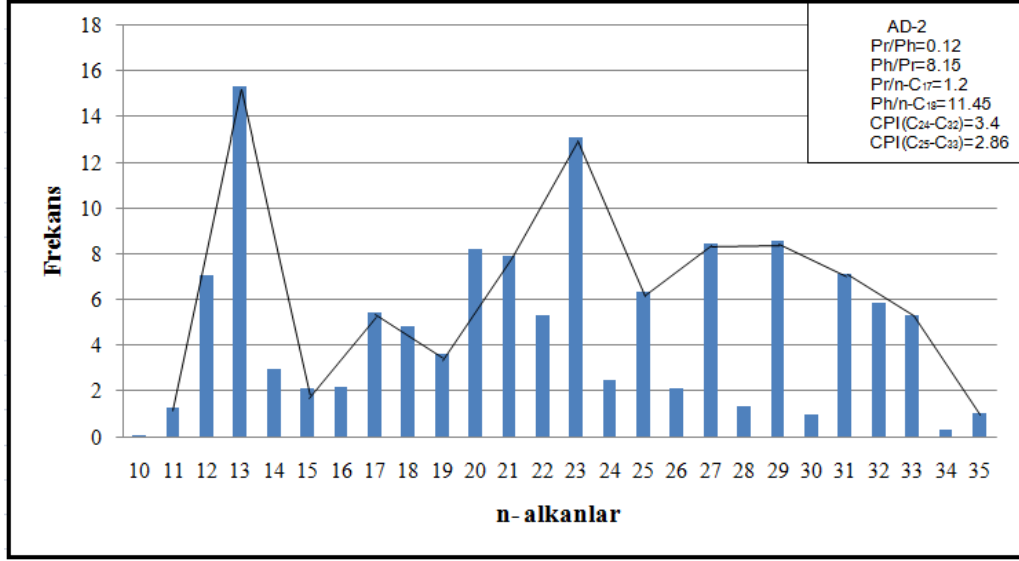
Örnek No	Pr/Ph	Ph/Pr	Pr/n-C <sub>17</sub>	Ph/n-C <sub>18</sub>	CPI (C <sub>24</sub> -C <sub>32</sub> )	CPI (C <sub>25</sub> -C <sub>33</sub> )
AD-2	0.12	8.15	1.2	11.45	3.4	2.86
AD-47	0.13	7.1	1.4	12.5	4.39	4.72
Ortalama	0.12	7.62	1.3	11.97	3.89	3.79



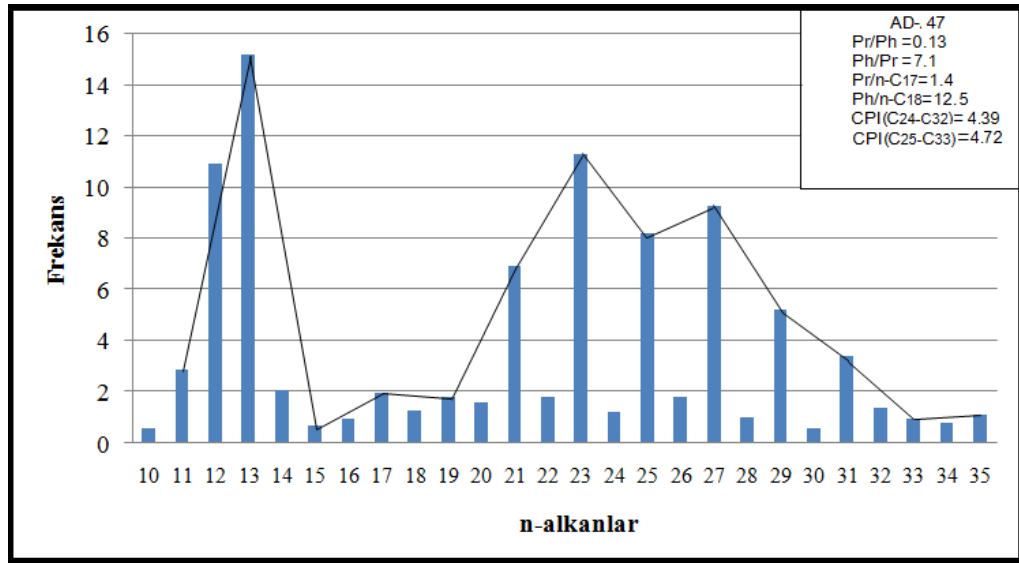
Şekil 14. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-2) ait doymun fraksiyonlarının gaz kromatogramı



