

**ÇİVRİL, KARAHALLI (DENİZLİ) ARASINDA  
BULUNAN NEOJEN YAŞLI SEDİMAN TER BİRİMLERİN  
MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Ali KORKMAZ

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY

MADEN MÜHENDİSLİĞİ  
Haziran 2018

Bu tez çalışması 16.FEN.BİL.45 numaralı proje ile AKU BAPK tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇİVRİL, KARAHALLI (DENİZLİ) ARASINDA BULUNAN  
NEOJEN YAŞLI SEDİMANTER BİRİMLERİN MİNERALojİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Ali KORKMAZ**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ**

**Haziran 2018**

## TEZ ONAY SAYFASI

Ali KORKMAZ tarafından hazırlanan "Çivril Karahallı (Denizli) Arasında Bulunan Neojen Yaşlı Sedimanter Birimlerin Mineralojik ve Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi" adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 27/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY

Başkan : Prof. Dr. Fuzuli YAĞMURLU  
Süleyman Demirel Ün. Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY  
Afyon Kocatepe Ün. Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Zehra Ebru SAYIN  
Afyon Kocatepe Ün. Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
...../...../..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim EROL  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**27/06/2018**

**İmza**

**Ali KORKMAZ**

**ÖZET**  
Yüksek Lisans Tezi

**ÇİVRİL, KARAHALLI (DENİZLİ) ARASINDA BULUNAN NEOJEN YAŞLI  
SEDİMANTER BİRİMLERİN MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Ali KORKMAZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY

İnceleme alanı Batı Anadolu da Uşak Neojen havzasının doğu bölümünde yer alan Çivril, Karahallı (Denizli) arasında bulunan Neojen yaşlı birimleri kapsar. Bölgede bulunan temel kayaların büyük bölümü Menderes masifine ait metamorfiklerden oluşur. Mermer, fillit, kuvars-şist ve sleytten oluşan temel kayaları, havzanın batısında, güneyinde ve doğusunda yayılım gösterir. Karahallı Neojen havzasını dolduran tortullar alttan üste doğru fluviyal ve gölsel tortul birimlerden oluşmaktadır. Neojen istifinin en alt bölümünde bulunan fluviyal tortullar büyük bölümü ile zayıf pekleşmiş, yersel çapraz katmanlı kumtaşı, çakıltası, siltaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Havzayı dolduran gölsel tortullar alttan üste doğru yaygın olarak, kalkerli çamurtaşı, marn ve travertenlerden oluşmaktadır. Karahallı-Çivril Neojen havzası, doğudan ve güneydoğudan fayla sınırlanmıştır. Havza içinde geniş bir yayılım gösteren gölsel istifin en üst bölümünde bulunan travertenler, diğer gölsel ve fluviyal birimler ile birlikte, havzanın doğusunda Gürpınar fayına doğru giderek kalınlaşmaktadır.

İnceleme alanında TKİ tarafından on adet derin sondaj yapılmıştır. Sondajların derinliği 342 m ile 670m arasında değişmektedir. Sondajlarda birkaç seviyede ince kömür damarları kesilmiştir. XRD çalışmaları ile dolomit, kalsit, anhidrit, jips, feldispat, kuvars ve kil mineralleri belirlenmiştir. Kil minerallerinden simektit, illit ve kaolinit tespit edilmiştir.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve SiO<sub>2</sub> içerikleri genellikle killi seviyelerde yükselmektedir. Ca<sup>2+</sup> iyonları, karbonat kayaçların ana bileşenlerini oluştururlar. Kilce zengin örneklerde karbonatlara göre daha yüksek miktarda REE ve bazı iz element (V, Sc, Cr, Co, As, Ba, Rb, Th) içerikleri belirlenmiştir.

**2018, x +84 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Neojen, Batı Anadolu, Graben Baseni, Kil

**ABSTRACT**  
M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES  
OF NEOGENE AGED SEDIMENTARY UNITS BETWEEN KARAHALLI AND  
ÇİVRİL TOWNS (DENİZLİ)

Ali KORKMAZ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining engineering

**Supervisor:** Asst. Prof. Tülay ALTAY

The study area located in the eastern part of Uşak Neogene basins between Civril (Denizli) and Karahallı (Uşak) in Western Anatolia. The majority of the bedrock in the area is composed of metamorphic rocks of the Menderes Massif. The bedrock formed from marble, phyllite, quartz-schist and sleyt shows spread the west, south and east of the basin. Karahallı Neogene basin sediments consist of fluvial and lacustrine sediments from the bottom to the top. In the lower section of Neogene sequence, fluvial sediments are made up of poorly consolidated cross-layer terrestrial sandstone, conglomerate, siltstone and mudstone. The lacustrine sediments filling the basin are composed of calcareous mudstone, and marl and travertine. Karahallı-Çivril Neogene basin is limited to fault from the east and southeast. The travertines located at the uppermost part of the lacustrine deposit, which is widely distributed within the basin, are becoming increasingly thicker towards the Gürpınar fault east of the basin, together with other lacustrine and fluvial units.

Ten deep core drillings were carried out by the Turkish Coal Enterprise in the field. The depth of the cores varies between 670 m and 342 m. Thin coal seams in several levels of drilling carried out in the basin are cut. Dolomite, calcite, anhydrite, and gypsum with feldspar, quartz, smectite, illite and kaolinite were determined by XRD.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> contents are generally elevated in clayey levels. Ca<sup>2+</sup> ions are the main constituents of carbonate rocks. The contents of REE and some trace elements (V, Sc, Cr, Co, As, Ba, Rb, Th ) were determined in richer samples than in carbonates.

**2018, x + 84 pages**

**Keywords:** Neogene, Western Anatolia, Graben Basin, Clay



## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın 16.FEN.BİL.45 numaralı proje konusu, deneysel alışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY' a, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını gördüğüm Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü Batı Anadolu Kömür Arama Projesi ekibine ve Jeolojik Etüd Arama Dairesi personeline teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Ali KORKMAZ

AFYONKARAHİSAR, 2018

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1 İnceleme Alanının Yeri ve Coğrafi Özellikleri.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı.....	2
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	3
3. MATERYAL ve METOT .....	7
3.1 Arazi Çalışması.....	7
3.2 Laboratuar Çalışması .....	7
4. BULGULAR .....	9
4.1 Çalışma Alanının Jeolojisi .....	9
4.1.1 Ortaköy Formasyonu (Pzq) .....	10
4.1.2 Karahallı Formasyonu (Pkdkk) .....	13
4.1.3 Bükrüce Formasyonu (Jkbb) .....	14
4.1.4 Gömce Formasyonu (Kbg) .....	14
4.1.5 Sazak (Selcen) Formasyonu (Trjçs) .....	16
4.1.6 Çökelez Formasyonu (Jkçç) .....	16
4.1.7 Ulubey Formasyonu (Tpu) .....	17
4.1.8 Asartepe Formasyonu (Tpa) .....	19
4.1.9 Kuvaterner Oluşuklar (Qal).....	20
4.2 Sondaj Litolojisi.....	21
4.3 Mineraloji.....	55
4.4 Jeokimya .....	63
4.4.1 Ana element kimyası .....	63
4.4.2. İz ve nadir toprak element kimyası.....	66
4.5 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ve EDS İncelemeleri.....	72
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	76
6. KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ .....	84

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası .....	1
Şekil 4.1 İnceleme alanının jeoloji haritası .....	10
Şekil 4.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti.....	11
Şekil 4.3 Ulubey formasyonuna ait kilitaşı ve kireçtaşı seviyeleri. ....	18
Şekil 4.4 Karahallı-1 sondajının düşey kesiti. ....	22
Şekil 4.5 K1 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	23
Şekil 4.6 Karahallı-2/2T sondajının düşey kesiti. ....	25
Şekil 4.7 K2 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	26
Şekil 4.8 Karahallı-3 sondajının düşey kesiti. ....	29
Şekil 4.9 K3 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	30
Şekil 4.10 K4 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	32
Şekil 4.11 Karahallı-4 sondajının düşey kesiti. ....	33
Şekil 4.12 Karahallı-5 sondajının düşey kesiti. ....	36
Şekil 4.13 K5 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	37
Şekil 4.14 Karahallı-6 sondajının düşey kesiti. ....	39
Şekil 4.15 K6 sondajına ait karot fotoğrafı .....	40
Şekil 4.16 Karahallı-7/7T sondajının düşey kesiti. ....	41
Şekil 4.17 K7 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	42
Şekil 4.18 K8 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	44
Şekil 4.19 Karahallı-8 sondajının düşey kesiti. ....	45

<b>Şekil 4.20</b> Karahallı-9 sondajının düşey kesiti.....	47
<b>Şekil 4.21</b> K9 sondajına ait bazı karot fotoğrafları .....	48
<b>Şekil 4.22</b> K10 sondajına ait karot fotoğrafı .....	49
<b>Şekil 4.23</b> Karahallı-10 sondajının düşey kesiti.....	50
<b>Şekil 4.24</b> Karahallı yöresinde yapılan sondajların korelasyonu . .....	53
<b>Şekil 4.25</b> Karahallı yöresinde yapılan sondajların korelasyonu . .....	54
<b>Şekil 4.26</b> K1-158.20 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	59
<b>Şekil 4.27</b> K1-143.30 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	59
<b>Şekil 4.28</b> K1-164.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	60
<b>Şekil 4.29</b> K4-271.0 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	60
<b>Şekil 4.30</b> K4-407.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	61
<b>Şekil 4.31</b> K4-289.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	61
<b>Şekil 4.32</b> K7-268.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	62
<b>Şekil 4.33</b> K9-158.00 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	62
<b>Şekil 4.34</b> K1 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki .....	65
<b>Şekil 4.35</b> K4 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki .....	65
<b>Şekil 4.36</b> K9 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki .....	66
<b>Şekil 4.37</b> Karbonatca zengin örneklerin bazı iz elementlerinin NASC'a göre değişimleri .....	68
<b>Şekil 4.38</b> Kilce zengin bazı örneklerin bazı iz elementlerinin NASC'a göre değişimleri .....	68
<b>Şekil 4.39</b> K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri .....	70

<b>Şekil 4.40</b> K4 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.....	70
<b>Şekil 4.41</b> K9 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.....	70
<b>Şekil 4.42</b> K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.....	71
<b>Şekil 4.43</b> K4 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.....	72
<b>Şekil 4.44</b> K9 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri .....	72
<b>Şekil 4.45</b> Bal peteği yapısı gösteren simektitin elektron mikroskop görüntüsü (a, b, c) ve EDS analizi (d).....	73
<b>Şekil 4.46</b> Mısır gevreği yapısı gösteren simektitin elektron mikroskop görüntüsü (a) ve (b). .....	74
<b>Şekil 4.47</b> Sondaj numunelerinde feldispat, yeni mineralleşme ve simektit mineralleri (a), feldispat mineralinin EDS analizi (b), yeni mineralleşmelerin EDS analizi (K7-252.3) .....	74
<b>Şekil 4.48</b> Kaolinitin elektron mikroskop görüntüsü .....	75
<b>Şekil 4.49</b> a) Romboedrik dolomit kristalleri ve dolomitlerde gözlenen aşamalı büyüme, b) Küçük, iyi gelişmemiş kalsit kristalleri. ....	75

## ÇİZELGELER DİZİNİ

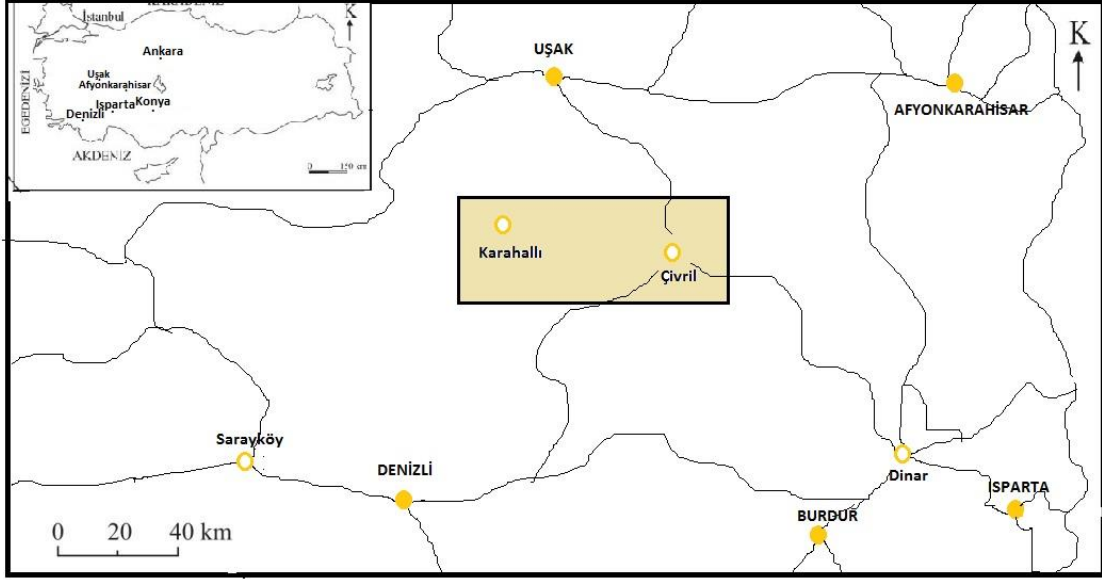
### Sayfa

<b>Çizelge 4.1</b> Sondaj numunelerinin mineralojik bileşimleri ve yarı nicel içerikleri .....	55
<b>Çizelge 4. 2</b> Sondaj örneklerinin ana element oksit içerikleri (%).....	64
<b>Çizelge 4.3</b> Sondaj örneklerinin iz element içerikleri (ppm) .....	67
<b>Çizelge 4.4</b> Sondaj örneklerinin nadir toprak element içerikleri (ppm).....	69
<b>Çizelge 4.5</b> Sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin anomali ve oranları .....	71

# 1. GİRİŞ

## 1.1 İnceleme Alanının Yeri ve Coğrafi Özellikleri

İnceleme alanı Ege Bölgesi'nin Doğusunda Uşak ili Karahallı ve Denizli ili Çivril ilçeleri arasında yer alır. İnceleme alanı 1/100000 ölçekli Uşak L23-a3-a4 topoğrafik haritası içerisinde yer alan yaklaşık 416 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Karahallı-Çivril yöresinde iklim koşulları karasaldır. Sıcak ve ılıman bir iklim hâkimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Coğrafi konumundan dolayı Akdeniz iklimi ile karasal iklimi arasında kaldığı için bitki örtüsü de buna benzer bir durum göstermektedir. Bölgede orman yok denecek kadar azdır. Şistlerin yüzeylediği kesimlerde bodur meşe, ahşap ve cam ağaçlarına az da olsa rastlanmaktadır. Bölgede ovalar bahçelerle kaplıyken neojen öncesi yaşlı birimlerin yüzeylediği yerlerde tarımsal alanlar mevcuttur.

Çalışma alanındaki başlıca yerleşim yerlerini Karalar, Gürpınar, Çisipli, Duraklı, Çokaklı, Karabedirler, Delihıdırlı, Karbasan, Buğdaylı, Somak, Yakacık, Mentese, İkizbaba, Kocakaya, Karahallı ve Çivril oluşturmaktadır.

## **1.2 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada Çivril (Denizli), Karahallı (Uşak) arasında bulunan Neojen yaşlı birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, elde edilen veriler ışığında tespit edilen minerallerin türleri, oluşum koşullarının araştırılması havzanın stratigrafik gelişiminin ortaya konulması amaçlanmıştır.



## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Çalışma alanı olarak seçilen bölgede çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu genel jeolojik amaçlıdır. Sedimenter kayaçların mineralojisi ve jeokimyasına yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Burada inceleme alanı ve yakın civarının jeolojisi, bölgede gözlenen Neojen birimlerin özellikleri ve ekonomik önemi üzerinde yapılan araştırmalara değinilmiştir;

Konyalı (1970), Çivril-Tokça-Karahacılı bölgesinin jeolojisini ve linyit imkânlarını incelemiştir. Bölgedeki temel birimleri Jura-Kretase yaşlı kalkerlerin oluşturduğunu, üzerine Miyosen yaşlı kıyasal birimlerin geldiğini, bu birimin üzerine Pliyosen yaşlı marn ve konglomeraların geldiğini ve en üstte ise alüvyonların bulunduğunu belirtmiştir. Çivril'in Karahacılı köyünde kalınlıkları 220cm, 100cm ve 40cm olan üç linyit seviyesi, Tokça köyü bölgesinde kalınlıkları 30-90cm arasında değişen beş linyit seviyesi tespit etmiştir.

Dürr (1975), Güneybatı Anadolu'da geniş bir alanda yüzeyleyen ve çekirdek kompleks (core complex) niteliğindeki Menderes Masifi, Pan-Afrikan yaşlı bir temel ve bunu bir kılıf gibi saran metamorfik şist örtüsünden oluştuğunu belirtmiştir.

Ünal (1981), Denizli-Çivril-Tokça kömürlü Neojen havzasının jeolojisini incelemiştir. Çalışma alanında temel birimlerinin Jura-Kretase yaşlı Tokça köyünün batısında yüzeyleyen kristalize kireçtaşları olduğunu belirtmiştir. Temel birimler üzerine Tokça bölgesinde yüzeyleyen Miyosen yaşlı tabandan tavana doğru konglomera, resif kalkerler, kömürlü kumtaşı marn, kumtaşı, kumlu marn içeren birimlerin geldiğini, bu birimlerin üzerine ise Bayat köyünden Bozdağ köyü ve Üçardıç tepelerine kadar uzanan Pliyosen yaşlı konglomeraların geldiğini belirtmiştir. Ayrıca çalışma alanında altı linyit damarı tespit etmiş ve bunlardan ikisinin ekonomik olduğunu belirtmiştir.

Koçyiğit (1984), Batı ve Orta Anadolu'daki genç grabenleşmeleri detaylı olarak ele almış ve haritalamıştır.

Çakmakoglu (1986), Çivril-Banaz-Sandıklı-Dinar arasındaki bölgenin jeolojisini

incelemiştir. İnceleme alanındaki temel birimleri Menderes masifi örtü şist ve karbonatlarına karşılık gelen Paleozoyik'ten Eosen'e kadar değişik kaya türleri içeren Burgaz grubu ile Batı Toroslar kapsamında, Paleozoyik'ten Lütesiyen'e kadar çeşitli kaya türlerinin görüldüğü Akdağ Grubu'nun oluşturduğunu belirtmiştir. Bu gruplardan Burgaz Grubu'nu tektonik olarak, Eosen yaşlı bloklu filiş niteliğindeki Düdükçüdere formasyonu ile Ortadağ-Belence Grubu, Akdağ Grubu'nu ise yine tektonik olarak Eosen yaşlı Homa melanji, Triyas-Kretase yaşlı Gököl Ünitesi ve Triyas-Jura yaşlı Ortadağ-Belence grubunun üzerlediğini ve bütün bu birimlerin üzerinde Neojen yaşlı kaya birimlerinin uyumsuz olarak bulunduğunu belirtir.

Konak vd. (1986), İnceleme alanının kuzeybatı kesiminde bulunan Çal-Çivril-Karahallı dolayının jeolojisini incelemiştir. Temeli Menderes masifinin örtü metamorfileri karşılığı olan Bekilli Grubu kayalarının oluşturduğunu belirtmiştir. Bekilli Grubu'nun üzerine bindirmeli bir dokanakla gelen Mesozoyik yaşlı Çökelez grubu kayalarının dinamik metamor-fizma etkileri taşıyan konglomera, kumtaşı, silttaşı, şeyl araldanması ile başlayıp üste doğru kumlu killi kireçtaşı birimine ve daha üstte kristalize kireçtaşlarına geçiş gösterdiklerini ve bu birimin üzerine de filiş ve ofiyolitik birimlerin tektonik bir dokanakla geldiğini belirtmişlerdir. Temel birimler üzerine açısız uyumsuzlukla Oligosen-Alt Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve silttaşından oluşan Bayıralan formasyonu, üzerine uyumsuzlukla Üst Miyosen yaşlı kumtaşı, kilttaşı, silttaşı, tüfit, marn ve gölsel kireçtaşı araldanmasından oluşan Killik formasyonu, üzerine Pliyosen yaşlı benzer litolojilerden oluşan Sakızcılar formasyonu, daha üstte ise gölsel kireçtaşlarından oluşan Ulubey formasyonunun geldiğini ve tüm bu birimleri açısız uyumsuzlukla örten Pliyo-Kuvaterner yaşlı gevşek konglomera kumtaşı silttaşından oluşan Asartepe formasyonunun geldiğini belirtmişlerdir.

Göktaş vd. (1988), Çivril- Çardak arasının jeolojisini incelemiştir. Baklan graben sistemi içinde yüzeyleyen Üst Miyosen yaşlı gölsel ve akarsu çökellerinden oluşan formasyonu Kızılören formasyonu olarak tanımlamışlardır. Çardak-Tokça baseninin Oligosen yaşlı kayaçlarını ise Armutalanı, Çardak, Hayrettin, Tokça ve Bozdağ olmak üzere beş formasyona ayırmışlardır. Bu birimler içerisinde Hayrettin ve Tokça formasyonlarının kömür içerdiğini ve bentik foraminiferler-de yaptıkları çalışma ile

Hayrettin formasyonunun Orta-Geç Oligosen, Tokça formasyonunun ise Geç Oligosen yaşlı olduğu belirtmişlerdir.

Öztürk ve Öztürk (1989), inceleme alanını da içerisine alan geniş bir bölgenin jeolojisini incelemişlerdir. Bölgede temel birimler üzerine açısız uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı Güzelyayla formasyonunun geldiğini ve formasyonun çakıllı gevşek tutturulmuş kumtaşı, ince taneli çakıltaşları ile başlayıp açık kırmızı-kahve çamur taşlarıyla devam ettiğini belirtirler. Formasyon alt bölümü batıda Kızılburun Formasyonu olarak tanımlanmıştır ve formasyonun marn-kiltaş-silttaş ince orta katmanlı kireçtaşları da içerdiğini belirtmişlerdir. Güzelyayla formasyonunun üstüne Çivril ve Baklan arasında ve Işıklı göl güneyinde oldukça geniş bir alanda yayılım gösteren, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı kıltaşı, killi kireçtaşı, kumtaşı, silttaş ve çamurtaşından oluşan Karataş formasyonunun geldiğini belirtmişlerdir ve bu formasyonunun üzerine Pliyo-Kuvaterner yaş aralığında Kepeztepe formasyonunun depolandığını belirtmişlerdir.

Savaşçın (1989) ve Savaşçın vd. (1990), volkanik aktivitelere dayanarak Ege'de gözlenen sıkışma ve genişleme tektonik evrelerinin birbirini izlediğini ve Ege'de genişleme tektonizmasının ürünü bazik volkanitlerin 10 milyon yıl yaş verdiklerini belirtirler. Orta Anadolu'daki benzerlerinin ise Kuvaterner-güncel yaşlı olduğunu belirtirler. Savaşçın (1989), bu olayı Ege'deki graben sistemlerinin doğuya doğru gençleşmesi ile de uyumlu bir olay olarak görür.

Savaşçın ve Güleç (1990), Batı Anadolu'da sıkışma tektonizmasını izleyen Neotektonik dönem volkanizmasının, stratigrafik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinde bir önceki ada yayı volkanizmasından farklılık gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Akgün vd. (2007), Çardak-Tokça, Burdur ve İncesu molas havzalarındaki kömürlü Tersiyer tortullarının palinostratigrafik-mikropaleontolojik korelasyonu incelemişlerdir. Çardak-Tokça havzasının Bartoniyen (Orta Eosen)-Priaboniyen (Geç Eosen) yaşlı totullarının tropikal iklim şartlarında çökeldiğini, Oligosen tortullarının ise subtropikal iklim şartlarında çökeldiğini belirtmişlerdir.

Boyraz (2011), Denizli yöresi (Çal, Çivril, Baklan) Neojen yaşlı eski toprakların (Paleosol) sedimentolojisini incelemiştir. Paleosol içeren tortulların, Çal-Bekilli ve Çivril yörelerinde, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Çağlayan Formasyonu'nun üst düzeylerinde yer aldığını belirtmiştir. Formasyonun altta iraksak yelpaze tortullarıyla (sarı-kırmızı alacalı renkli konglomera, kumtaşı, çamurtaşı) başladığını, akarsu tortullarıyla (ince tabakalı kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı) devam ettiğini belirtmiştir. Paleosol oluşumlarının, büyük ölçüde formasyonun Pliyosen yaşlı çökelleri içinde kaldığını, depolanmanın devam ettiği Pliyosen döneminde akarsu tortulları ve/veya paleosol seviyeleri üzerine Killik Formasyonu olarak tanımlanan gölsel birimlerin (marn, kiltası) geldiğini belirtmiştir. Kuvaterner döneminin ise Çivril-Baklan grabeni içerisinde eski bataklık-göl tortulları, eski yamaç döküntüleri, Büyük Menderes Nehrinin taşıdığı tortullar, yelpaze çökelleri ve yamaç döküntüleri ile temsil edildiğini belirtmiştir.

### **3. MATERYAL ve METOT**

Çalışma yöntemleri Arazi ve Laboratuar çalışmaları olarak yapılmıştır.

#### **3.1 Arazi Çalışması**

Tez çalışması kapsamında 2016 ve 2017 yaz döneminde arazi çalışması yapılmıştır. Bölgede TKİ tarafından kömür arama sondajları yapılmıştır. Havzada yapılan sondajlarda da birkaç seviyede ince kömür damarları kesilmiştir. Havzada yapılan bu sondajlar takip edilerek örnekleme yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında alınan örnekler incelenerek böylece havza daha geniş bir kapsamda ele alınmıştır ve havzanın stratigrafik gelişimi de incelenmiştir.

#### **3.2 Laboratuar Çalışması**

İnceleme alanında çalışmanın amacına uygun olarak on adet sondaj takip edilmiş ve sistematik örnekler alınmıştır K1 sondajı (342.5m), K2 sondajı (407m), K3 sondajı (364m), K4 sondajı (670m), K5 sondajı (466m), K6 sondajı (405m), K7 sondajı (350m), K8 sondajı (372m), K9 sondajı (391m), K10 sondajı (354m) (Şekil 1.1b). Sondajlardan alınan örnekler alındığı metreye göre isimlendirilmiştir. Arazi gözlemleri sonrası yürütülen laboratuar çalışmalarında ilk olarak, sondajlardan alınan örneklerin toz haline getirildikten sonra X-ışınları difraktometresi yardımıyla mineralojik bileşimi belirlenmiştir. Çekimlerin değerlendirilmesi sonucu kil mineral içeriği yüksek veya saf kil örnekleri üzerinde kil boyu mineralojik bileşimin belirlenmesi için seçilen örneklerden kil çekimi yapılmıştır. Örneklerin tüm kayaç analizi ve kil boyu fraksiyonu (Normal, etilen glikollü ve 550°C'de fırınlanmış) Afyon Kocatepe Üniversitesinde TUAM laboratuarında yapılmıştır. Normal (N) difraktogramı  $2\theta=2^{\circ}-70^{\circ}$ , etilen glikollü difraktogramı  $2\theta =0^{\circ}-30^{\circ}$ , fırınlı çekimi ise ( $2\theta= 0^{\circ}-30^{\circ}$ ) aralığında yapılmıştır. X-ışınları çözümlenmeleri, Shimadzu 6000 model ve Bruker D8 Advance X-ışınları difraktometreleri kullanılarak yapılmıştır. Minerallerin % içerikleri Gündoğdu (1982) tarafından verilen kütle absorpsiyon katsayıları kullanılarak belirlenmiştir. Bu metodun nispi doğruluğu  $\% \pm 15$  dir.

Mineralojik analiz sonuçlarının elde edilmesinden sonra seçilen örneklerin jeokimyasal

özelliklerini belirlemek için ana, iz ve nadir toprak element analizleri Acme (Kanada) Laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Analizlerde ICP-MS ve EAS (Inductial Couple Plazma – Mass Spectrometry, Emission Spectrometry) ile ana oksit ve iz element, ateşte kayıp (kil, karbonat ve sülfatlarda), Leco analizi ile karbonat ve sülfat içeren örneklerde toplam C ve S analizleri (ACME laboratuvarında, Kanada) yaptırılmıştır.

Taramalı Elektron Mikroskopta yapılan incelemelerle minerallerin morfolojilerinin saptanması yanında, neoforme minerallerin ilişkileri, kristal büyüklükleri, dönüşümleri incelenmiş, minerallerin kimyası (EDS analizi ile) ve bu minerallerin kökeni, oluşum evreleri diğer veriler de dikkate alınarak yorumlanmıştır.

Arazi gözlemleri ve laboratuvarlarda yapılan ve yaptırılan analiz sonuçları yorumlanmış, gerektiğinde haritalara taşınarak, kesitler hazırlanıp bu kesitlerin bölgesel ölçekte deneştirmeleri yapılmıştır. İnceleme alanında gözlenen farklı mineral oluşumlarını kontrol eden jeolojik-kimyasal-fiziksel etmenler belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

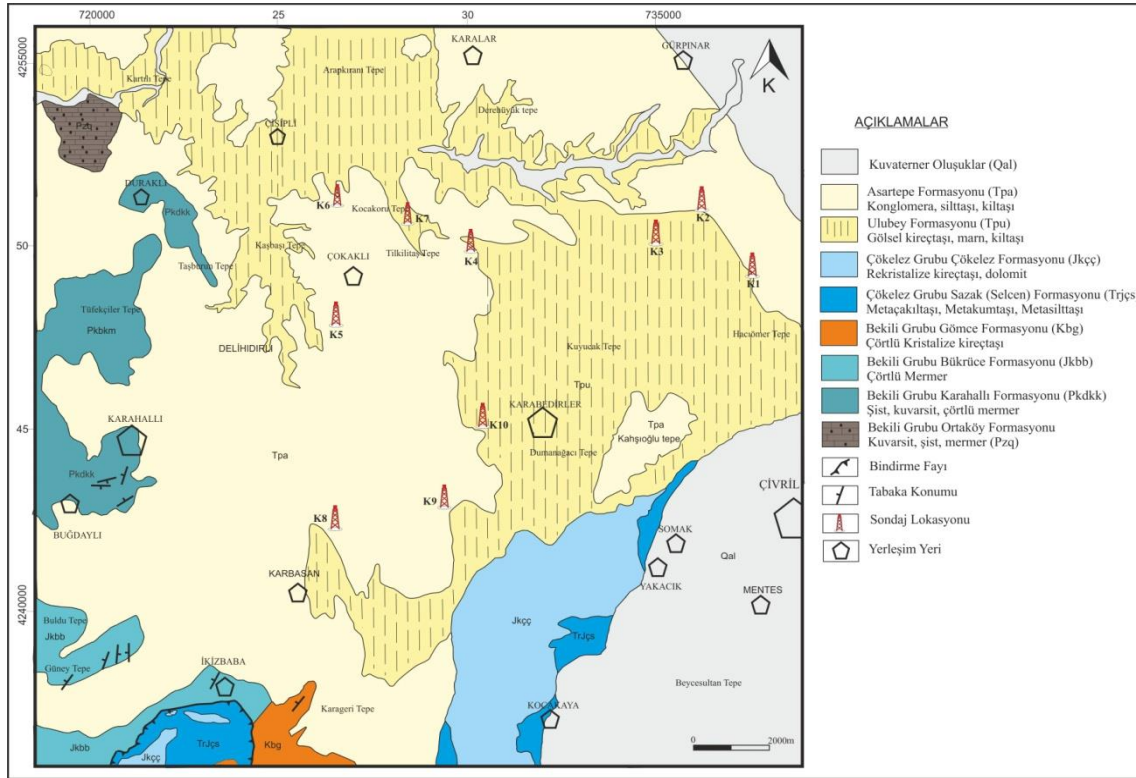
### 4.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı Uşak Neojen havzasının doğu bölümünde yer alır. Uşak Neojen havzası çoğunlukla KD-GB ve K-G uzanımlı faylarla kontrol edilen bir havzadır. İnceleme alanında yaygın olarak Neojen yaşlı birimler yer almaktadır. Karahallı Neojen havzasını dolduran tortullar alttan üste doğru fluviyal ve gösel tortul birimlerden oluşmaktadır. Neojen istifinin en alt bölümünde bulunan fluviyal tortullar büyük bölümü ile zayıf pekleşmiş, yersel çapraz katmanlı kumtaşı, çakıltası, siltaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Havzayı dolduran gösel tortullar alttan üste doğru yaygın olarak, kalkerli çamurtaşı, marn ve travertenlerden oluşmaktadır. Havza içinde çoğunlukla yatay konumlu olarak bulunan gösel tortullar, havzanın kenar bölümlerine doğru 10-12 derece arasında değişen düşük eğimlenmeler ve dalgalanmalar gösterebilmektedir.

Karahallı-Çivril Neojen havzası, doğudan ve güneydoğudan fayla sınırlanmıştır. Havzayı doğudan sınırlayan ve yaklaşık olarak K-G yönünde uzanım gösteren havza kenar fayı (Gürpınar fayı) ana çizgilerde Neojen tortullarını metamorfik temel kayalarından ayıran, büyük olasılıkla, büyüme fayı özelliğine sahip bir faydır. Havza içinde geniş bir yayılım gösteren ve Neojen yaşlı gösel istifin en üst bölümünde bulunan travertenler, diğer gösel ve fluviyal birimler ile birlikte, havzanın doğusunda Gürpınar fayına doğru giderek kalınlaşmaktadır (Şekil 4.1) (Konak vd. 1986, Erinç 1957).

İnceleme alanının temelini Menderes Masifi'nin örtü metamorfizmaları karşılığı olan Bekilli Gurubu kayaları oluşturur. Bekilli Gurubu'nun en alt düzeyini düşük dereceli metamorfizma özelliği gösteren mermer band ve mercekli, değişik mineral parajenezlerdeki şistler (granatlı şist, iki mikalı şist, fillat, serisit, klorit şist, kloritoyidli kuvars-muskovit şist, kuvars-muskovit şist, kuvars şist, kalkşist) ve kuvarsitler (Ortaköy Formasyonu) oluşturur. Üste doğru çört bandı içeren mermerler kuvarsit, kuvars şist, kalkşist ve çört bandlı mermer ardalamasına (Karahallı Formasyonu) geçilir. Belli bir düzeyden sonra, tremolit-aktinolit şist ve asbest mercekleri de içeren bu litoloji topluluğunun üzerine ise geçişli olarak çört bantlı ve

bazı düzeylerinde amfibol mineralleri bulunduran mermerlere (Bükrüce Formasyonu) geçilir. Stratigrafide herhangi bir kesiklilik olmaksızın üste doğru ince tabakalı, laminalı ve yeşilimsi, pembemsi, kırmızımsı renkli mermerler (Gömce Formasyonu) oluşturur. Bekili Grubunun üzerine bindirmeli bir dokanakla gelen Çökelez Grubu kayaları kırıntılı bir düzeye başlar. Çökelez Grubu'nun en alt düzeyini ince tabakalı, süt kuvarslı konglomera, metaçakıtaşı, metakumtaşı ve metasilttaşı (Sazak Formasyonu) oluşturur. Üste doğru rekristalize kireçtaşı, dolomite (Çökelez Formasyonu) geçilir. Çökelez grubu üzerine uyumsuz olarak yer yer kilitaşı ve marn ara düzeylerine (Ulubey Formasyonu) geçilir. Ulubey Formasyonunun üstünde konglomera, silttaşı, kilitaşı (Asartepe Formasyonu) oluşturur. En üstte de alüvyon çökeller bulunur (Şekil 4.2) (Konak vd. 1986, Erinç 1957).



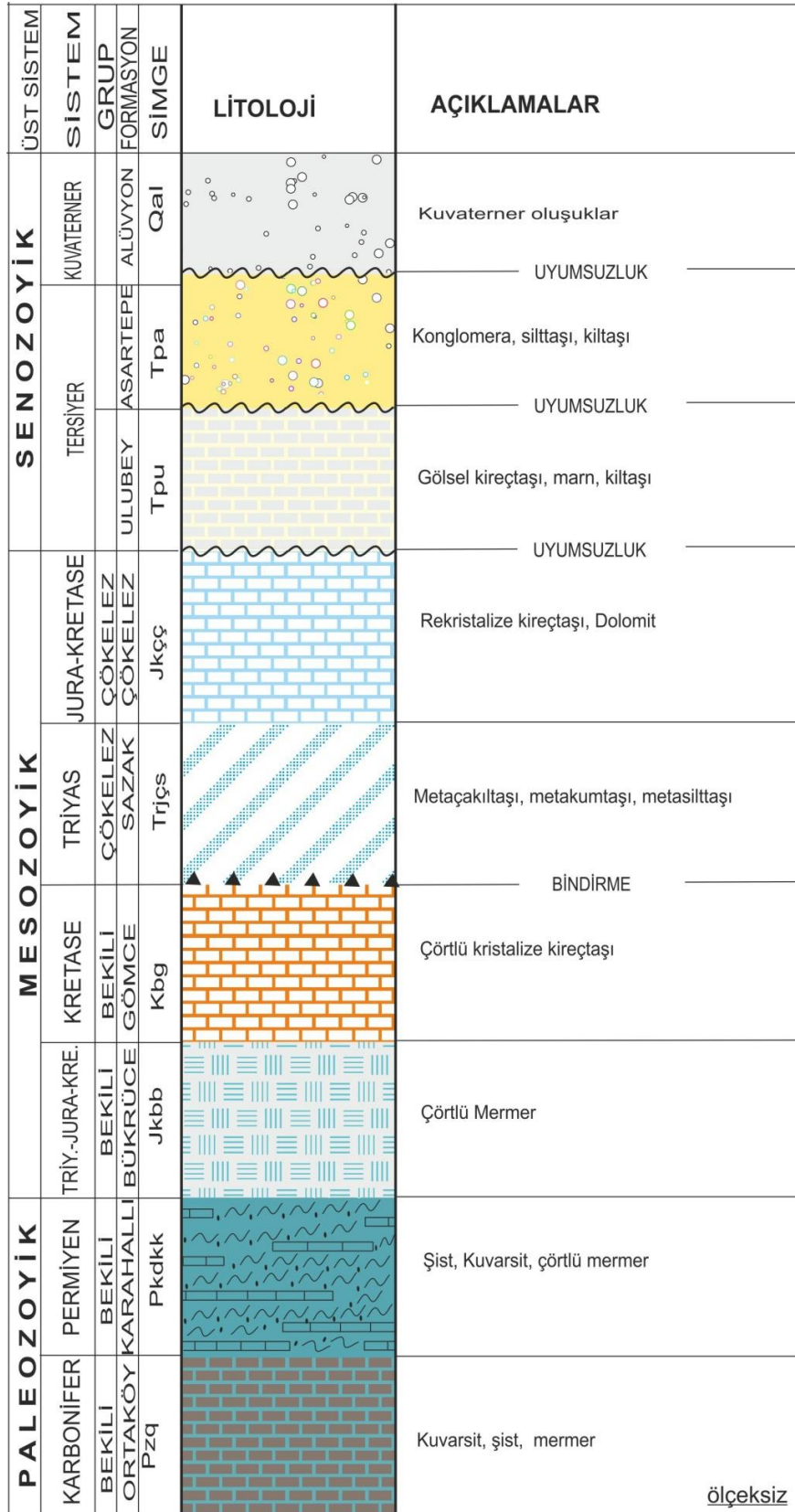
Şekil 4.1 İnceleme alanının jeolojisi haritası (Konak vd. 1986, Erinç 1957).

#### 4.1.1 Ortaköy Formasyonu (Pzq)

İnceleme alanının kuzeybatısında Duraklı yerleşim yerinin kuzeyinde (Uşak L23-a3-a4) dar bir alanda yüzeylenen Ortaköy Formasyonu KB-GD doğrultusunda uzanım



göstermektedir. Alt sınırı gözlenemediğinden kalınlığı kesin olarak bilinmemektedir.



Şekil 4.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Konak vd. 1986, Erinç 1957).

Ortaköy formasyonu düşük dereceli metamorfizma özellikleri göstermektedir. Değişik mineral parajenezleri içeren 1-2 m kalınlığında kuvarsit, kuvarsitşist, kalkışist ve daha kalın düzeyler halinde mermer band ve merceklerine rastlanmaktadır. Alt seviyelerde granatlı şistler yüzeylerken, üste doğru kuvarşistler yüzeylemektedir ve çoğunlukla granat içermeyen şistlere geçilir (Erinç 1957).

Ortaköy formasyonunda bulunan şistler orta-ince kalınlıkta ve belirgin yapraklanmalıdır. Renkleri kirli beyaz, bej, sarımsı ve açık kahverengimsi tonlardadır. Kalınlıkları birkaç cm. den 15-20 m. arasında değişmektedir. Kalın düzeyler halinde gözlemlendiklerinde, aralarında granat şist, mika şist, fillat, kuvarsit, kalkışist ve mermer band ve mercekleri gözlemlenmektedir (Akdeniz vd. 1986).

Ortaköy formasyonunda çeşitli şistler arasında band ve mercekler şeklinde mermer yüzeylemektedir. Kalınlıkları 15-20 cm. ile 15-20 m arasında değişmektedir. koyu gri, mavimsi, beyazımsı, açıkgrimsi arasında değişken renklere sahiptirler. Kalın düzeyler genellikle orta-kalın tabakalanmalı olmasına karşın, ince band ve mercekler laminalı bir yapıya sahiptir. Laminalı yapının egemen olduğu kesimlerde renk araldanması ve gelişen akma kıvrımları gözlemlenmektedir. Koyu renkli bant ve mercekler dolomitiktir. Dolomitik olanların dış kısmı toprağımsı, kırılma yüzeyleri ise düzensizdir. Lamina ve tabaka yüzeyleri boyunca beyaz mikalar dizili olduğundan bu yüzeyler parıltılı bir görünüm sunar. Mermer band ve merceklerinin alt ve üst düzeyleri genellikle geçişli oldukları kalkışistlerle sınırlıdır (Erinç 1957).

İnceleme alanında Ortaköy Formasyonu kapsamındaki metamorfitleerde yaş verebilecek fosile rastlanmamıştır. Bu nedenle bölgesel deneştirmeye dayanılarak olası bir yaş düşünülebilir. Yeşilköy (Denizli) dolayında, Karadağ formasyonuna eşdeğer olabilecek kayalarda Üst Devoniyen-Alt Karbonifer yaşını veren fosiller bulunmuştur. Göktepede (Muğla) benzer litolojilerin üst düzeyleri Permo-Karbonifer fosilleri içerirler (Çağlayan vd. 1980).

Akhisar dolayında benzer metamorfitleeri metamorfite çakılı içeren Orta-Üst Triyas yaşlı çökeller açısız uyumsuzlukla örter (Konak vd. 1986, Akdeniz vd. 1986). Aynı durum

Simav dolayında, Mahmut Dağında izlenir. Pamukkale kuzeyinde şistler arasındaki mermer merceklerinde Permo-Karbonifer fosillerinin varlığından bahsedilmektedir (Yalçınlar 1963).

Yukarıdaki veriler ışığında Ortaköy Formasyonunun Siluro Devoniyen ile Permo-Karbonifer arasında bir yaşta olabileceği savunulabilir (Erinç 1957).

#### **4.1.2 Karahallı Formasyonu (Pkdkk)**

İnceleme alanında Ortaköy formasyonu üzerine uyumlu olarak Karahallı formasyonu gelmektedir. Karahallı Paşalar yolu boyunca, Buğdaylı-Karahallı-Duraklı arasında gözlenmektedir. Oldukça sık kıvrımlı bir yapıya sahip olması nedeniyle kesin kalınlık verilmesi zordur.

Düşük dereceli metamorfizma özelliğindeki kuvarsit, kuvars şist, kuvars-muskovit şist, fillat, serisit-klorit, şist, kalkşist ve çört bandlı mermer ardalanmasından meydana gelen Karahallı Formasyonu, bazı düzeylerinde tremolit-aktinolit şist mercekleri bulundurur. Sık tekrarlanmalı olarak gözlenen bu litolojiler birkaç cm. ile birkaç m. arasında değişen kalınlıktadır. Makroskopik özellikleri bakımından Ortaköy Formasyonu kapsamında tanımlanan kayalarla benzerdirler (Akdeniz vd. 1986).

25-30 cm. ye varan kalınlıklardaki band ve mercekler şeklinde bulunan kuvarsitler, kirli beyaz, bej, yer yer koyu renklindedir. Zor aşındıklarından şistler arasında çıkıntılar oluştururlar (Erinç 1957).

Kalınlıkları yer yer 8-10 m. yi bulan mermer band ve mercekleri formasyon içinde sık ardalanmalı olarak gözlenirler. Çoğunlukla kalkşist-mermer ardalanması biçiminde izlenen mermerler ince-orta tabakalanmalı, çört bandlı ve laminalanmalıdırlar. Laminalı mermerlerde gelişen akma kıvrımları belirgin olarak izlenebilmektedir. Kirli beyaz, sarımsı, turuncumsu, mavimsi, kurşuni ve siyaha yakın renklere olabilmektedirler.

İnceleme alanında Karahallı Formasyonu kapsamında litolojilerde yaş verebilecek

herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ancak altında ve üstünde bulunan formasyonların yaşı dikkate alındığı zaman istif içindeki yeri değerlendirilirse; Karahallı Formasyonunun yaşı Üst Permiyen-Alt Triyas olması gerekir (Erinç 1957).

#### **4.1.3 Bükrüce Formasyonu (Jkbb)**

İnceleme alanında Karahallı formasyonu üzerine uyumlu olarak Bükrüce formasyonu gelmektedir. İnceleme alanının güneybatısında (Uşak L23-a4) yayılım göstermektedir. Alt sınırı gözlenemediğinden kalınlığı kesin olarak bilinmemektedir. Oldukça sık kıvrımlı bir yapıya sahip olmasına karşılık kalınlığının 150-200 m dolayında olduğu düşünülmektedir.