Şekil 15. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-47) ait doymun fraksiyonlarının gaz kromatogramı



Şekil 16. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-2) ait prekans dağılımı



Şekil 17. Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneğine (AD-47) ait prekans dağılımı

#### 4. SONUÇLAR

Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin ortalama TOK değeri % 7.93 olarak tespit edilmiştir. Bu TOK değeri ise bitümlü şeyllerin oldukça yüksek miktarda organik madde içerdiğini ve zengin kaynak kaya olduklarını göstermektedir.

Ortalama Potansiyel Ürün değeri 59.73 mgHC/gkaya olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre, bitümlü şeyllerin yüksek hidrokarbon potansiyeline sahip kaynak kaya olduğu görülmektedir.

S<sub>2</sub>-TOK, Hİ-Oİ ve Hİ-T<sub>max</sub> kerojen sınıflama grafiklerinde Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin Tip I kerojen içerdikleri tespit edilmiştir. Bu kerojen tipleri algal organik maddenin baskın olduğunu işaret etmektedir.

Alpagut-Dodurga bitümlü şeyl örneklerinin T<sub>max</sub> değerleri 418-443°C arasında değişmekte olup, ortalama T<sub>max</sub> değerinin 430°C olarak hesaplanması örneklerin olgunlaşmadığını göstermektedir.

Alpagut-Dodurga şeyllerinin sahip olduğu, oldukça yüksek TOK değerleri, Potansiyel Ürün değerleri, S<sub>2</sub>/S<sub>3</sub> kerojen Tipi değerleri ve Tip I kerojen özelliği bu bitümlü şeyllerin ideal bir petrol kaynak kayası olabileceğinin belirtisidir. Fakat Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin olgunlaşmamış özelliğe sahip olmaları herhangi bir petrol türümü gerçekleştirmediklerini fakat yeterince ısısal olgunluğa maruz kalırlarsa önemli oranda HC türetebilecek potansiyele sahiptirler.

Son olarak Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllere ait çok düşük (0.12) pristan/fitan oranı Alpagut-Dodurga bitümlü şeyllerinin anoksik bir ortamda çökeldiğini göstermektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Bender , F. 1955. Dodurga-Alpagut linyit zuhurlarının güney ve güney-doğusunda linyit imkanları rapor No: 2949.
- Blumenthal, M. 1938. İskilip, Osmancık, Tosya arasındaki mıntika ve bu mıntikanın linyitleri hakkında jeolojik mülâhazalar raporu No: 676.
- Bozkurt, S., 2012. Dağhacılar Güneyi (Göynük/Bolu) Bitümlü Kayaçlarının Organik Madde Miktarları ve Hidrokarbon Potansiyellerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bray, E.E. ve Evans, E.D., 1961. Distribution of n-parafins as a Clue to Recognition of Source Beds. Geochimical et Cosmochimica, 22, 2-15.
- 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. and Daly A.R., 1979. Well Site Geochemistry by Programmed Pyrolysis. Proceedings of The 11th Annual Offshore Technology Conference, Houston, OTC, 3410, 1, 465-470
- 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.
- Didky, B.M., Simoneit, B.R.T., Brassell, S.C. ve Eglinton, G., 1978 Organic Geochemical Indicators of Paleoenvironmental Conditions of Sedimentation. *Nature*, 272, 216-222.
- Espitalié, J., Deroo, G. and Marquis, F., 1985. La Pyrolyse Rock Eval Et Ses Applications, Review Institute Français Petroleum, 10, 755-784.
- Espitalie, J., Laporte, J.L., Madec, M., Marquis, F., Leplat, P. and Paulet, J. 1977. "Méthode Rapide De Caractérisation Des Roches Mères, De Leur Potentie pétrolier Et De Leur DegréD' évolution". *Rev. Inst. Fr. Petr.*, 32, 23-45.
- Jackson K.S., Hawkins P.J. and Bennet A.J.R. 1985. "Regional Facies and Geochemical Evaluation of Southern Denison Trough", *APEA Journal*, 20, 143-158.
- 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