Kirli beyaz ve grinin değişik tonlarında renklere sahip olan Bükrüce formasyonu kapsamındaki mermerler, orta-kalın ve yer yer belirsiz tabakalanmalı olup bazı düzeyleri dolomitiktir. Şeker dokulu olmaları ve yer yer çört bandı içermeleri genel özelliklerindedir. Alt düzeylerinde seyrekçe görülen çört bantlarının kalınlığı 1-5 cm arasında değişir. Üst düzeylere doğru ince-orta ve belirgin tabakalı, daha sık çört bandlı mermerler yaygınlaşırlar ve yeşilimsi, bejimsi, pembemsi renkler egemen olur (Konak vd. 1986).

İleri derece yeniden kristallen mermerlerde yaş verebilecek herhangi bir organik kalıntıya rastlanılmaması nedeniyle Bükrüce formasyonunun yaşı sorun olarak kalmaktadır. Ancak alttaki ve üsteki birimlerin konumu dikkate alındığında, formasyonun Triyas-Jura-Kretase aralığında çökelmiş olabileceği ileri sürülebilir.

#### **4.1.4 Gömce Formasyonu (Kbg)**

İnceleme alanında Bükrüce formasyonu üzerine uyumlu olarak Gömce formasyonu gelmektedir. İnceleme alanının güneyinde Karageri tepenin güney batısında (Uşak L23-a4) dar alanda yer alan Gömce formasyonu, alt dokanağı mermerlerle geçişli, üste doğru kalkıştı ve metaflış benzeri litoloji topluluğuna geçiş gösteren yeşilimsi, pembemsi,

kırmızımsı renkli ve çört bantlı kristalize kireçtaşı içermektedir.

Gömce Köyü-İkizbaba Köyü doğusu boyunca kıvrımlı bir yapı sunan ve genelde pembe ve kırmızımsı rengin egemen olduğu çört bantlı kireçtaşları, yaklaşık KD-GB doğrultusunda yüzeylenirler. Gömce formasyonunun kalınlığı 50-100 m. arasında olduğu tahmin edilmektedir.

Bükrüce formasyonundan ince-orta ve belirgin tabakalı, çört bantlı kristalize kireçtaşları ile temsil edilen Gömce formasyonuna geçişte alttaki mermerlerde egemen olan beyaz-gri ve koyu renklerin yerini, giderek pembemsi, yeşilimsi ve kırmızımsı renkler alır. Bu değişim çört bandlarının sıkışması ve kırıntılı düzeylerin belirmesiyle de kendini gösterir (Konak vd. 1986).

Kristalize kireçtaşlarının arasında 1-2 cm. ile birkaç cm. kalınlığında serizit-klorit-kalkşist düzeyleri izlenmekte ve yeşil renkleriyle dikkati çekmektedir.

Kırmızı kristalize kireçtaşları arasında izlenen kalkşist ve serizit-klorit-kalkşist band ve mercleklerinin daha kalın ve giderek daha sık tekrarlanmalı olarak bulunduğu gözlemlenmiştir. İkizbaba köyü doğusunda söz konusu ardalanma tipiktir. Egemen kaya türünün kırmızı renkli rekristalize kireçtaşı olması nedeniyle belirtilen kesimlerdeki kayalar Gömce formasyonu kapsamında değerlendirilmiştir. Söz konusu yörelerde yer yer asbestli düzeylere rastlanmıştır. Yeşilimsi renkleriyle dikkati çeken asbestli düzeyler Bükrüce formasyonunda izlenen tremolit- aktinolit şistlerce benzerlik sundukları gözlenmiştir (Erinç 1957).

Gömce formasyonunun genellikle alt düzeylerindeki türbiditik çökeller cinsleri tayin edilemeyecek derece kristalize olmuş organik kalıntıları kapsamaktadır. Bu fosiller iyi korunmadığından cinsleri ve dolayısıyla yaşları konusunda görüş belirtilmesi zordur. Buradan derlenen örnekleri inceleyen F. Armağan bazı fosilleri rudist kırıntularına benzeterek olasılı Kretase yaşı üzerinde durmuştur (Erinç 1957).

#### **4.1.5 Sazak (Selcen) Formasyonu (Trjçs)**

İnceleme alanının güney ve güney doğusunda (Uşak L23-a4) dar alanlarda yer alan Sazak formasyonunun bindirmeli bir dokanakla Bekilli Grubu üzerine gelen ve üstte kireçtaşları ile geçişli olan metakırıntı kayalardan oluştuğu gözlemlenmiştir.

Sazak formasyonunun yayılım alanı içindeki tanıtıcı kesitleri, İkizbaba yerleşim yerinin güneyinde (Uşak L23-a4) izlenebilir. Süller-İkizbaba arasında yer yer yüzeylenen Sazak formasyonunun kalınlığı 50-250 m. arasında değişmektedir (Erinç 1957).

Genelde boz, kirlili sarı, kahve, kızıl renklerde olan Sazak formasyonu, tabanının gözlenebildiği kesimlerde, bol süt kuvars çakıllı, yersel breşik görünümlü, bir metakonglomera ile başlar. İkizbaba güneyinde, kuvarsitleri örten bir çakıl yaygısı görünümündeki bu metakonglomera tabakalanmasız veya düzensiz yapraklanmalıdır. Alt seviyelerde 4 m. kalınlığa ulaşan, metakumtaşları ile ardalanmalı çakıltaşı seviyeleri, üste doğru kaybolarak yerini metasilttaşı, metakıltaşı ve mercekli kireçtaşlarına bırakır.

Sazak formasyonu, yer yer düşük dereceye ulaşan, başlangıç aşamasındaki metamorfizma koşulları altında başkalaşım geçirmiştir (Konak vd. 1986).

Yaşını saptayabilecek organik kalıntı bulundurmayan Sazak formasyonu, stratigrafik konumu ve litofasiyesleri ile Menderes masifi çevresinde geniş yayılım gösteren Orta-Üst Triyas kırıntılarına yakın benzerlikler gösterdiğinden Orta-Üst Triyas yaşında olduğu kabul edilmiştir (Erinç 1957, Akdeniz vd.1986)

#### **4.1.6 Çökelez Formasyonu (Jkçç)**

İnceleme alanında Sazak formasyonu üzerine uyumlu olarak Çökelez formasyonu gelmektedir. İnceleme alanının güneyinde İkizbaba yerleşim yerinin güney batısında (Uşak L23-a4), Somak ve Kocakaya yerleşim yerlerinin batısında geniş alanlarda yer alan genellikle kristalize, açık renkli kireçtaşlı birim Çökelez formasyonu olarak

tanımlanmıştır.

İkizbaba yerleşim yerinin güney batısında KD-GB uzanımı ile yüzeylenen formasyonun inceleme alanındaki kalınlığı 100-500 m. dolayındadır.

Çökelez formasyonu, killi kireçtaşı üzerine gelen siyaha yakın koyu renkli ince tabakalı, laminalı bir kireçtaşı seviyesi ile başlar. 2-3 m. kalınlığındaki bu seviyeden sonra pembemsi, bej, gri renkli kireçtaşlarına geçilir. Kızıl, sarı renklerde olabilen bu kireçtaşları, düzenli, ince orta tabakalı, kalsit damarlı ve koyu renkli dolomit ara seviyedir. Koyu gri, yer yer beyaz renklerdeki, iri dolomit kristalli dolomitize kireçtaşları kalın tabakalıdır.

Sert, yer yer camsı görünümlü, bol kalsit damarcıklı, çatlaklı ve kırıklı kireçtaşında sık kıvrımlar gözlenebilir. Düzensiz erimelerden dolayı tabakalanma çoğu alanlarda güç belirlenir (Konak vd. 1986).

Çökelez formasyonu mikritik kısımlarından alınan örneklerde, yalnızca kötü korunmuş birkaç Trocnolina sp., Lituolidae, Ekinoideae ve alg kalıntısı bulunabilmiştir. Bu formlarla birime ancak Jura-Kretase yaşı verilebilmiştir (Erinç 1957).

#### **4.1.7 Ulubey Formasyonu (Tpu)**

Alttan Çökelez formasyonu ile uyumsuz olarak gelen, üstte Pliyo-Kuvarterner çökelleri ile uyumsuzlukla örtülü, inceleme alanında geniş bir alanda (Uşak L23-a4) yer alan KD-GB uzanımı ile yüzeylenen yer yer kıltaşı ve marn ara düzeyleri bulunduran gölsel kireçtaşları Ulubey formasyonu adı altında ayırtlanmış olup, bu ad Ercan vd (1978)' den alınmıştır.

Genellikle alt düzeylerde silttaşı-kıltaşı, marn-killi kireçtaşı araldanması ile başlayan formasyon, üste doğru gölsel kireçtaşlarına geçer (Şekil 4.3). Bazı durumlarda silttaşı-marn araldanmasında, ara konglomera mercceklerine rastlanmaktadır. Özellikle temel üzerine aşamalı olarak doğrudan geldiğinde, alt düzeylerinde 50-250 cm. kalınlığına

erişen konglomera ve kumtaşı düzeyi bulunmaktadır.



**Şekil 4.3** Ulubey formasyonuna ait kiltası ve kireçtaşı seviyeleri (Karalar köyü Karahallı ilçesi yolu üzeri).

Kirli beyaz, açık pembemsi yer yer grimsi ve krem renklerde olan görsel kireçtaşları gözenekli, düzensiz kırılmalı, erime boşluklu ve bazı düzeyleri silisifiedir. Yer yer karstik yapı gösterirler. Orta-kalın tabakalanmalı olup, bazen tabakalanmaları belirsizdir.

Formasyonun çoğunlukla alt düzeylerinde çapları 4-5 cm ye varan kongresyonlara, bolca gastropod kavrıklarına daha üstteki görsel kireçtaşlarında ise bu fosillerle birlikte, özellikle tabakaların üst yüzeylerinde solucan izlerine rastlanmaktadır (Erinç 1957).

Fosil bulgularına göre formasyonun Alt-Orta Pliyosen yaşında olabileceği, Üst Pliyosen'e kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Ercan vd. 1978).

Kumtaşı ve silttaşı düzeyleri genellikle ince-orta tabakalanmalı ve kiremit rengindedir. Gevşek dokulu ve iyi tutturulmamış olduklarından, bazı kesimlerde alüvyondan veya toprak örtüsünden ayırtlanmalarında güçlük çekilmektedir. Yer yer çapraz tabakalan,



oygu-dolgu gibi sedimanter yapılar gelişkin olup aralarında kanal dolgusu biçiminde konglomera mercekleri yer almaktadır.

Kumtaşı ve silt taşı arasında yer yer beyaz renkli marn ve karbonatça zengin merceklerin varlığı ilgi çekicidir. Bu tip oluşumlar menderesli ırmak yataklarındaki terkedilmiş kanallarda veya çukurlarda depolanan çökeller olabilir.

Kumtaşı ve silttaşları içinde yer yer bitki kalıntıları, Pliyosene ait gastropod kavkı parçaları bulunabilmektedir. Söz konusu kavkı parçaları büyük bir olasılıkla Pliyosen yaşlı formasyonlardan koparak taşınmış fosillerdir.

Fosil bulgularına dayalı yaşı verilemeyen formasyonun bölgesel dağılımı ve dolayısıyla stratigrafideki yeri değerlendirildiğinde, Pliyo-Kuvarternerde çökelebileceği söylenebilir (Erinç 1957).

#### **4.1.8 Asartepe Formasyonu (Tpa)**

Pliyosen yaşlı çökeller üzerine uyumsuz olarak gelen genellikle iyi tutturulmamış konglomera, kumtaşı, silttaşı gibi flüviyal çökeller Asartepe formasyonu adı altında ayırtlanmış olup, formasyonun adı Ercan vd (1978)'den alınmıştır.

Delihıdırlı güneyinde (Uşak L23-a4) Karbasan-İkizbaba arasında, Karahallı doğusunda tip kesitleri incelenen Asartepe Formasyonu oldukça geniş bir alanda yüzeylendiği gözlemlenmiştir.

Yaklaşık Karahallı-Karbasan-Karabedirler-Delihıdırlı'nın (Uşak L23-a1-a3-a4) çevrelediği alanda olduğu gibi, doğrudan gösel kireç taşlarını örter durumda bulunurlar. Belirtilen alanda yatay konumlu gösel kireçtaşlarının üzerine geldiklerinden, derin vadilerle oyulduklarında vadiler boyunca alttaki gösel kireçtaşları yüzeylenir ve genel anlamda plato görünümünde bir morfoloji meydana gelir.

Buğdaylı dolaylarında (Uşak L22-b3) Tersiyer öncesi temelin havzalarda doğrudan

temel kayalar üzerine gelirler. Ancak havzanın dışı bağlantılı olduğu kesimlere doğru, söz konusu çökellerin altında, belki ince düzeyler şeklinde Pliyosen yaşlı çökeller bulunabilir.

Formasyonun kalınlığı ortalama 40-50 m dolayında olmasına karşın yer yer 150-200 m. ye kadar ulaştığı sanılmaktadır.

Genellikle kızılımsı, kahvemsı, bordomsu ve kirli sarımsı renklerin egemen olduğu formasyonun içinde yer yer kirli beyaz, açık sarımsı renklerde merceksi düzeylere de rastlanmaktadır. Orta-kalın ve az belirgin tabakalı konglomera-kumtaşı-silttaşı ardalanması şeklinde olan formasyon, yer yer kiltası ve marn mercekleri de içermektedir (Konak vd. 1986).

Konglomeralar genellikle polijenik olup, çakılları Tersiyer öncesi temele ait kayalardan kaynaklanmıştır. Çoğu kuvars, kuvarsit, kuvarsşist, kuvars-muskovit şist, granatlı şist, fillat ve mermer gibi metamorfik kaya çakıllarını içeren konglomeraların matriksini kum, silt ve kil oluşturmaktadır. Çok iyi yuvarlanmış çakılların yanında az köşeli veya köşeli çakıllar da bulunabilmektedir. Tersiyer öncesi temele yakın kesimlerde genelde kötü boylanmalı olan konglomeraların çakıl boyutları 15-20 cm ye ulaşabilmektedir. Tersiyer öncesi temelden uzaklaştıkça tane boyuna giderek ufalama, tabakalanmada ise giderek belirginleşme gözlenmiştir (Erinç 1957). Ercan vd. (1977) Asartepe Formasyonunu, Pliyo-Kuvaterner yaşında kabul etmektedirler.

#### **4.1.9 Kuvaterner Oluşuklar (Qal)**

İnceleme alanının kuzey batısında Gürpınar yerleşim yeri çevresinde ve inceleme alanının güney doğusunda Çivril yerleşim yeri çevresinde (Uşak L23-a4) geniş alanlarda yer alan birim uyumsuz olarak Asartepe formasyonu üzerinde yüzeylemektedir.

Yörede bulunan Kuvaterner oluşukları travertenler, birikinti konileri, özellikle derelerin oluşturduğu taraçalar, eski ve yeni alüvyonlar ile karakterize olunur (Ercan vd. 1978).

## 4.2 Sondaj Litolojisi

Baklan grabeninin kuzeyinde yer alan ve bu graben ile benzer konuma sahip Karahallı havzası içinde, toplam olarak 10 adet derin araştırma sondajı TKİ Kurumu Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır.

### Karahallı-1 Sondajı

Karahallı-1 (K1) sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının doğu kenarında yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı-1 sondajı, havzayı doğudan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 2 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Bu sondajda kesilen birimler ve tanımlan özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

**0–50 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çakıltası ve çamurtaşı ve yersel kireçtaşı bileşenlerinden oluşan fluviyal istifeye ait kırıntılı tortullar kesilmiştir.

**50–90 m.** Egemen olarak kırmızımsı-kahve ile sarımsı-kahve arasında değişen, zayıf pekleşmiş çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası düzeylerinin ardalanmasından oluşan kırıntılı istif (**fluviyal ortam**)

**90-195 m.** Çoğunlukla sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, bol gastropodlu kiltası, ile orta ile iyi pekleşmiş killi kireçtaşı ve gözenekli travertenlerin ardalanmasından oluşan görsel istif. Bu sondajda 152-154 m. arasında kalan seviyede, başlıca kömürlü çamurtaşı ve kiltasından oluşan bir **kömür horizonu** kesilmiştir. Bu kömür horizonu içinde kalınlığı **20 cm.** olarak ölçülen ve siyahımsı renkli sert linyitten oluşan **kömür damarı** kesilmiştir (**lacustrine ortam**).

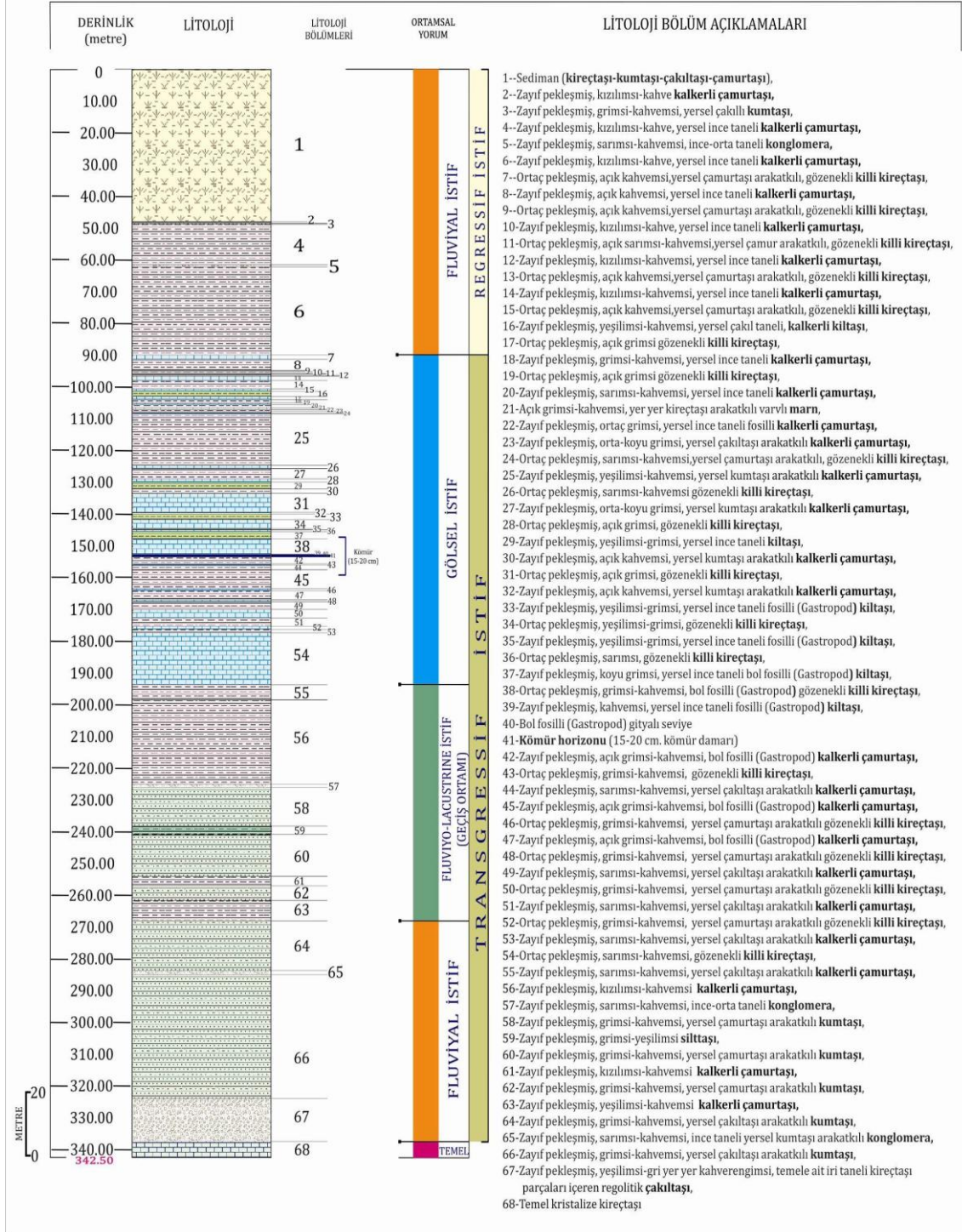
**195-265 m.** Büyük bölümüyle sarımsı-kahverengi olabilen, zayıf pekleşmiş kumtaşı, kalkerli çamurtaşı ve yersel çakıltası ara düzeylerinden oluşan kırıntılı istif. Bu istif içinde çok seyrek olarak yeşilimsi gri, organik maddece zengin siltaşları yer alır (**tipik fluviyo-lacustrine ortam**).

Sondaj No : **KARAHALLI-1**

Çivril (Denizli)

Ruhsat No : ER-3307083  
Pafta No : L23a3

Koordinatlar : X-4248869  
Y-0737672  
Kot : Z- 1034 m.



Şekil 4.4 Karahallı-1 sondajının düşey kesiti.

**265-339 m.** Başlıca grimsi kahverenginde olabilen zayıf pekleşmiş kumtaşı ve çakıltaşı ile yersel çamurtaşı aradüzeylerinden oluşan kırıntılı istif. İstifin en alt bölümünde,

alttaki temel kayalarından türemiş çakıllar içeren ve taban konglomerası olarak adlandırılabilir regolitik oluşuklar yer alır (**Fluviyal ortam**) (Şekil 4.4 ve 4.5).

**339-342.50 m.** Metamorfik temele ait, koyu grimsi, bol kalsit damarlı rekrystalize kireçtaşları (**Metamorfik temel**).



**Şekil 4.5** K1 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

Bu sondaj da altta fluviyal, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle fluviyo-lacustrine ve lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir. Bu transgressif istif, en üstte bulunan ve kırmızımsı renkte karasal-fluviyal tortullar ile temsil edilen regressif tortul istif tarafından üstlenir. Bu sondaj da, gölsel istif içinde

yersel olarak bulunan ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatkılar, yöredeki Neojen göl ortamının sık sık karasal koşulların etkisi altında kaldığını göstermesi bakımından önemlidir. Bu karasal arakatkılar aynı zamanda, havzayı sınırlayan kenar fayların denetiminde gelişen ani temel yükselmelerine ve buna bağlı gelen hızlı aşınmayı gösterir.

Karahallı-1 sondajında 152-154 metreler arasında gölsel istif içinde bir kömür horizonu kesilmiştir. Bu kömür horizonu içinde 20 cm. kalınlığa ulaşan bir kömür damarı yer almaktadır. Bu sondajda kesilen kömür horizonu ile bunun içinde bulunan **20 cm. kalınlıktaki kömür damarı**, ortamın kömürleşme için son derece uygun oluşunu göstermesi bakımından önemlidir. Ancak, gölsel ortama hızla taşınan kırmızımsı karasal kırıntılı tortullar, bu sondajın bulunduğu kesimde yeterli kalınlıkta kömür oluşumunu engellemiş olmalıdır.

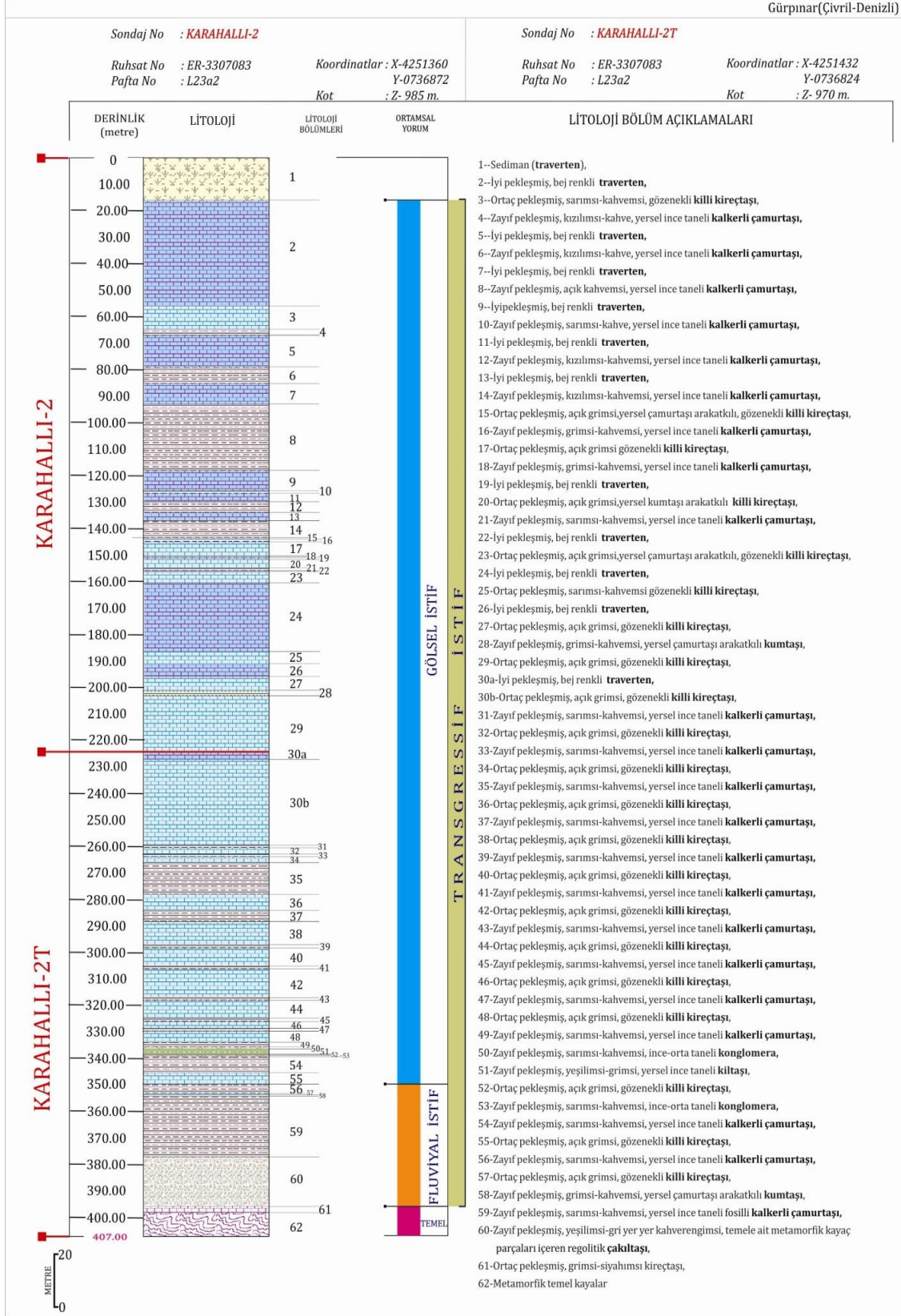
### **Karahallı-2/2T Sondajları**

Karahallı-2 sondajına 225 metrede, takım sıkışması nedeniyle ara verilmiş ve eksik kalan sondaj işlemine, Karahallı-2/T sondajında devam edilmiş ve temele ulaşılmıştır.

Karahallı-2 (K2) sondajı, Karahallı-1 sondajında olduğu gibi, Karahallı-Çivril Neojen havzasının doğu kenarında yer almaktadır. Karahallı-2 sondajı, havzayı doğudan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 1.5 km, güneydeki Karahallı-1 sondajına ise 2.3 km. uzaklıkta bulunmaktadır.

Bu sondaj da başlangıçta 20 metreye dek, daha çok travertenlerden oluşan gölsel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda 20–407 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.6 da, sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.7 de verilmiştir.

**0–20 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak travertenlerden oluşan gölsel istife ait kırıntılı tortullar kesilmiştir.



Şekil 4.6 Karahallı-2/2T sondajının düşey kesiti.

**20–350 m.** Çoğunlukla sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen bol gözenekli traverten, killi kireçtaşı, ve zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı ardalanmasından oluşan gösel istif. Özellikle killi kireçtaşı ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve düzenli laminalanma özelliği gösteren kilitaşı arakatmanları olağandır (**lacustrine ortam**).

**350-399 m.** Büyük bölümüyle sarımsı-kahverengi olabilen, zayıf pekleşmiş kumtaşı, çamurtaşı ve yersel çakiltası ara düzeylerinden oluşan kırıntılı istif. Bu istif içinde, yersel olarak, sarımsı-gri kalkerli çamurtaşları yer alır (**tipik fluviyo-lacustrine ortam**).

**399-407.00 m.** Metamorfik temele ait, koyu grimsi, bol kalsit damarlı rekristalize kireçtaşları ve mikaşistler (**Metamorfik temel**).



**Şekil 4.7** K2 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

Bu sondaj da altta fluviyal, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ortamda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir.



Karahallı-1 sondajında kesilen gösel tortullar, 195 metrede sona ermesine karşın, Karahallı-2 sondajında kesilen gösel tortulların kalınlığı 350 metreye dek çıkmaktadır. Gösel tortul istif arasındaki bu kalınlık farkı, Karahallı-1 ve Karahallı-2 sondajları arasında, büyük olasılıkla, havza içinde D-B uzanımlı olarak gelişmiş, yüzeylememiş bir fayın varlığını yansıtmaması bakımından önemlidir.

Karahallı-1 sondajında olduğu gibi, Karahallı-2 sondajında, gösel istif içinde yersel olarak bulunan, ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatlıklar, havzayı doğudan sınırlayan kenar fayların denetiminde gelişen ani temel yükselmelerine ve buna bağlı gelen hızlı aşınmayı gösterir.

Karahallı-1 sondajında 152-154 metreler arasında gösel istif içinde gözlenen kömür horizonu, Karahallı-2 sondajında kesilmemiştir. Bu durum, Karahallı-1 sondajında kesilen kömür horizonunun, kuzeye doğru derinleşen göl koşullarına bağlı olarak, Karahallı-2 sondajının bulunduğu alanda, gösel tortullara derecelendiğini gösterir. Ortamın kuzeye doğru derinleşmesinin yanı sıra, gösel ortama hızla taşınan kırmızımsı karasal kırıntılı tortullar, bu sondajın bulunduğu kesimde kömür oluşumuna uygun koşulların ortaya çıkmasını engellemiş olmalıdır.

Gösel tortul istif arasındaki bu kalınlık farkı, Karahallı-1 ve Karahallı-2 sondajları arasında, büyük olasılıkla, havza içinde D-B uzanımlı olarak gelişmiş, yüzeylememiş bir fayın varlığını yansıtmaması bakımından önemlidir.

Karahallı-1 sondajında olduğu gibi, Karahallı-2 sondajında, gösel istif içinde yersel olarak bulunan, ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatlıklar, havzayı doğudan sınırlayan kenar fayların denetiminde gelişen ani temel yükselmelerine ve buna bağlı gelen hızlı aşınmayı gösterir.

### **Karahallı-3 Sondajı (K3)**

Karahallı-3 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının orta bölümünde yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik

kayalar yer alır. Karahallı-3 sondajı, havzayı doğudan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 4 km uzaklıkta bulunmaktadır.

Bu sondaj da başlangıçta 15 metreye dek daha çok gösel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda 15-364 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.8' de, sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.9 da verilmiştir.

**0–15 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gösel istifeye ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**15-328 m.** Çoğunlukla sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen bol gözenekli traverten, killi kireçtaşı ve zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı ve kiltası araldanmasından oluşan gösel istif.

Özellikle killi kireçtaşı ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kiltası arakatmanları olağandır (**lacustrine ortam**).

**328-360 m.** Büyük bölümüyle sarımsı kahverengi ile açık grimsi, zayıf pekleşmiş çakiltası, kumtaşı ve yersel çamurtaşı arakatıklarından oluşan kırıntılı istif. Bu istifin tabanında temele ait metamorfik kayalardan türemiş çakıl bileşenleri içeren kırmızımsı kahverenkli renkli, kötü boylanmalı ve çamur aramaddeli regolitik çakiltaları yer alır (**tipik fluvial ortam**).

**328-364 m.** Metamorfik temele ait, koyu grimsi, bol kalsit damarlı rekristalize kireçtaşları (**Metamorfik temel**).

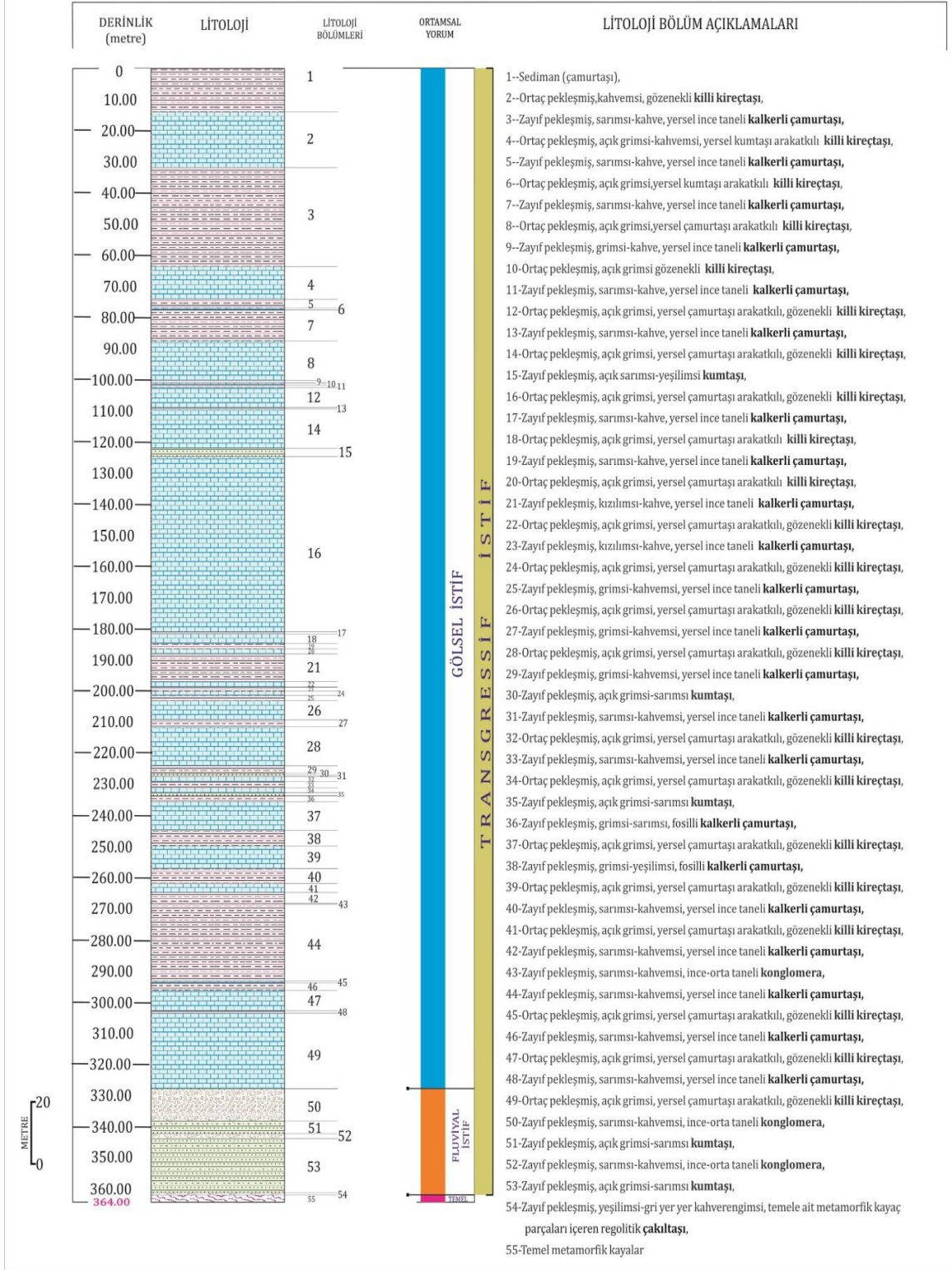
Karahallı-3 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının orta bölümünde yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı-3 sondajı, havzayı doğudan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 4 km uzaklıkta bulunmaktadır.

Sondaj No : **KARAHALLI-3**

Gürpınar (Çivril-Denizli)

Ruhsat No : **ER-3307085**  
Pafta No : **L23a3**

Koordinatlar : **X-4249546**  
**Y-0735007**  
Kot : **Z- 977 m.**



Şekil 4.8 Karahallı-3 sondajının düşey kesiti.



Şekil 4.9 K3 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

Bu sondaj da altta fluvial, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir. Karahallı-1 ve Karahallı-2 sondajlarında, gösel istif içinde yersel olarak bulunan ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatlılara Karahallı-3 sondajında rastlanmamıştır. Bu durum, Karahallı-3 sondajının bulunduğu kesimde havzanın derinleştiğini ve karasal girdilerin bu alana fazla ulaşmadığını göstermesi bakımından önemlidir.

Diğer taraftan, Karahallı-1 sondajında 152-154 metreler arasında gösel istif içinde gözlenen kömür horizonu, Karahallı-3 sondajında kesilmemiştir. Bu durum, Karahallı-1 sondajında kesilen kömür horizonunun, büyük olasılıkla, batıya doğru derinleşen göl koşullarına bağlı olarak, Karahallı-3 sondajının bulunduğu alanda, gösel tortullara derecelendiğini gösterir.

#### **Karahallı-4 Sondajı**

**Karahallı-4** sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının orta bölümünde yer

almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı-4 sondajı, havzayı batıdan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 6 km. uzaklıkta bulunmaktadır.

Bu sondaj da başlangıçta 60 metreye dek daha çok killi kireçtaşlarından oluşan gösel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda 0-670 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.10' da, çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.11' de verilmiştir.

**0-60 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gösel istifeye ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**60-271 m.** Çoğunlukla sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen bol gözenekli traverten, killi kireçtaşı ile zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı ve yersel kilit taşı araldanmasından oluşan gösel istif. Özellikle killi kireçtaşı ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler, ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kilit taşı arakatmanları olağandır (**lacustrine ortam**).

**271-278 m.** Yeşilimsi gri, yersel laminalı, seyrek kömürleşmiş bitki kalıntılı kilit taşı (**Göl kıyısı çamur düzlüğü**).

**278-285 m. Kömür Horizonu (7 m.).** Siyahımsı ile koyu kahverengi arasında değişen, kömür, killi kömür ve organik maddece zengin kömür izli çamurtaşı araldanmasından oluşan istif. Toplam 7 metre kalınlığa ulaşan bu horizon içinde kalınlığı 2 ile 25 cm arasında değişen ince kömür damarları yer almaktadır. Bu horizon içinde kesilen kömürler siyahımsı, ortaç pekleşmiş ve mat görünümündedir.

**285-294 m.** Koyu grimsi, kömür izli çamurtaşı.

**294-295.50 m. Kömür Horizonu (1.5 m.).** Koyu grimsi ile siyahımsı arasında değişen, kömür, killi kömür ve kömür izli çamurtaşından oluşan horizon. Toplam 1.5 metre kalınlıktaki bu horizon içinde 20 ve 15 cm kalınlıkta iki farklı kömür damarı kesilmiştir.

Kesilen kömürler siyahımsı, sert yapılı ve yarı parlak özelliindedir.



Şekil 4.10 K4 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

**295.50-475 m.** Sarımsı-kahve ile açık grimsi, orta ile zayıf pekleşmiş çamurtaşı, kalkerli çamurtaşı ve kiltaşından oluşan istif. Bu istif içinde kumtaşı ve çakiltaşından oluşan arakatmanlar yersel olarak bulunur (**Fluviyo-lacustrine istif**).

**475-495 m.** Açık grimsi, gözenekli travertenimsi kireçtaşı, killi kireçtaşı (**Gölsel istif**)

**495-670 m.** Çoğunlukla, sarımsı-kahve ile açık grimsi, orta ile zayıf pekleşmiş çamurtaşı, kalkerli çamurtaşı ve kiltaşından oluşan tortul istif. Bu istif içinde kumtaşı ve çakiltaşından oluşan arakatmanlar yersel olarak bulunur (**Fluviyo-lacustrine istif**).

Sondaj No : **KARAHALLI-4**

Ruhsat No : **ER-3307078**

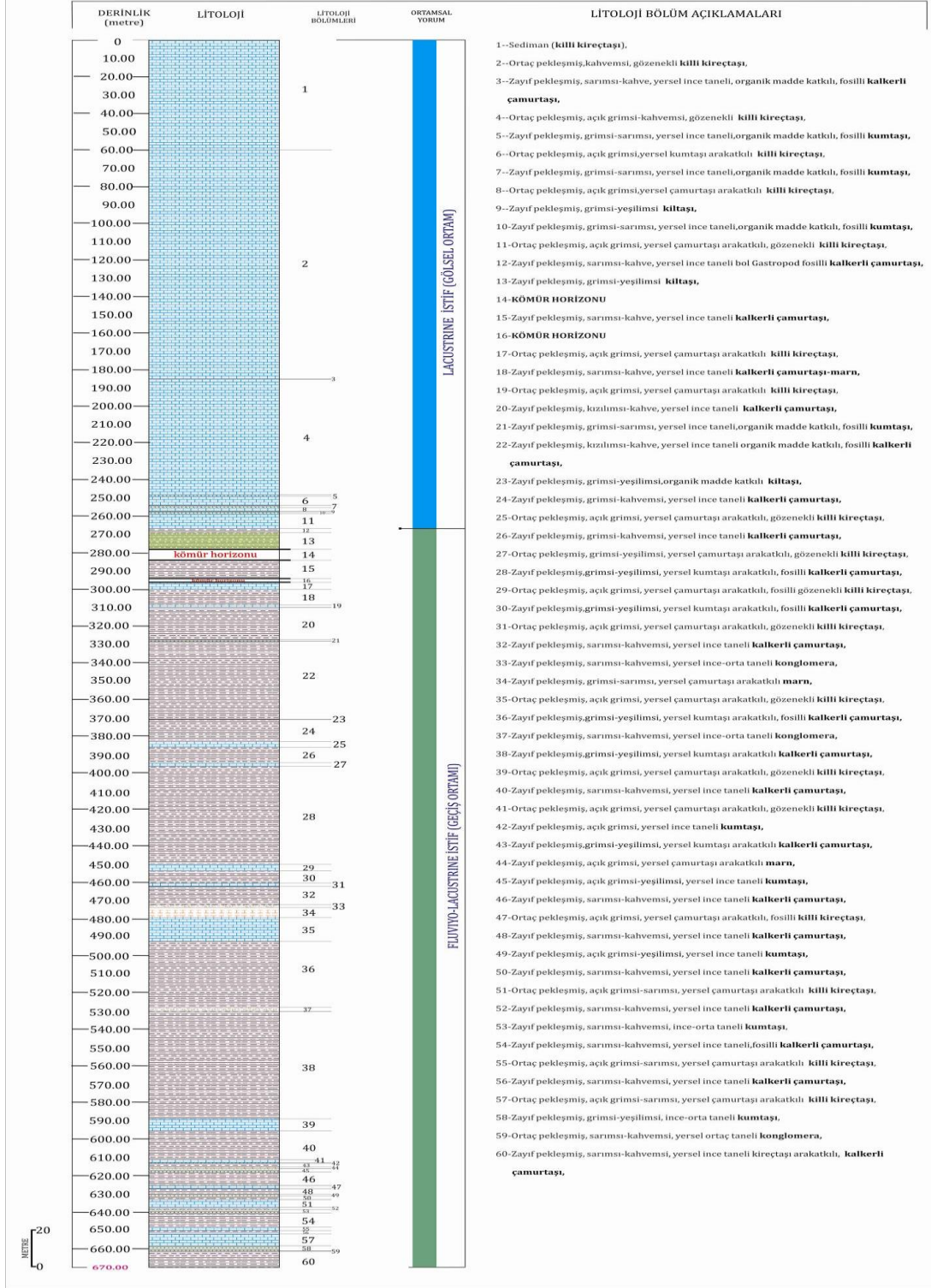
Pafta No : **L23a3**

Koordinatlar : **X-4249370**

**Y-0730090**

Kot : **Z- 930 m.**

Çökaklı (Çivril-Denizli)



Şekil 4.11 Karahallı-4 sondajının düşey kesiti.

Bu sondaj da altta fluviyo-lacustrine, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir. Karahallı-1 ve Karahallı-2 sondajlarında, gölssel istif içinde yersel olarak bulunan ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatklara Karahallı-4 sondajında rastlanmamıştır. Bu durum, Karahallı-4 sondajının bulunduğu kesimde havzanın derinleştiğini ve karasal girdilerin bu alana fazla ulaşamadığını göstermesi bakımından önemlidir.

Diğer taraftan, yukarıda da belirtildiği gibi, Karahallı-4 sondajında, 278-285 metre ile 294-295.5 metreler arasında olmak üzere **iki ayrı kömür horizonu** kesilmiştir. **Üst kömür horizonu 7 m, alt kömür horizonu ise 1.5 m** kalınlıktadır. Bu kömür horizonları içinde kalınlıkları 2 ile 25 cm arasında değişen kömür damarlarının varlığı tespit edilmiştir.

Bu durum, araştırma yapılan havzanın kömürleşme açısından uygun koşullar taşıdığını göstermesi bakımından önemlidir. Ancak, büyük olasılıkla havza içi fayların etkisi ile yüksek hızda gelişen sübsidansa bağlı olarak derin sayılabilecek gölssel koşulların ortaya çıkışı, havzanın bu yöresinde ekonomik sayılabilecek bir kömür yatağının oluşmasını engellemiş olmalıdır.

Diğer taraftan havzanın bu kesiminde, 700 metreye ulaşan kalın bir Neojen istifinin varlığı, paleotopografik koşulların yanısıra, havza içindeki faylara bağlı olarak, yüksek hızda gelişen sübsidansın ve derin sayılabilecek gölssel koşulların varlığını yansıtması bakımından önemlidir.

### **Karahallı-5 Sondajı**

Karahallı-5 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının batı bölümünde yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı-5 sondajı, havzayı batıdan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 3 km uzaklıkta bulunmaktadır.



Bu sondaj da başlangıçta 60 metreye dek daha çok killi kireçtaşlarından oluşan gölssel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda 0-466 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.12' de, sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.13 de verilmiştir.

**0-60 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde, yüzeysel toprağın yanısıra, egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gölssel istifeye ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**60-250 m.** Çoğunlukla sarımsı, açık grimsi, kalın katmanlı ve masif yapılı, iyi pekleşmiş, bol gözenekli, yersel kalkerli çamurtaşı arakatmanlı traverten (**lacustrine ortam**).

**250-395 m.** Egemen olarak açık-orta grimsi, yersel sarımsı kahverengi olabilen çamurtaşı, kalkerli çamurtaşı ve traverten ardalanması (**fluviyo-lacustrine istif**).