- Jones, R.W., 1984. Geochemistry and Source Rock Potential of Carbonate Rocks. AAPG, Studies in Geology 18, p. 163-180
- Kara Gülbay, R., 2004 Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri, Çökelme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyeli, Doktora Tezi, KTÜ., Fen Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Kıpçak, C. 1947. Çorum-Dodurga linyitleri hakkında rapor No: 1733.
- Langford, F.F. and Blanc-Valleron, M.M 1990. "Interpreting Rock-Eval Pyrolysis data using graphs of Pyrolizable hydrocarbons vs. total organic carbon", Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 74, 799-804.
- Merril, R.K. 1991. Source and Migration Processes ve Evaluation Techniques USA: Oklahoma.
- 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 Asphaltene, Scotion Basin, Canada ", Organic Geochemistry, 22, 85-104.
- Pekmezçiler, S. 1957. Çorum-Dadurga linyitlerine ait bir fen raporu No: 2540.
- Peters, K.E. and Moldowan, J.M., 1993. The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments. Englewood Cliffs, N.J.:Prentice-Hall.
- Peters, K.E., and Cassa M.R 1994. Applied source rock geochemistry, in L.B, Magoon and W.G. Dow, eds., The petroleum system from source to trap: AAPG Memoir, 60,93-120.
- Shanmugam, G., 1985 Significance of coniferous rain forests and related organic matter in generating commercial quantities of oil, Gippsland Basin, Australia. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 69, 1241-1254,
- Taka, M., Şengüler, İ., Şener. M., 1992. Dodurga (Çorum) Yöresi Bitümlü Şeyllerinin Jeolojisi ve Kullanım Olanakları raporu No: 9529.
- Tissot, B.P. ve Welte, D.H., 1984. Petroleum Formation and Occurrence, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York, Tokyo.
- Turnovsky, S., Dodurga Linyitlerinin Mikropaleontolojik Etüdü Rapor No: 2996.
- Wedding, H. 1966. Alpagut-Dodurga Sahasındaki Kömür Zuhurlarının Yeni Etüdüleri Hakkında rapor No: 3925.

## ÖZGEÇMİŞ

Tattimbyek KHOİTİYN, 17/07/1991 yılında Moğolistan'ın Bayan-Ülgii ilinin, Altai ilçesinde doğdu. 1999 yılında Altai ilçesinde ilk okula başladı ve 2009 yılında Bayan-Ülgii ilinin "Bilge-Tegin" Lisesi'ni tamamladı. Aynı yıl içerisinde Moğolistan Devlet Üniversitesi'nin Coğrafya ve Jeoloji Fakültesi'nde Fosil Yakıt Araştırma Bölümü'ne başladı. Bu bölümden 2013 yılında başarıyla mezun olduktan sonra T.C Yurt Dışı Türkler ve Akrabalar Topluluğu Başkanlığı tarafından sağlanan Türkiye Burslarının Yüksek Lisans Programını kazanarak, 2013-2014 eğitim öğretim yılında Ankara Üniversitesi TÖMER Trabzon şubesinde Türkçe hazırlık kursunu C<sub>1</sub> dil seviyesiyle tamamladı. 2014-2015 eğitim öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2015 bahar yarıyılında derslerini tamamlayarak tez aşamasına geçtikten sonra 2016 Ekim ayında tez yazımını tamamladı.