**395-460 m.** Çoğunlukla kırmızımsı kahve, zayıf pekleşmiş, kötü boylanmalı çakıltaşı, çakıllı çamurtaşı ve yersel gözlenebilen kumtaşı arakatmanlarından oluşan kaba kırıntılı istif.

İstifin alt bölümünde metamorfik temelden türemiş çakıllar içeren regolitik oluşuklar gözlenir (**alüvyonal yelpaze ve fluviyal istif**).

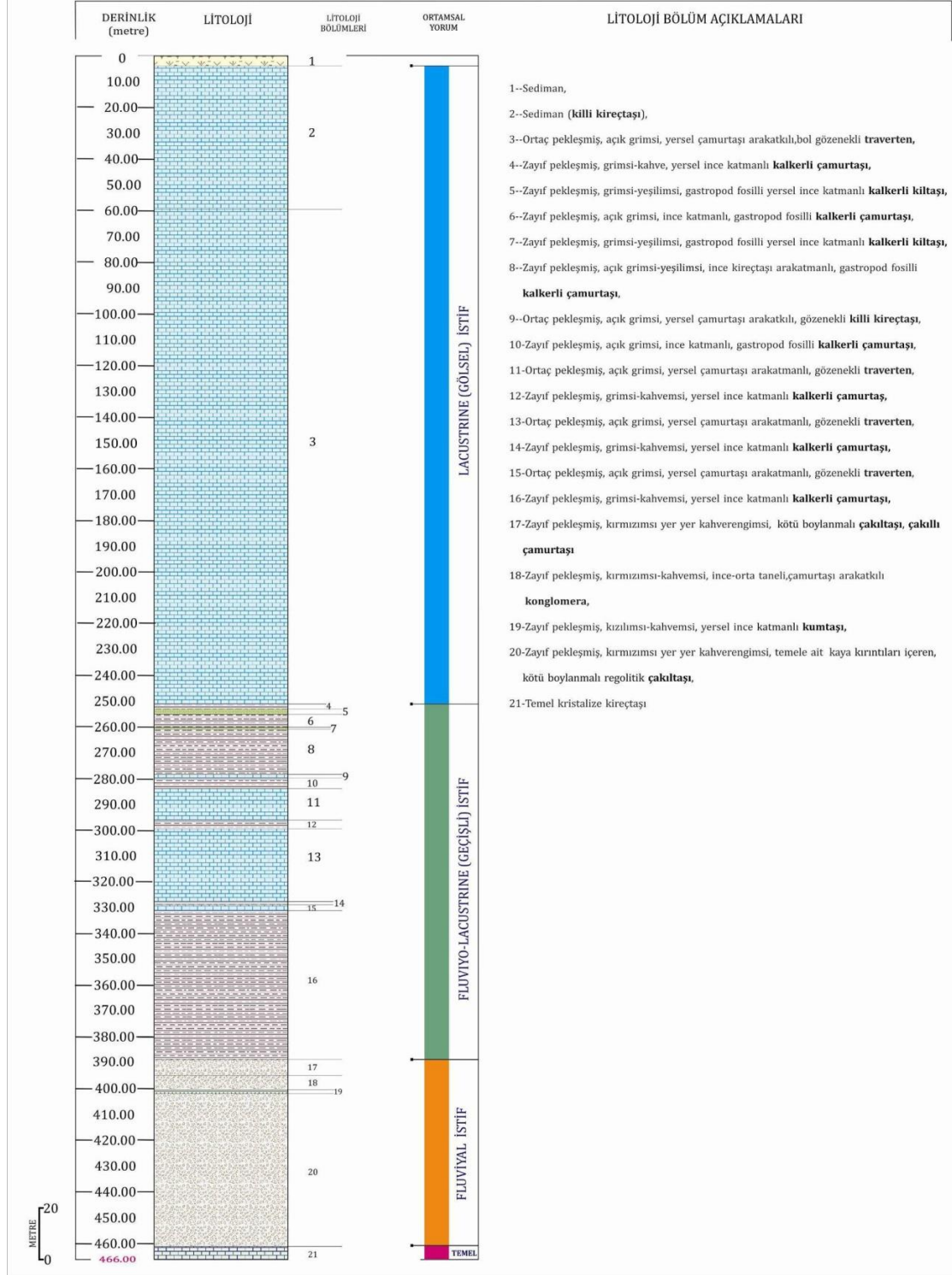
**460-466 m.** Koyu grimsi rekristalize kireçtaşları (**metamorfik temel**).

Sondaj No : KARAHALLI-5

Çokaklı (Çivril-Denizli)

Ruhsat No : ER-3303692  
Pafta No : L23a4

Koordinatlar : X-4247788  
Y-0726899  
Kot : Z- 899 m.



Şekil 4.12 Karahallı-5 sondajının düşey kesiti.



Şekil 4.13 K5 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

Bu sondaj da en altta fluviyal ve fluviyo-lacustrine, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir.

Karahallı-4 sondajında, fluviyo-lacustrine istif içinde, **278-285 metre ile 294-295.5** metreler arasında rastlanan **kömür horizonlarına**, Karahallı-5 sondajında rastlanmamıştır. Bu durum, Karahallı-5 sondajının bulunduğu kesimde, karasal girdilerin yaygın biçimde havzaya taşınması nedeniyle, bu alanda kömürleşmeye uygun koşulların ortaya çıkmadığını göstermesi bakımından önemlidir.

### **Karahallı-6 Sondajı**

Karahallı-6 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının batı bölümünde yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır.

Bu sondaj da başlangıçta 60 metreye dek daha çok killi kireçtaşlarından oluşan gösel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu

sondajda 0-405 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.14' de, sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.15 de verilmiştir.

**0-60 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde, yüzeysel toprağın yanısıra, egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gölssel istifeye ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**60-195 m.** Çoğunlukla beyazımsı, açık grimsi, kalın katmanlı ve masif yapılı, iyi pekleşmiş, bol gözenekli, yersel kalkerli çamurtaşı arakatmanlı traverten (**lacustrine istif**).

**195-270 m.** Egemen olarak açık ile orta grimsi, sarımsı kahverengi olabilen, yersel bol gastropod fosilli marn, kalkerli çamurtaşı, çamurtaşı ve traverten ardalanması (**lacustrine istif**).

**270-345 m.** Çoğunlukla sarımsı, açık grimsi, kalın katmanlı ve masif yapılı, iyi pekleşmiş, bol gözenekli, yersel kalkerli çamurtaşı arakatmanlı traverten (**lacustrine istif**).

**345-405 m.** Egemen olarak açık ile orta grimsi, sarımsı kahverengi olabilen, yersel bol gastropod fosilli marn, kalkerli çamurtaşı, çamurtaşı, traverten ve yersel kumtaşı ardalanması (**lacustrine istif**).

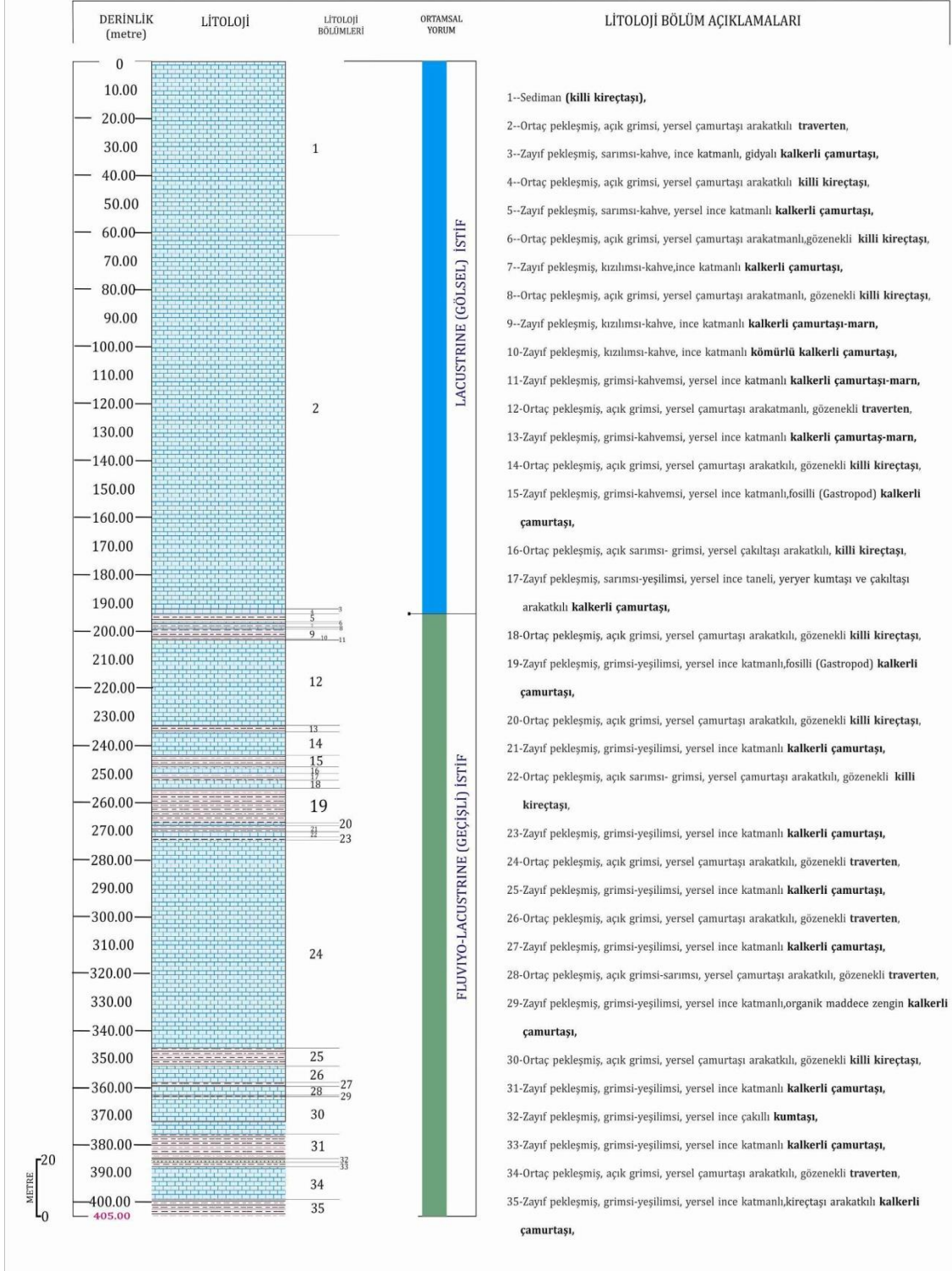
Karahallı-6 sondajı, havzayı batıdan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 2 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Bu sondaj da egemen olarak traverten, killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan ve lacustrine ortamda çökelmiş oldukça kalın bir gölssel Neojen istifi kesilmiştir. Karahallı-4 sondajında, fluviyo-lacustrine istif içinde, 278-285 metre ile 294-295.5 metreler arasında rastlanan **kömür horizonlarına**, Karahallı-6 sondajında rastlanmamıştır. Bu durum, Karahallı-6 sondajının bulunduğu kesimde, derin sayılabilecek göl koşullarının var olduğunu ve bu alanda kömürleşmeye uygun koşulların ortaya çıkmadığını göstermesi bakımından önemlidir.

Sondaj No : **KARAHALLI-6**

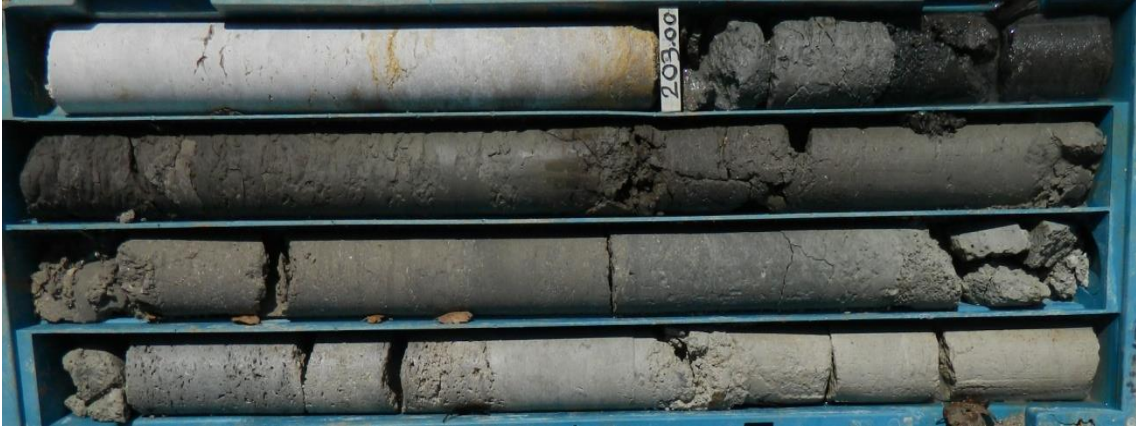
Çokaklı (Çivril-Denizli)

Ruhsat No : ER-3303692  
Pafta No : L23a4

Koordinatlar : X-4250835  
Y-0726488  
Kot : Z- 890 m.



Şekil 4.14 Karahallı-6 sondajının düşey kesiti.



Şekil 4.15 K6 sondajına ait karot fotoğrafı.

### **Karahallı-7/7T sondajları**

**Karahallı-7T** sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının batı bölümünde yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı 7T sondajı, havzayı batıdan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 3 km. uzaklıkta bulunmaktadır.

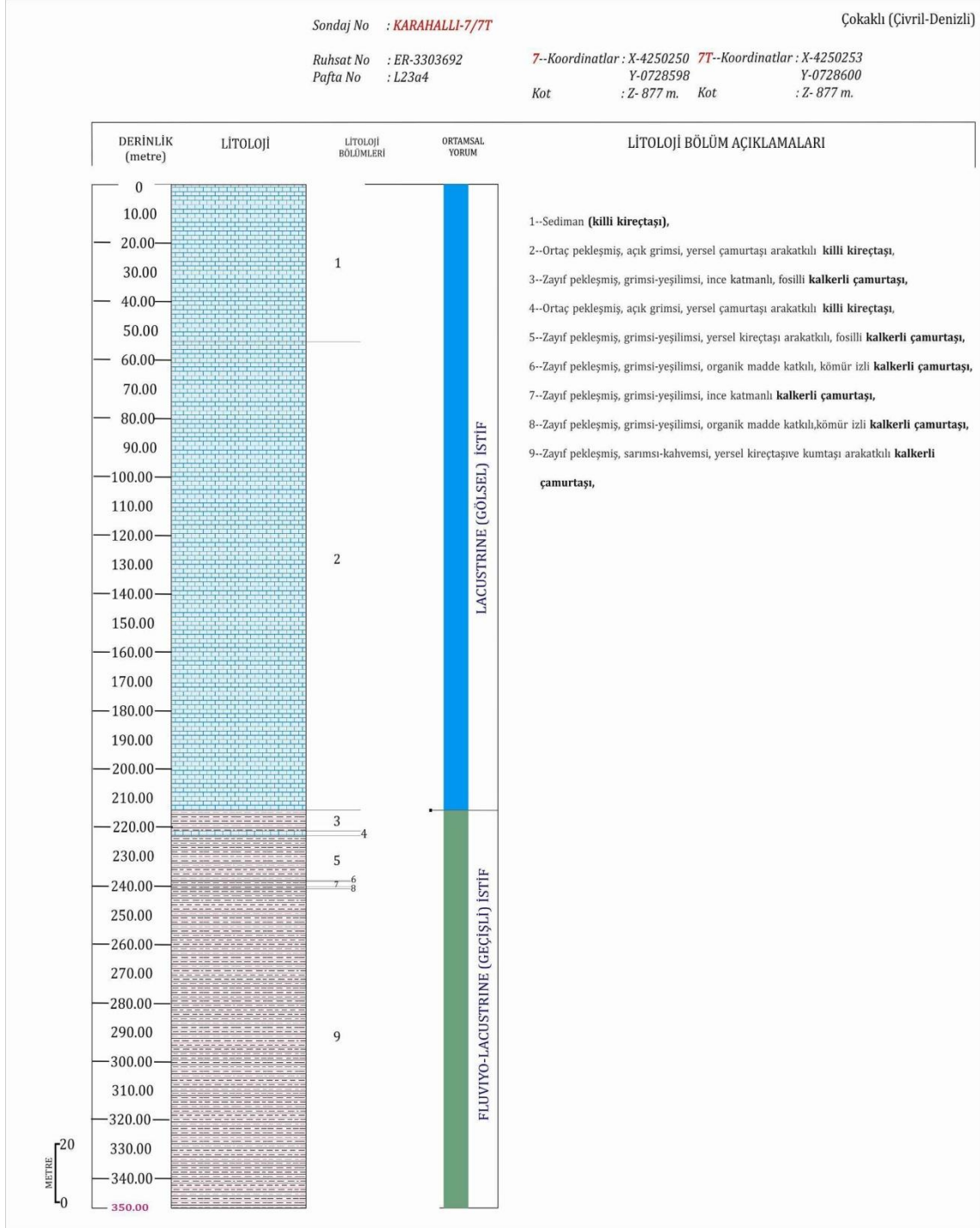
Bu sondajda ilk açılan Karahallı-7 sondajı, teknik nedenlerle terk edilip, hemen yanında Karahallı-7T sondajı açılmıştır. Aşağıda verilen bilgiler daha çok **Karahallı-7T** sondajı ile ilgilidir. Bu sondaj da başlangıçta 55 metreye dek daha çok killi kireçtaşlarından oluşan gölsel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir.

Bu sondajda 0-350 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.16'da, sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.17 de verilmiştir.

**0-55 m** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde, yüzeysel toprağın yanısıra, egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gölsel istifeye ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**55-215 m.** Çoğunlukla sarımsı, açık grimsi, beyazımsı, kalın katmanlı ve masif yapılı,

iyi pekleşmiş, bol gözenekli, yersel kalkerli çamurtaşı arakatmanlı traverten (**lacustrine ortam**).



Şekil 4.16 Karahallı-7/7T sondajının düşey kesiti.



Şekil 4.17 K7 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

**215-350 m.** Egemen olarak açık-orta grimsi, yersel sarımsı kahverengi olabilen çamurtaşı, kalkerli çamurtaşı ve traverten ardalanması (**Fluviyo-lacustrine istif**)

Bu sondaj da en altta fluviyo-lacustrine, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir.

Karahallı-7 sondajında, fluviyo-lacustrine istif içinde, **278-285 metre ile 294-295.5 metreler arasında rastlanan** kömür horizonlarına, Karahallı-7T sondajında rastlanmamıştır. Bu durum, Karahallı-7T sondajının bulunduğu kesimde, derin sayılabilecek göl koşullarının var olduğunu ve bu alanda kömürleşmeye uygun koşulların ortaya çıkmadığını göstermesi bakımından önemlidir.

### **Karahallı-8 Sondajı**

Karahallı-8 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının batı bölümünde yer almaktadır. Bu sondajın bulunduğu alanda, havzanın batısında ve güneyinde, çoğunlukla mermer ve şistlerden oluşan Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı-8 sondajı, havzayı batıdan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 4 km uzaklıkta bulunmaktadır.



Bu sondajda 20-372 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.18 de çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.19' da verilmiştir.

**0 – 20 m** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gölsel istifte ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**20–255 m.** Büyük bölümü ile sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen bol gözenekli traverten, killi kireçtaşı ve zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı ve kıltaşı araldanmasından oluşan gölsel istif. Özellikle killi kireçtaşı ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kıltaşı arakatmanları olağandır (**lacustrine ortam**).

**255-265 m.** Egemen olarak kırmızımsı-kahve renkli, kötü boylanmalı çakıltaşı, çakıllı çamurtaşı ve çamurtaşından oluşan karasal arakatıklar (**alüvyonal yelpaze-fluviyal ortam**).

**265-285 m.** Çoğunlukla sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı ve marn araldanmasından oluşan gölsel istif (**lacustrine ortam**).

**285-365 m.** Büyük bölümüyle sarımsı kahverengi ile kırmızımsı, zayıf pekleşmiş çakıltaşı, kumtaşı, çakıllı çamurtaşı ve yersel çamurtaşı arakatmanlarından oluşan kaba kırıntılı karasal istif. Bu istifin tabanında temele ait metamorfik kayalardan türemiş çakıl bileşenleri içeren kırmızımsı kahverenkli renkli, kötü boylanmalı ve çamur aramaddeli regolitik çakıltaşları yer alır (**alüvyonal yelpaze ve fluviyal ortam**).

**365-372 m.** Metamorfik temele ait, koyu grimsi, bol kalsit damarlı rekrystalize kireçtaşları (**Metamorfik temel**).

Bu sondaj da altta fluviyal, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir transgressif istif kesilmiştir. Karahallı 1, 2 ve Karahallı-9 nolu sondajlarda, gölsel istif içinde yersel olarak bulunan ve çoğunlukla kırmızımsı

çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatlılara Karahallı-8 sondajında da rastlanmıştır. Bu durum, Karahallı 8 sondajının bulunduğu kesimde oldukça sayılabilecek havza koşullarının egemen olduğunu ve karasal girdilerin bu alana yoğun biçimde ulaştığını göstermesi bakımından önemlidir.



**Şekil 4.18** K8 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

Bu sondaj da, görsel istif içinde yersel olarak bulunan ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatlılar, yöredeki Neojen göl ortamının sık sık karasal koşulların etkisi altında kaldığını göstermesi bakımından önemlidir. Bu karasal arakatlılar aynı zamanda, havzayı sınırlayan kenar fayların denetiminde gelişen ani temel yükselmelerine ve buna bağlı gelen hızlı aşınmayı gösterir.

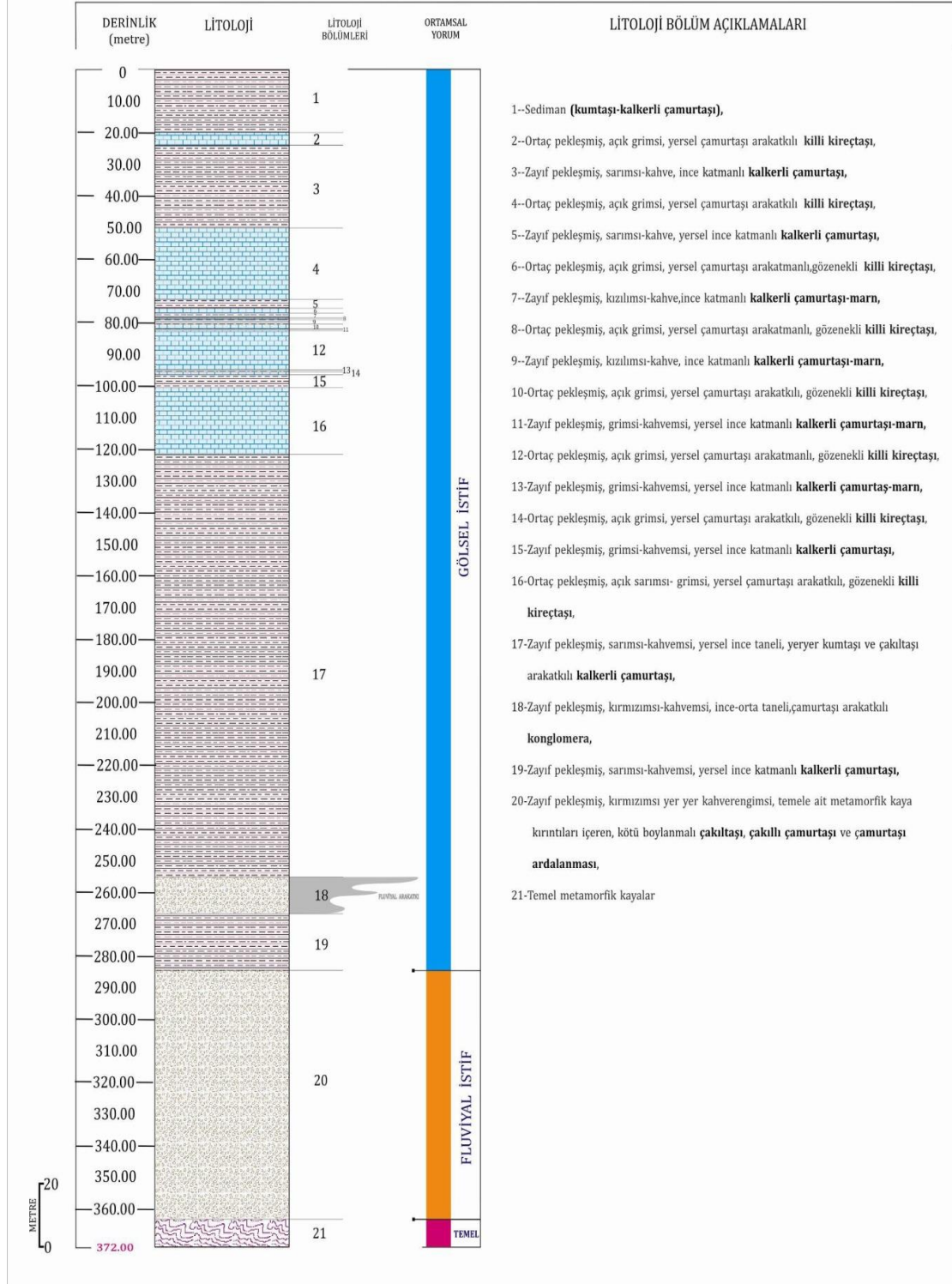
Karasal girdilerin yoğun biçimde havza içine taşınmış olması nedeniyle, Karahallı-8 sondajının bulunduğu alanda, kömür oluşumuna elverişli koşullar meydana gelememiştir.

Sondaj No : KARAHALLI-8

Çokaklı (Çivril-Denizli)

Ruhsat No : ER-3303686  
Pafta No : L23a4

Koordinatlar : X-4242160  
Y-0726315  
Kot : Z- 952 m.



Şekil 4.19 Karahallı-8 sondajının düşey kesiti.

## **Karahallı-9 Sondajı**

Karahallı-9 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının güneybatı bölümünde yer almaktadır. Havzanın doğusunda, batısında ve güneyinde Menderes Masifine ait metamorfik kayalar yer alır. Karahallı-9 sondajı, havzayı batıdan sınırlayan kenar fayına yaklaşık 2 km. uzaklıkta bulunmaktadır.

Bu sondaj da başlangıçta 10 metreye dek daha çok gösel tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda 10-391 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.20' de, sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.21 de verilmiştir.

**0-10 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak killi kireçtaşı, kalkerli çamurtaşı ve marnlardan oluşan gösel istifeye ait karbonatlı tortullar kesilmiştir.

**10-216 m.** Çoğunlukla sarımsı-kahve ile açık grimsi arasında değişen bol gözenekli traverten, killi kireçtaşı, ve zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı araldanmasından oluşan gösel istif. Özellikle killi kireçtaşı ve çamurtaşları içinde yaygın olarak gözlenen gastropodlu seviyeler ve yersel düzenli laminalanma özelliği gösteren kiltası arakatmanları olağandır (**lacustrine ortam**).

**216-260 m.** Büyük bölümüyle sarımsı kahverengi ile açık grimsi, zayıf pekleşmiş çakıltaşı arakatlı kumtaşı ve yersel çamurtaşı arakatmanlarından oluşan kırıntılı istif (**tipik fluviyal ortam**).

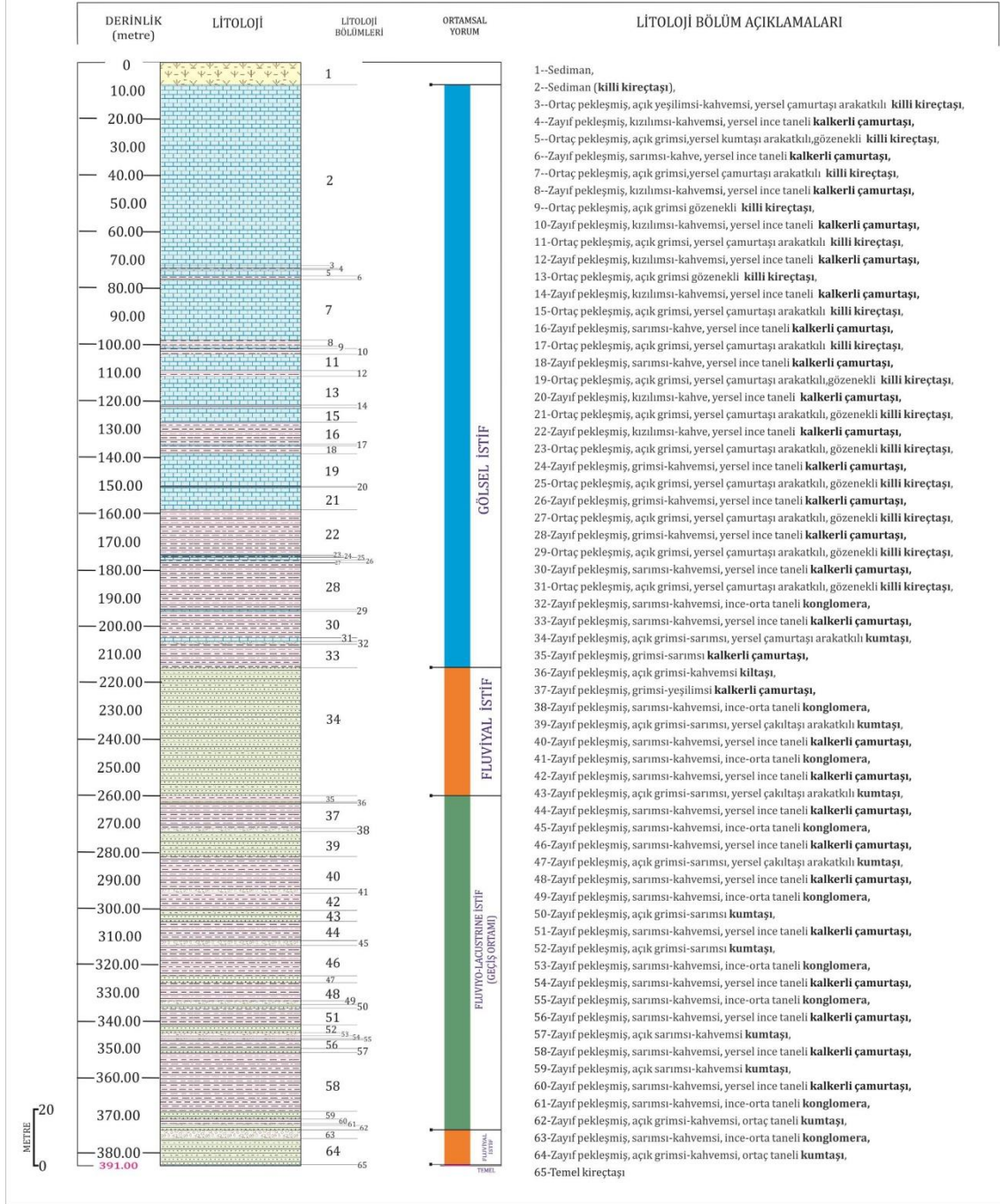
**260-375 m.** Büyük bölümüyle sarımsı-kahverengi olabilen, zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kumtaşı ve yersel çakıltaşı düzeylerinin araldanmasından oluşan kırıntılı ve karbonatlı istif (**tipik fluviyo-lacustrine ortam**).

Sondaj No : KARAHALLI-9

Karabedirli (Çivril-Denizli)

Ruhsat No : ER-3307079  
Pafta No : L23a4

Koordinatlar : X-4242600  
Y-0729010  
Kot : Z- 970 m.



Şekil 4.20 Karahallı-9 sondajının düşey kesiti.

375-390 m. Büyük bölümüyle sarımsı kahverengi ile açık grimsi, zayıf pekleşmiş çakıltaşı, kumtaşı ve yersel çamurtaşı arakatlılarından oluşan kırıntılı istif. Bu istifin tabanında temele ait metamorfik kayalardan türemiş çakıl bileşenleri içeren kırmızımsı

kahverenkli renkli, kötü boylanmalı ve çamur aramaddeli regolitik çakıltaşları yer alır (**tipik fluvial ortam**).

**390-391 m.** Metamorfik temele ait, koyu grimsi, bol kalsit damarlı rekrystalize kireçtaşları (**Metamorfik temel**).

Bu sondaj da altta fluvial, üst bölümlerde ise büyük bölümüyle lacustrine ve fluvio-lacustrine ortamlarda oluşmuş oldukça kalın bir Neojen istif kesilmiştir. Karahallı-9 sondajında lacustrin ve fluvio-lacustrin istiflerin arasında, çoğunlukla kumtaşından oluşan fluvial arakatkılar, havzanın bu kesiminde karasal girdilerin zamanla egemenleştiğini yansıtır.

Karahallı-1 ve Karahallı-10 sondajlarında gösel istif içinde gözlenen kömür damarları Karahallı-9 sondajında kesilmemiştir. Bu durum, Karahallı-1 ve Karahallı-10 sondajlarında kesilen kömür damarlarının, büyük olasılıkla, batıya doğru derinleşen göl koşullarına bağlı olarak, Karahallı-9 sondajının bulunduğu alanda, gösel tortullara derecelendiğini gösterir.



**Şekil 4.21** K9 sondajına ait bazı karot fotoğrafları.

## Karahallı-10 Sondajı

Karahallı-10 sondajı, Karahallı-Çivril Neojen havzasının güney kenarında yer almaktadır. Karahallı-10 sondajı, havzayı güneyden sınırlayan havza kenar fayına yaklaşık 2 km. uzaklıkta bulunmaktadır.

Bu sondaj da başlangıçta 50 metreye dek daha çok travertenlerden oluşan gölsel fluviyal tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda 50–354 metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve sondaja ait bazı karot fotoğrafları Şekil 4.22 de, çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.23’ de verilmiştir.

**0–50 m.** Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak travertenlerden oluşan gölsel istifeye ait kırıntılı tortullar kesilmiştir.

**50–354 m.** Egemen olarak sarımsı-kahve ile sarımsı–gri arasında değişen, iyi pekleşmiş ve bol gözenekli traverten ile zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, araldanmasından oluşan gölsel istif. Bu sondajda üst bölümde yer alan travertenlerin kalınlığı, 235 metreye dek kesintisiz olarak devam etmektedir. 235-354 metreler arasında, daha çok traverten ve kalkerli çamurtaşı araldanmasından oluşan gölsel tortullar gözlenir.



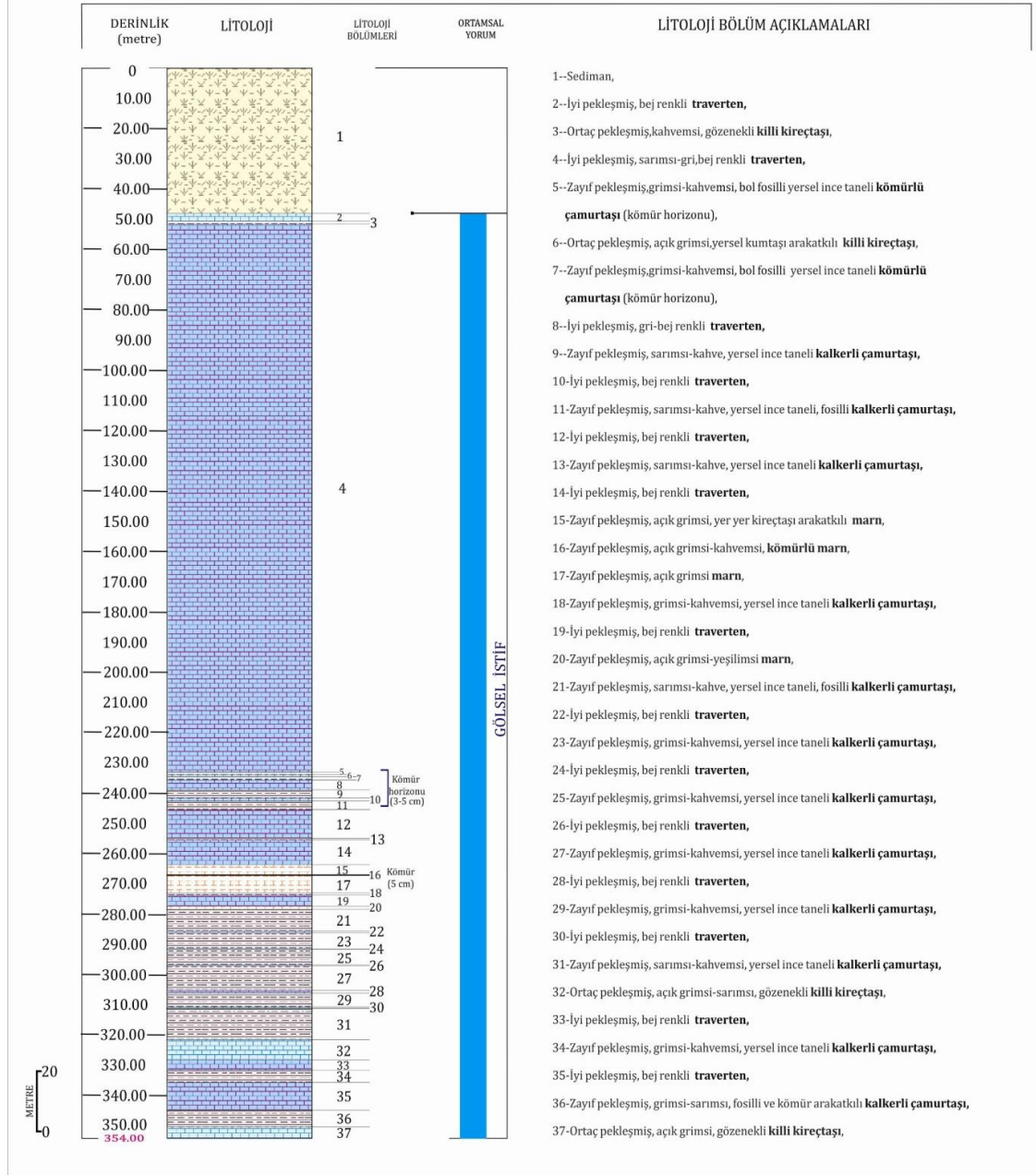
Şekil 4.22 K10 sondajına ait karot fotoğrafı.

Sondaj No : **KARAHALLI-10**

Karabedirli(Çivril-Denizli)

Ruhsat No : ER-3307081  
Pafta No : L23a3

Koordinatlar : X-4244827  
Y-0731215  
Kot : Z- 970 m.



Şekil 4.23 Karahallı-10 sondajının düşey kesiti.

Bu sondajda 235 ve 265 metre derinliklerde, iki farklı seviyede kalınlığı 5 cm. olan kömür damarları kesilmiştir. Karahallı-10 sondajında yapılan delme işlemi, 354 metrede, öngörülen derinliklerde kömür horizonuna rastlanmadığı için, temel kayalarına ulaşılmadan son verilmiştir.

Bu sondaj da tümüyle gölsel tortullardan oluşan oldukça kalın bir bir istif kesilmiştir.



Bu sondaj da, Karahallı-1 ve Karahallı-2 sondajlarında olduğu gibi, gösel istif içinde yersel olarak gözlenen ve çoğunlukla kırmızımsı çamurtaşından oluşan kırıntılı karasal arakatkılar havzayı güneyden sınırlayan kenar fayların denetiminde gelişen ani temel yükselimlerine ve buna bağlı gelen hızlı aşınmayı gösterir.

Bu sondajda kesilen ince kömür damarları, ortamın kömürleşme için uygun oluşunu göstermesi bakımından önemlidir. Ancak, gösel ortama hızla taşınan kırmızımsı karasal kırıntılı tortullar, bu sondajın bulunduğu kesimde yeterli kalınlıkta kömür oluşumunu engellemiş olmalıdır. Ancak elde edilen bu sonuca rağmen, bundan sonraki dönemde, havza içinde yapılacak diğer sondajlarda, bu kömür damarlarının havza içindeki devamlılığının takip edilmesi yararlı olacaktır.

### **Karahallı Yöresi Sondajlarının Korelasyonu**

Sondajlar, havza içindeki yanal fasiyes değişimlerinin ortaya çıkarılması için, Doğu-Batı ve Kuzey-Güney doğrultusunda karşılaştırılmıştır. Karahallı-5, Karahallı-7/7T, Karahallı-4, Karahallı-3 ve Karahallı-1 sondajlarının Doğu-Batı doğrultusundaki korelasyonları Şekil 4.24'de, Karahallı-8, Karahallı-9, Karahallı-10, Karahallı-3 ve Karahallı-2/2T nolu sondajların Kuzey-Güney doğrultusundaki korelasyonları ise Şekil 4.25' de verilmiştir.

Karahallı Neojen havzasında, Neojen istifinin en altında bulunan fluviyal tortullar, daha çok havzanın batı ve doğu kenarlarında gözlenir. Havzanın kenar bölümünde gözlenen fluviyal tortullar havza içine doğru fluviyo-lacustrin ve lacustrin koşullara derecelenir. Karahallı Neojen havzasında, Karahallı-4 sondajının bulunduğu kesim, göreceli olarak, havzanın en derin kesimini karşılamaktadır. Karahallı-4 sondajının bulunduğu kesimde, havzanın ani sayılabilecek bir hızda derinleşmesi, havza içinde yer alan gömülü fayların varlığını yansıtır.

Karahallı-4 sondajında 278-285 metreler arasında kesilen 7 m. kalınlığında ki kömürlü zon, Karahallı-7 ve Karahallı-3 sondajlarında, yanal yönde fluviyo-lacustrine tortullara derecelenmektedir.

Metamorfiklerden oluşan temel topoğrafyası, Karahallı-4 ve Karahallı-7 sondajlarının bulunduğu alanlarda aniden derinleşmektedir. Bu derinleşme ve fluviyo-lacustrine istifteki ani kalınlaşma, temeli etkileyen gömülü faylara bağlı olarak gelişmiş olmalıdır. Karahallı havzasında gözlenen yanal yöndeki fasiyes değişimleri Şekil 4.25’de verilen Kuzey-Güney yönlü korelasyonlarda da gözlenebilmektedir. Ana çizgilerde Karahallı Neojen havzasının güneyinde Neojen istifinin en altında bulunan fluviyal tortullar, havzanın kuzeyine doğru gidildikçe fluviyo-lacustrine ve lacustrine tortullara derecelenir.

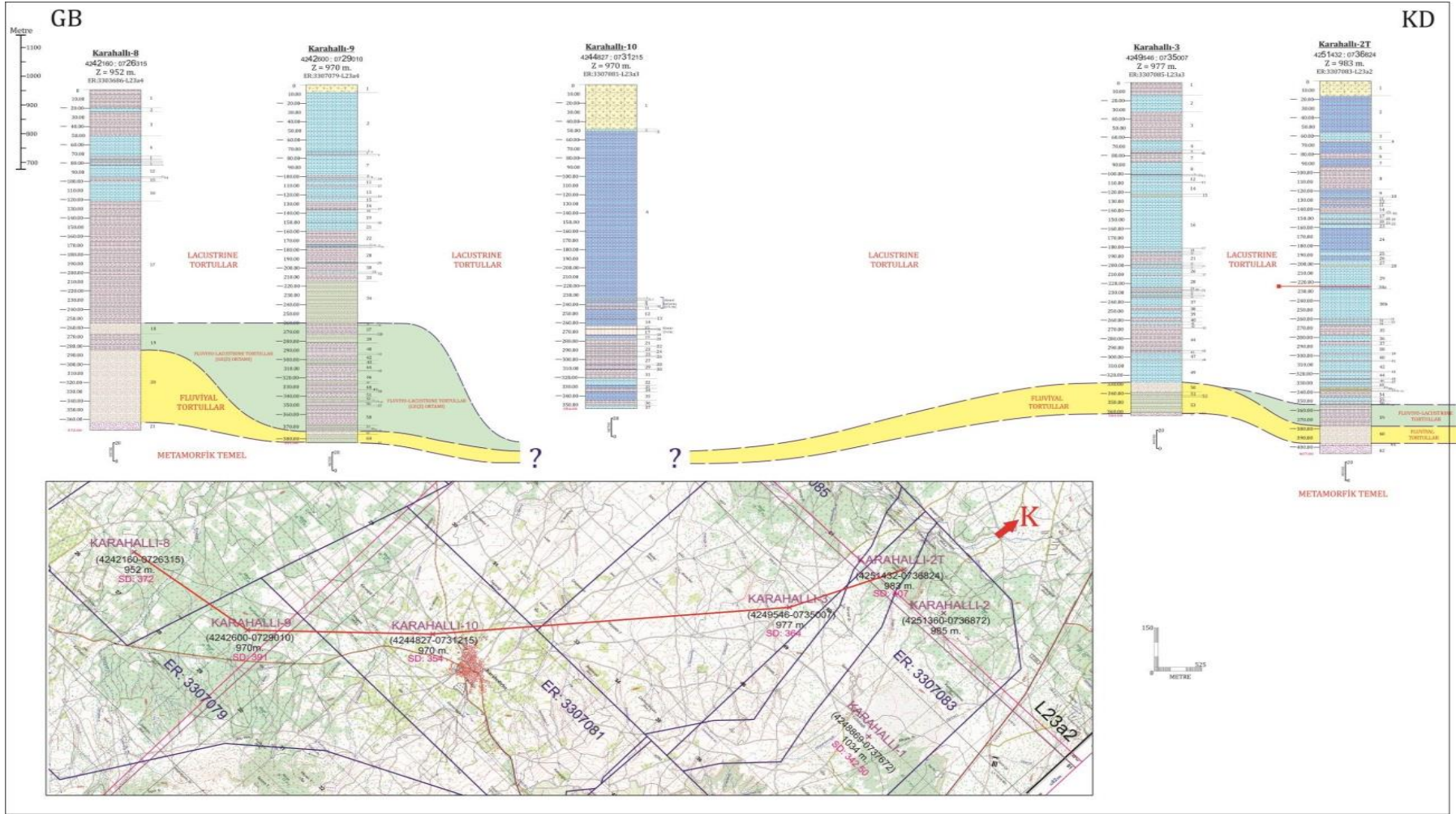
Bu korelasyonda, Karahallı-10 sondajının bulunduğu alan, göreceli olarak, havzanın en derin kesimini karşılamakta olup, bu alanda görsel tortullar maksimum kalınlığa ulaşmaktadır.

Karahallı Neojen havzası daha çok metamorfik kayalardan oluşan bir temel kayaları üzerinde bulunmaktadır. Temele dek ilerleyen sondaj faaliyetleri sonucunda havzanın temel topoğrafyası hakkında çok önemli sayılabilecek veriler elde edilmiştir. Buna göre, Karahallı-10 sondajının bulunduğu alan, havzanın orta kesimlerini karşılamakta olup, bu alanda temel derinliğinin yanı sıra, buna bağlı olarak Neojen istifinin kalınlığı da artmıştır.

Yukarıda belirtildiği gibi, Karahallı Neojen havzasında temeli etkileyen gömülü faylar, aynı zamanda tortul kalınlığını ve havza içindeki tortul fasiyeslerin dağılımını kontrol eden yapısal çizgileri karşılamaktadır. Şekil 4.24’de görüldüğü gibi, Karahallı-4 ve Karahallı-3 sondajları arasında yer alan gömülü fay aynı zamanda havzanın orta bölümünde yaygın olan lacustrine ve fluviyo-lacustrine fasiyesler ile havzanın doğu bölümlerinde yaygın olan fluviyal fasiyesler arasındaki yapısal sınırı karşılar. Bu gömülü fayın doğusunda kalan alanlarda, hızlı gelişen subsidansa bağlı olarak, kırıntılı tortul birikimi yaygın olarak gelişmiş olmalıdır.



Şekil 4.24 Karahallı yöresinde yapılan sondajların korelasyonu.



Şekil 4.25 Karahallı yöresinde yapılan sondajların korelasyonu.

### 4.3 Mineraloji

İnceleme alanında yer alan birimlerin özelliklerinin belirlenmesi amacı ile sondajlardan alınan örneklerin mineralojik bileşimi X ışınları toz difraksiyon çalışmaları ile belirlenmiştir.

X ışınları toz difraksiyon çalışmaları minerallerin tanımlanmasında ve özelliklerinin (iyi, kötü kristalin) belirlenmesinde en sağlıklı olarak kullanılan yöntem olduğundan belirtilen sondajlardan alınan örneklerin tüm kaya ve kil boyu mineralojik bileşimi bu yöntemle belirlenmiştir. Mineral tanımlamaları JCPDS (1993) kartlarından faydalanılarak yapılmıştır.

X-ışınları kırınım yöntemi toz halindeki malzemelerin, kristalin malzemelerin karakterizasyonunda kullanılan temel tekniklerden biridir. Numune üzerine gönderilen dalga boyu bilinen x-ışınları farklı açılarda Bragg kanununa göre malzemedeki düzlemler tarafından kırınıma uğratılmıştır. Bu XRD ile analizde, malzeme yapısı (kristalin/amorf), kristalin malzemeler için kalitatif mineralojik analiz, kristal yapısının belirlenmesi gibi özellikler belirlenmektedir.

X-ışınları çalışmaları ile 7 adet sondaja ait 45 numunenin mineralojik bileşimi ve mineral içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Değerlendirilen örneklerde kalsit, dolomit, jips, anhidrit, feldispat, kuvars ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Kil minerallerinden illit, simektit ve kaolinit bulunmaktadır.

**Çizelge 4.1** Sondaj numunelerinin mineralojik bileşimleri ve yarı nicel içerikleri.

Örnek No	Tüm kaya mineralojik bileşim (%)
K1-106.60	Kil(Simektit)(85)+Feldispat(8)+Kuvars(4)+Dolomit(2)+Kalsit(1)
K1-130.80	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(65)+Kalsit(15)+Feldispat(8)+Kuvars(8)+Dolomit(4) ±Anhidrit
K1-143.30	Dolomit(68)+Kil(İllit±Simektit)(28)+Kuvars(4)
K1-148.70	Dolomit(75)+Kil(Kaolinit+İllit+Simektit (15)+Kuvars(6)+Kalsit(4)
K1-158.20	Kalsit(40)+Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(35)+Dolomit(20)+Kuvars(5)±Feldispat
K1-164.50	Kil (Simektit+İllit)(63)+Feldispat(33)+Kuvars(4)±Dolomit±Kalsit
K1-239.40	Kil (Simektit+İllit+Kaolinit)(57)+Kalsit(20)+Kuvars(12)+Dolomit(6)+Feldispat(5) ±Anhidrit
K1-261.10	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(72)+Kuvars(14)+Kalsit(6)+Feldispat(5)+Dolomit(3) ±Anhidrit
K1-290.60	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(55)+Kuvars(24)+Feldispat(14)+Kalsit(4)+Dolomit(3) ±Anhidrit

**Çizelge 4.1** (Devam) İncelenen sondaj numunelerinin mineralojik bileşimleri ve yarı nicel içerikleri (%).

K3-107.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(63)+Feldispat(13)+Kuars(12)+Kalsit(12)±Anhidrit
K3-124.50	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(71)+Feldispat(11)+Kuars(9)+Kalsit(9)±Anhidrit
K3-193.70	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(47)+Kalsit(28)+Kuars(16)+Feldispat(9)
K3-217.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(59)+Kalsit(26)+Kuars(11)+Feldispat(4)±Anhidrit
K3-236.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(53)+Kuars(22)+Kalsit(13)+Feldispat(7)+Dolomit(5)
K3-254.00	Kalsit(38)+Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(33)+Kuars(20)+Feldispat(8)+Dolomit(1)
K3-290.00	Kalsit(83)+Kuars(9)+Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(7)+Feldispat(1)
K4-271.0	Dolomit(90)+Kil(7)+Feldispat(2)+Kuars(1)
K4-289.5	Kil(İllit+Simektit)(52)+Kuars(27)+Jips(5)+Kalsit(7)+Feldispat(5)+Dolomit(4)
K4-303.0	Kil(İllit+Simektit+Kaolinit)(56)+Kuars(18)+Feldispat(10)+Kalsit(7)+Jips(7) +Dolomit(2) ±Anhidrit
K4-334.0	Kil(İllit+Simektit+Kaolinit)(62)+Kalsit(15)+Kuars(11)+Feldispat(7)+Dolomit(5) ±Anhidrit
K4-359.0	Kil(İllit+Simektit+Kaolinit)(58)+Kalsit(20)+Kuars(14)+Feldispat(6)+Jips(2)
K4-393.2	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(73)+Kalsit(9)+Kuars(10)+Feldispat(7)+Dolomit(1) ±Anhidrit
K4-407.5	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(63)+Kalsit(15)+Kuars(12)+Feldispat(8)+Jips(2) ±Anhidrit
K4-457.0	Kil(Simektit+İllit±Kaolinit)(41)+Kalsit(22)+Kuars(20)+Feldispat(9)+Dolomit(8)
K4-509.5	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(66)+Kalsit(13)+Kuars(14)+Feldispat(3)+Dolomit(3) +Anhidrit(1)
K4-589.0	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(65)+Feldispat(19)+Kalsit(6)+Kuars(6)+Dolomit(3) +Anhidrit(1)
K7-217.40	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(45)+Kalsit(37)+Kuars(15)+Feldispat(3)
K7-252.30	Kil(Simektit)(89)+Feldispat(5)+Kalsit(3)+Dolomit(2)+Kuars(1)
K7-268.50	Kalsit(44)+Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(32)+Kuars(13)+Feldispat(6)+Dolomit(5)
K7-288.40	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(74)+Kuars(17)+Feldispat(5)+Kalsit(3)+Dolomit(1)
K7-349.80	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(44)+Kalsit(23)+Kuars(19)+Feldispat(12)+Dolomit(2)
K8-71.3	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(58)+Kalsit(29)+Kuars(7)+Feldispat(6)
K8-144.5	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(66)+Kuars(17)+Feldispat(12)+Dolomit(5)
K8-175.5	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(54)+Kalsit(19)+Kuars(15)+Feldispat(7)+Dolomit(5)
K9-100.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(68)+Kalsit(12)+Kuars(8)+Feldispat(6)+Dolomit(6)
K9-144.50	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(82)+Feldispat(13)+Kuars(3)+Kalsit(1)+Dolomit(1)
K9-152.10	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(49)+Kalsit(24)+Feldispat(16)+Kuars(11)
K9-158.00	Kalsit(75)+Kil(Simektit+İllit)(20)+Feldispat(3)+Kuars(2)
K9-174.30	Feldispat(50)+Kil(Simektit+İllit)(21)+Kalsit(21)+Kuars(8)
K9-190.20	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(63)+Feldispat(18)+Kalsit(12)+Kuars(5)+Dolomit(2)
K9-200.25	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(45)+Kalsit(32)+Kuars(18)+Feldispat(5)
K9-262.50	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(58)+Feldispat(23)+Kalsit(14)+Dolomit(4)+Kuars(1)
K9-371.50	Kil(Simektit)(58)+Kuars(20)+Feldispat(15)+Kalsit(7)
K10-285.0	Kalsit(56)+Kil(Simektit+İllit)(26)+Feldispat(12)+Kuars(6)
K10-299.4	Kalsit(47)+Kil(Simektit+İllit)(34)+Kuars(11)+Feldispat(8)

Çivril-Hacıömer Tepe kuzeyinde yapılan Karahallı-1 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit, kalsit ve tali miktarlarda anhidrit minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.1). Kalsit minerali hemen her seviyede bulunurken, orta ve üst seviyelerde daha yaygın bulunmaktadır. Dolomit minerali her seviyede bulunurken, istifin orta seviyelerinde yaygındır. Silikat minerallerinden kil, kuvars ve feldispat hemen her seviyede bulunmaktadır. Bazı seviyelerde kil içeriğinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kuyucak Tepe kuzeydoğusunda yapılan Karahallı-3 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit, kalsit ve anhidrit mineralleri bulunmaktadır (Çizelge 4.1). Karbonat ve kilce zengin olan istif de ana karbonat minerali kalsittir. Dolomit iki seviye de gözlenmiştir (236, 254m).

Tilkilitaş Tepe doğusunda yapılan Karahallı-4 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, kalsit, dolomit, jips ve anhidrit mineralleri bulunmaktadır (Çizelge 4.1). Üst seviyesinde kalın bir (270m) kireçtaşı/killi kireçtaşı seviyesi bulunan istifte orta ve alt seviyelerinden alınan örneklerin analizlerinde kil ve karbonatça zengin olduğu belirlenmiştir. 289.5 ve 303 nolu örneklerde az miktarlarda jips minerali belirlenmiştir. Ayrıca bir iki örnekte tali miktarlarda anhidrit minerali belirlenmiştir.

Kocakoru Tepe güneydoğusunda yapılan Karahallı-7 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit ve kalsit mineralleri bulunmaktadır (Çizelge 4.1). Üst seviyesinde kalın bir (220m) kireçtaşı/killi kireçtaşı seviyesi bulunan istifte orta ve alt seviyelerinden alınan örneklerin analizlerinde kilce zengin olduğu belirlenmiştir. En yaygın kil minerali simektitdir. Karbonat minerallerinden kalsit yaygınken dolomit az miktarlarda bulunmaktadır.

Karbasan mevki kuzeydoğusunda yapılan Karahallı-8 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit ve kalsit mineralleri bulunmaktadır. Kil içeriği yüksek olan istifte ana karbonat minerali kalsittir (Çizelge 4.1).

Karabedirler-Dumanağacı Tepe güneybatısında yapılan Karahallı-9 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit ve kalsit mineralleri bulunmaktadır (Çizelge 4.1). İstifin üst seviyelerinde 100m ye kadar kireçtaşı tabakaları bulunmakta, bu seviyenin altında yapılan analizlerde özellikle kil içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Kalsit ana karbonat mineralidir.

Ayrıca Karabedirler mevki batısında yapılan kalın traverten seviyesi içeren Karahallı-10 sondaj örneklerinde ise kil (simektit, illit), feldispat, kuvars ve kalsit mineralleri bulunmaktadır Dolomit mineraline bu sondajda rastlanmamıştır (Çizelge 4.1).

İnceleme alanında kalsit minerali ait 3.02 Å ve 3.03 Å daki karakteristik pik gelişimleri ile tanımlanmıştır. Ayrıca kalsit minerali için tipik olan diğer pikler 2.83 Å, 2.48 Å, 2.27 Å, 1.92 Å, 1.90 Å, 1.87 Å, 1.62 Å, 1.60 Å, 1.52 Å ve 1.47 Å olarak gözlenmiştir (Şekil 4.26, Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33). X ışınları çekimleri sonucunda dolomit minerali için 2.89-2.90 Å arasında karakteristik olan oldukça şiddetli ve kristalinitesi yüksek olan pikleri gözlenmiştir (Şekil 4.27 ve Şekil 4.29). Ayrıca bununla birlikte 4.03 Å, 3.69 Å, 2.68 Å, 2.41 Å, 2.20 Å, 2.07 Å, 2.01 Å, 1.81 Å, 1.79 Å, 1.47 Å, 1.44 Å ve 1.43 Å da dolomitin diğer pikleri gözlenmiştir.

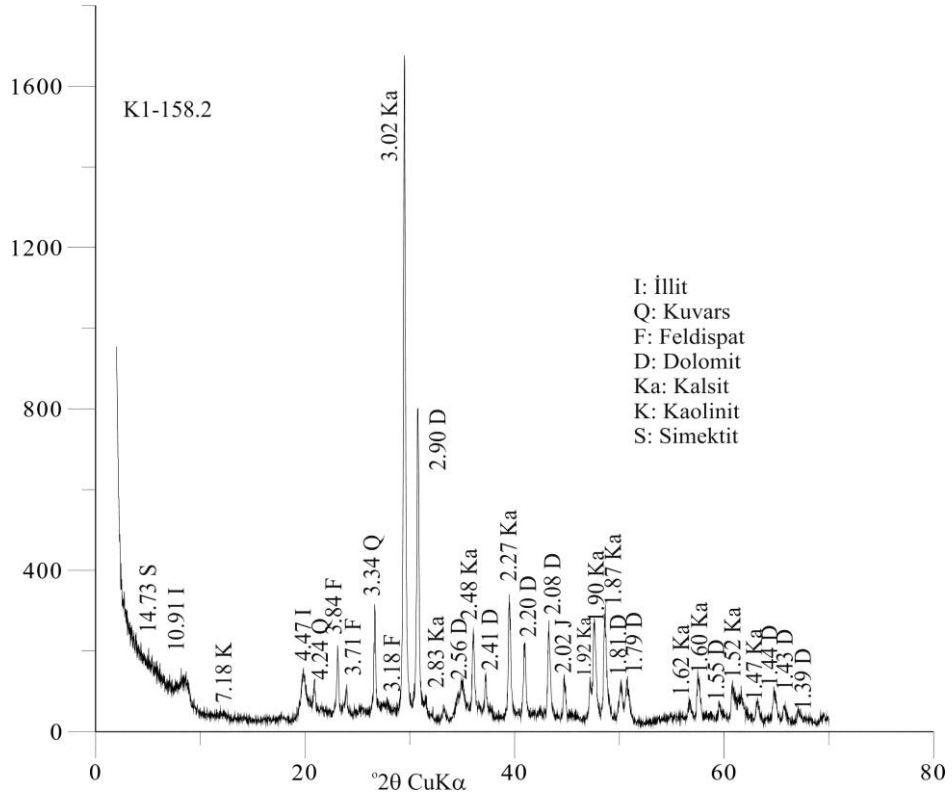
Havzada sülfat minerallerinden jips ve anhidrit mineralleri belirlenmiştir. Jips minerali 7.63 Å, 2.89 Å, 2.70 Å, 2.48 Å ve 2.23 Å da karakteristik pik değerleri ile tanımlanmıştır. Anhidrit minerali ise 3.49 Å, 1.54 Å, 1.52 Å da pik değerleri ile tanımlanmıştır. (Şekil 4.30 ve Şekil 4.31).

Silikat minerallerinden kuvars, feldispat ve kil mineralleri tespit edilmiştir. X ışınları çekimi sonucunda 3.34 Å da kuvars minerali için karakteristik olan şiddetli ve kristalinitesi yüksek olan bir pik gözlenmiştir. Ayrıca kuvars minerali için tipik olan diğer piklerde 4.26 Å, 2.45 Å, 2.27 Å, 2.12 Å, 1.66 Å, 1.54 Å ve 1.37 Å daki piklerdir (Şekil 4.31 ve Şekil 4.32). X-ışınları çekimleri sonucunda 3.21 Å ve 3.24 Å da feldispat minerallerinin karakteristik pikleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra 6.51 Å, 3.76 Å ve 3.21 Å da feldispatın diğer tipik pikleri gözlenmiştir (Şekil 4.28).

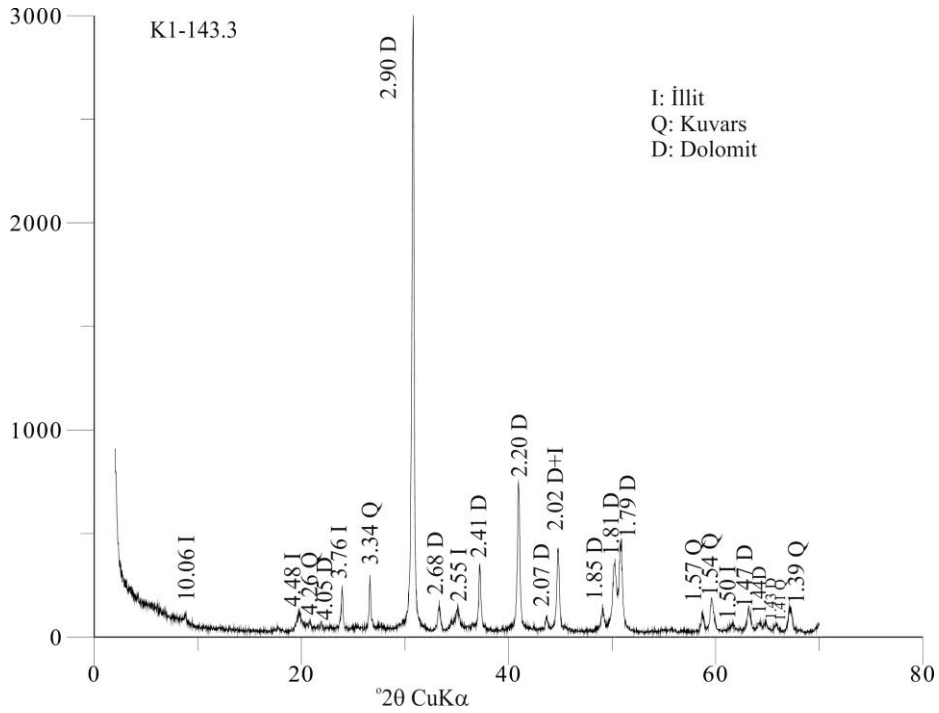
Kil fraksiyonu analizlerinde kaolinit minerali için 7.08 Å ile 7.31 Å arasında pik değeri gözlenmiştir. Kil fraksiyonu analizlerinde illit minerali için karakteristik olan 10 Å pik değeri gözlemlenmiştir. İllit minerali için pik değerleri; 10.03 Å, 4.98 Å, 4.47 Å, 2.83 Å, 2.72 Å, 2.56 Å ve 1.50 Å olarak gözlenmektedir (Şekil 4.28 ve Şekil 4.30).

Kil fraksiyonu analizlerinde simektit minerali için 15.18 Å, 14.89 Å, 14.73 Å, 14.39 Å, 13.09 Å da pik değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.26, Şekil 4.28, Şekil 4.30, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33).

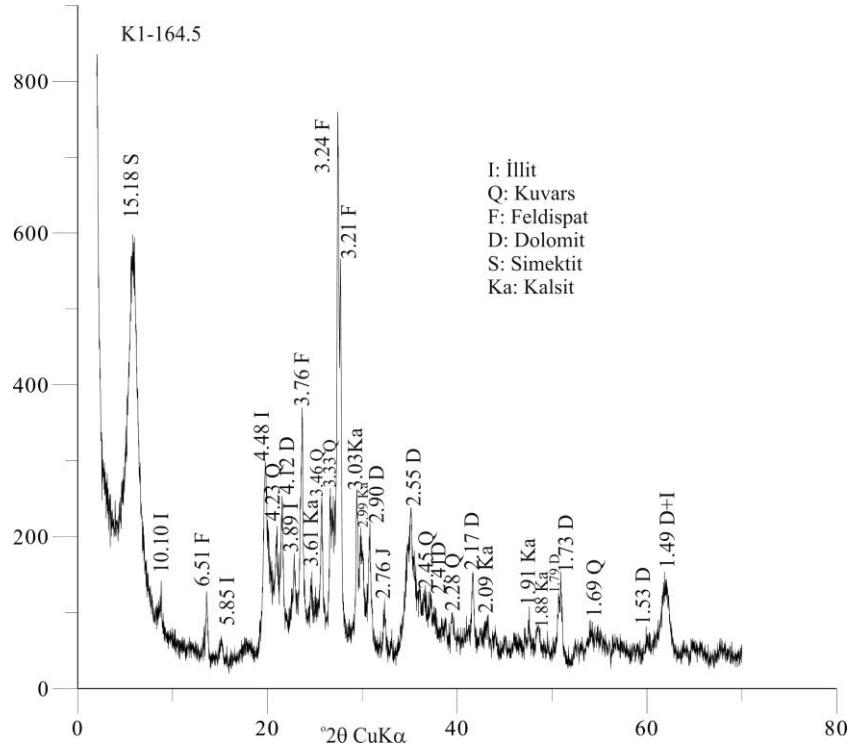




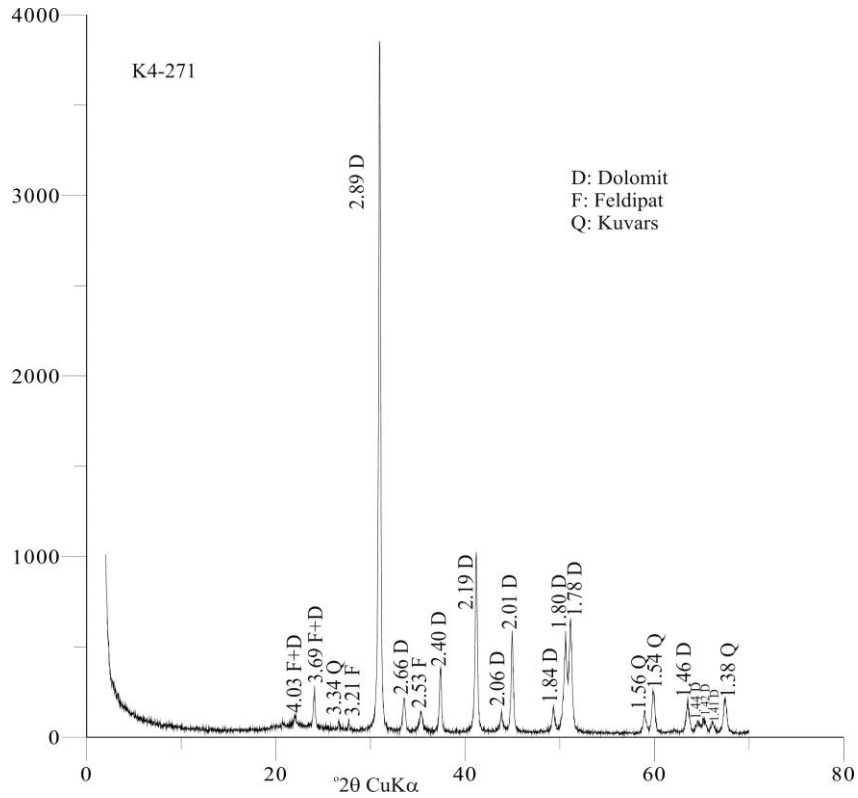
Şekil 4.26 K1-158.20 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



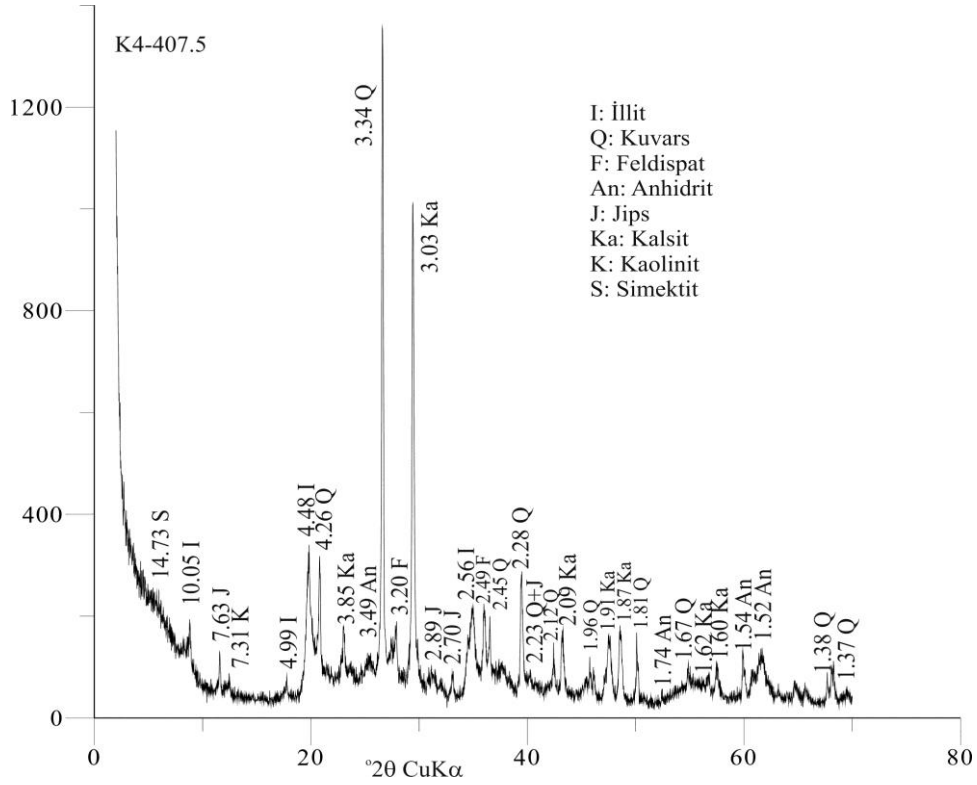
Şekil 4.27 K1-143.30 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



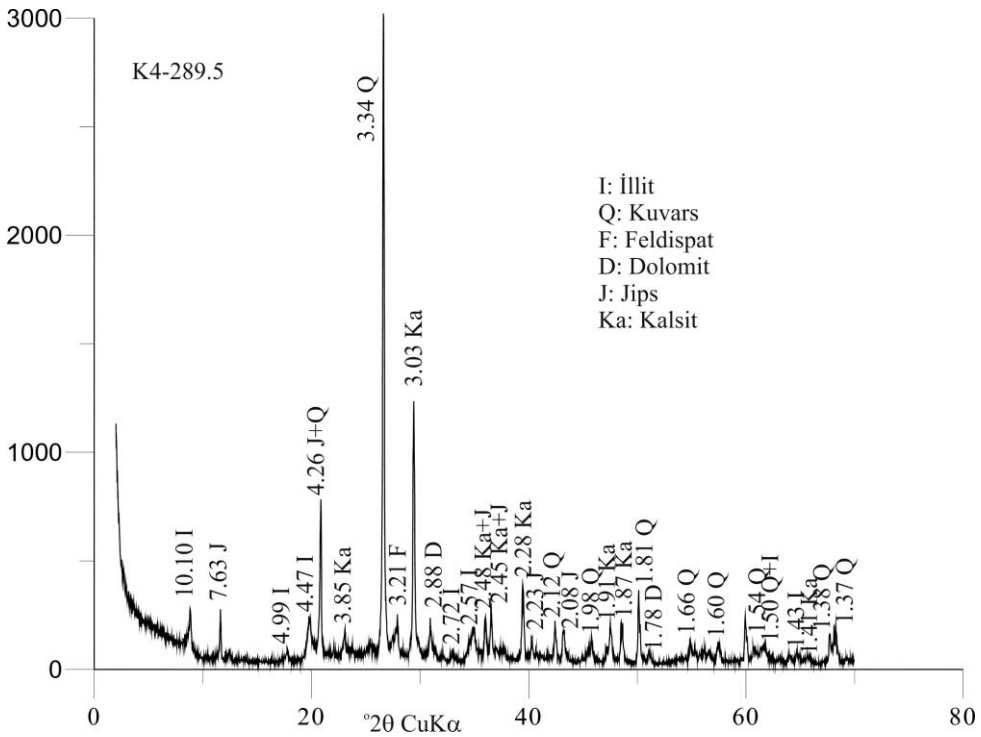
Şekil 4.28 K1-164.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



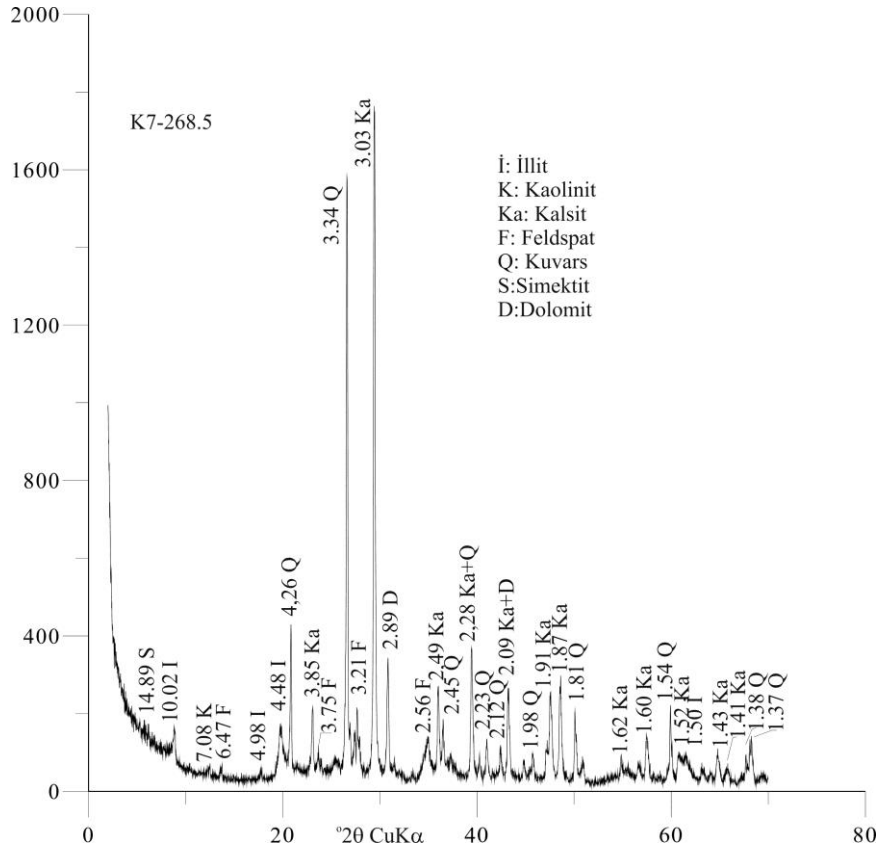
Şekil 4.29. K4-271.0 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



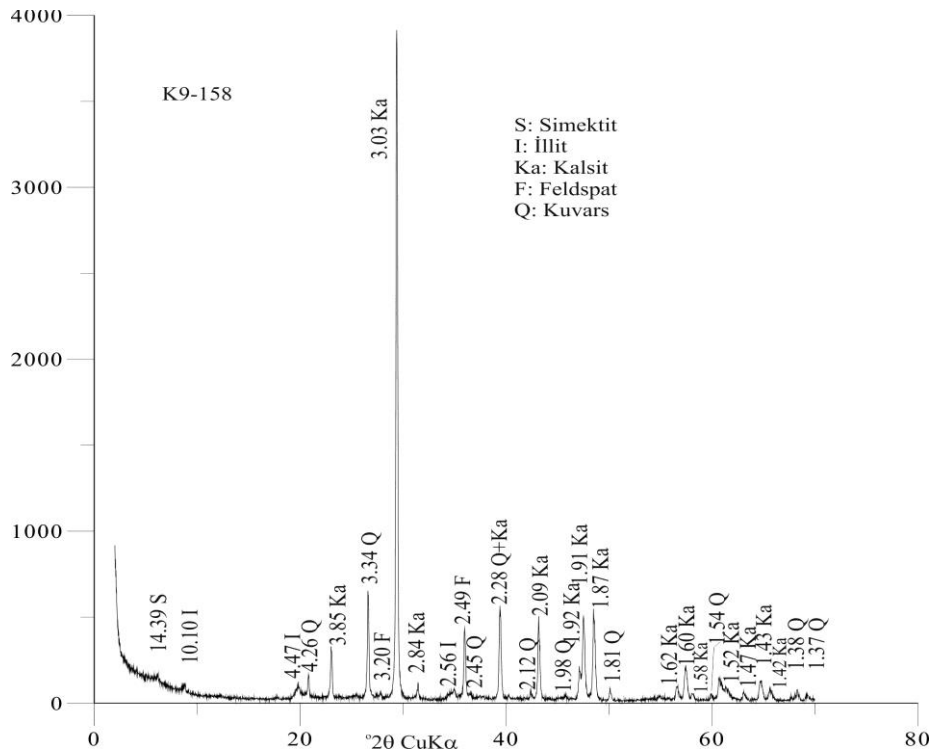
Şekil 4.30. K4-407.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



Şekil 4.31 K4-289.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



Şekil 4.32. K7-268.50 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



Şekil 4.33 K9-158.00 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.

## 4.4 Jeokimya

### 4.4.1 Ana element kimyası

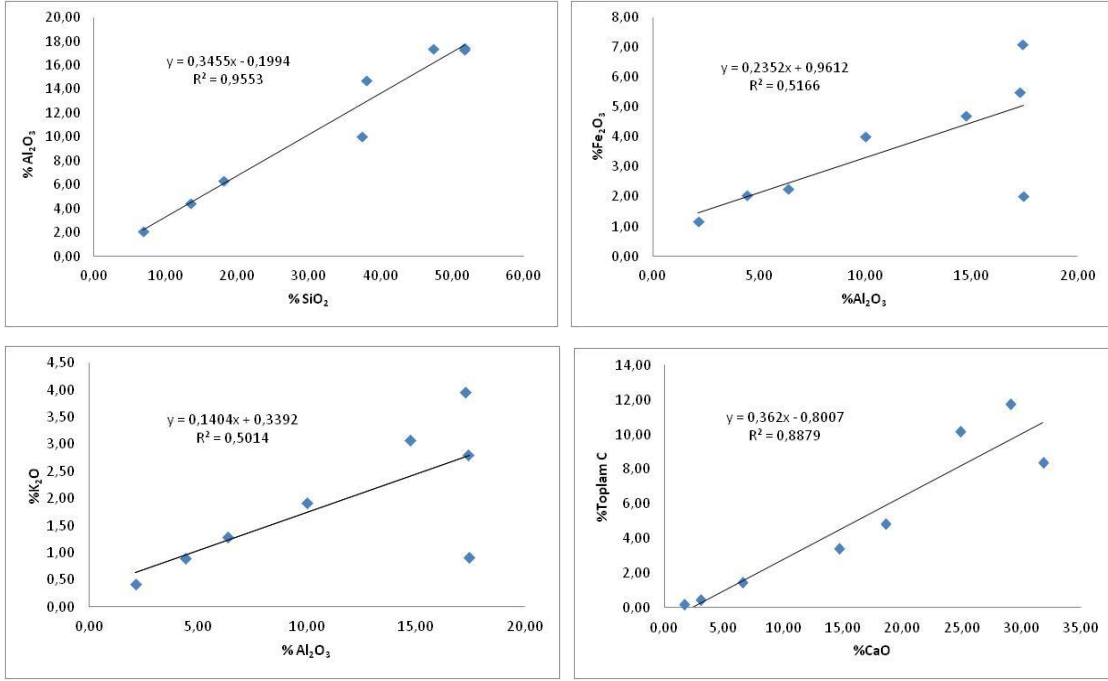
İnceleme alanında K1, K4 ve K9 sondajlarından seçilen kil ve karbonatca zengin örneklerin ana, iz ve nadir toprak element, ateşte kayıp (AK) ve toplam C ve toplam S analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizi yapılan örneklerin ana element oksit, ateşte kayıp ve toplam C ve toplam S içerikleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

K1 ve K9 sondajları havzanın kenar-orta kesiminde yer alırken, K4 havzanın orta-merkezi kesiminde yer almaktadır. K1 sondaj örneklerinin SiO<sub>2</sub> içerikleri %6.86 ile %51.75 arasında değişirken, K4 sondajının %12.81 ile %51.05 arasında, K9 sondajının ise %17.29 ile %58.10 arasında değişmektedir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri ise K1 sondaj örneklerinde %2.14 ile %17.45, K4 sondaj örneklerinde %0.61 ile %18.53, K9 sondaj örneklerinde ise %5.21 ile %26.45 arasında değişmektedir. CaO içeriği K1 sondajında %1.62 ile %31.79 arasında değişirken, K4 sondajında %4.18 ile %25.01, K9 sondajında %1.49 ile %38.58 arasında değişmektedir. Toplam C içeriği K1 sondajında %0.17 ile %11.78, K4 sondajında %0.98 ile %12.39, K9 sondajında ise %0.16 ile %8.77 arasında değişmektedir. Toplam S içeriği K1 ve K9 sondajlarında yok iken, K4 sondajında 289.5 m de %1.06, 303 m de %1.32 olarak belirlenmiştir.

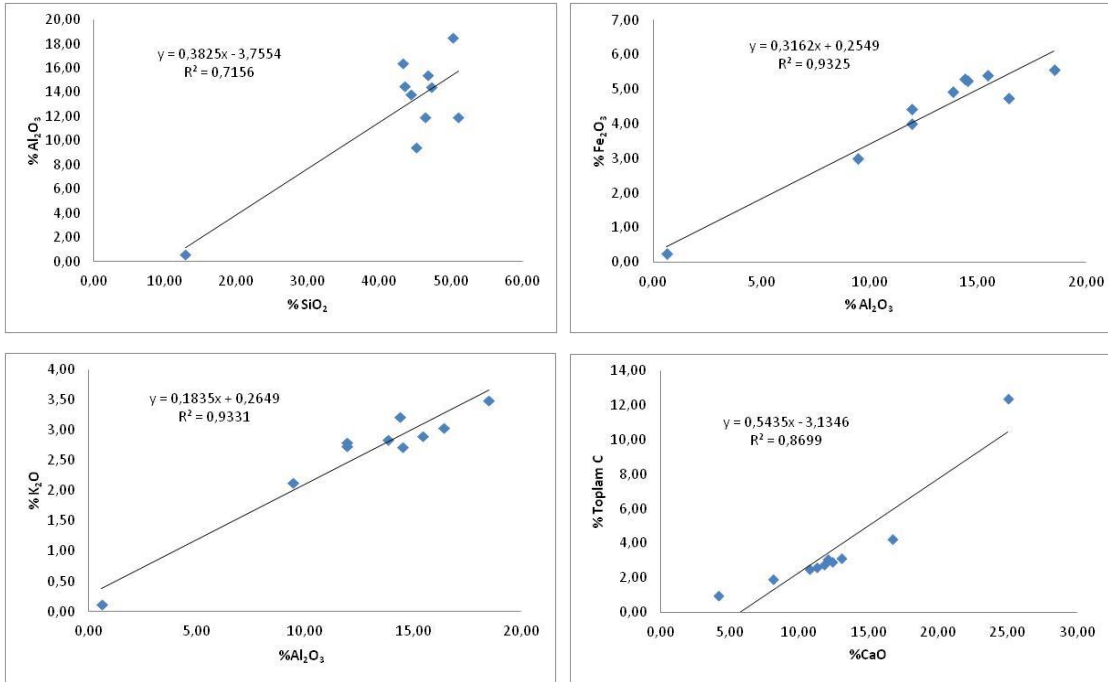
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile SiO<sub>2</sub> arasında K1 ve K4 sondaj örneklerinde kuvvetli pozitif korelasyon gözlenirken, K9 sondaj örneklerinde bir korelasyon gözlenmemiştir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında K1 ve K9 sondaj örneklerinde zayıf-orta kuvvetli pozitif, K4 sondaj örneklerinde çok kuvvetli pozitif korelasyon belirlenmiştir. K<sub>2</sub>O ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında K1 sondajında orta kuvvetli pozitif, K4 de çok kuvvetli pozitif, K9 da ise bir korelasyon gözlenmemiştir. CaO ile Toplam C arasında tüm sondajlarda çok kuvvetli pozitif korelasyon gözlenmiştir (Şekil 4.34, Şekil 4.35, Şekil 4.36 ).

**Çizelge 4. 2** Sondaj örneklerinin ana element oksit içerikleri (%).

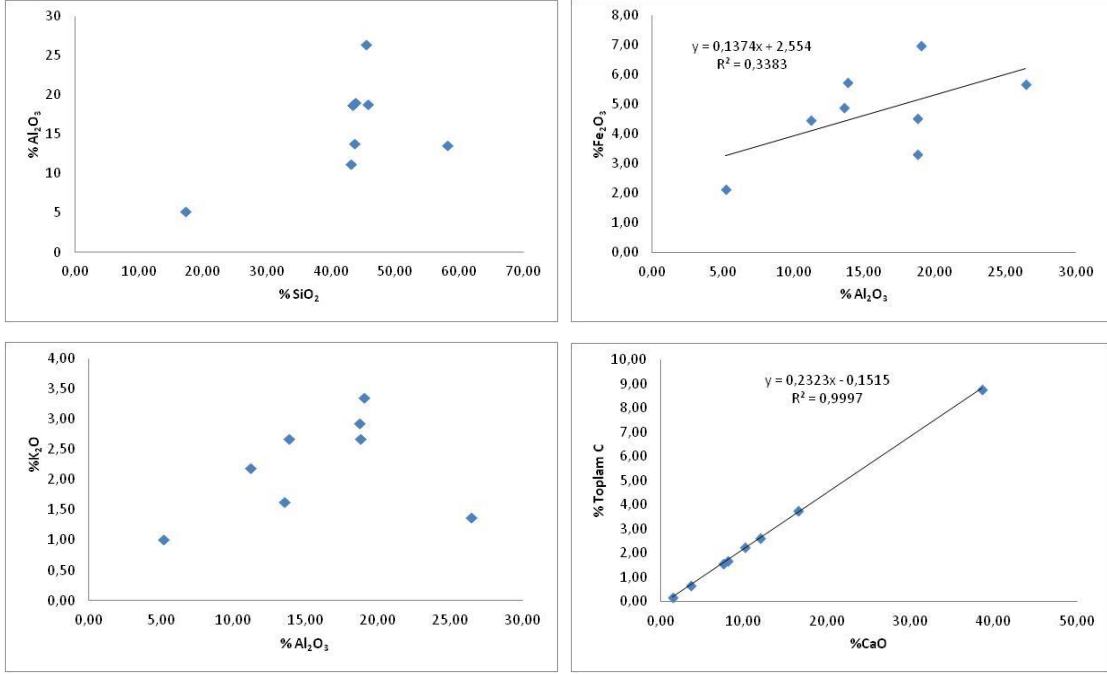
Örnek	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AK	Top	TOT/CTOT/S
K1-106.60	51,70	17,45	2,01	4,27	1,62	0,39	0,92	0,38	0,04	0,01	0,002	20,9	99,74	0,17 0,02
K1-130.80	37,96	14,73	4,71	2,81	14,64	0,20	3,08	0,59	0,22	0,08	0,018	20,7	99,81	3,42 0,06
K1-143.30	13,54	4,45	2,06	14,74	24,82	0,14	0,90	0,16	0,05	0,04	0,006	38,7	99,67	10,16 0,11
K1-148.70	6,86	2,14	1,17	16,78	29,04	0,10	0,43	0,10	0,04	0,03	0,004	42,8	99,55	11,78 0,06
K1-158.20	18,10	6,38	2,26	5,32	31,79	0,07	1,30	0,20	0,04	0,05	0,006	34,2	99,77	8,40 0,04
K1-164.50	51,75	17,29	5,50	2,64	3,02	1,49	3,97	0,55	0,14	0,05	0,004	13,3	99,76	0,46 0,02
K1-239.40	37,42	10,02	4,01	3,55	18,59	0,10	1,92	0,46	0,07	0,06	0,016	23,6	99,81	4,84 0,02
K1-261.10	47,37	17,41	7,11	2,06	6,57	0,25	2,81	0,80	0,11	0,05	0,023	15,2	99,83	1,46 0,02
K4-271.00	12,81	0,61	0,23	17,91	25,01	0,10	0,12	0,03	0,02	0,01	0,002	42,5	99,35	12,39 0,23
K4-289.50	51,05	11,97	4,42	1,82	11,76	0,47	2,74	0,59	0,09	0,05	0,018	14,8	99,84	2,78 1,06
K4-303.00	47,20	14,42	5,29	2,03	10,73	0,50	3,22	0,65	0,10	0,07	0,017	15,6	99,83	2,50 1,32
K4-334.00	46,41	11,97	4,00	2,53	13,02	0,48	2,79	0,52	0,09	0,04	0,015	17,9	99,82	3,15 0,05
K4-359.00	44,43	13,86	4,92	2,44	12,01	0,39	2,84	0,52	0,08	0,04	0,014	18,2	99,79	3,09 0,44
K4-393.20	46,80	15,45	5,39	2,78	8,11	0,34	2,91	0,49	0,06	0,03	0,015	17,4	99,78	1,91 0,06
K4-407.50	43,51	14,53	5,25	2,18	12,32	0,31	2,72	0,52	0,09	0,04	0,017	18,3	99,79	2,96 0,36
K4-457.00	45,17	9,48	2,98	2,83	16,67	0,47	2,13	0,50	0,09	0,05	0,017	19,4	99,80	4,24 0,03
K4-509.50	43,21	16,43	4,74	2,00	11,24	0,32	3,04	0,66	0,09	0,04	0,017	17,9	99,80	2,62 0,03
K4-589.00	50,24	18,53	5,57	2,36	4,18	0,70	3,49	0,69	0,12	0,02	0,018	13,8	99,78	0,98 0,02
K9-100.00	43,75	19,02	6,99	1,78	8,06	0,33	3,36	0,83	0,07	0,06	0,030	15,5	99,84	1,70 0,02
K9-144.50	45,41	26,45	5,69	1,04	1,49	0,46	1,38	0,36	0,07	0,02	0,005	17,3	99,79	0,16 0,02
K9-158.00	17,29	5,21	2,15	1,09	38,58	0,10	1,01	0,26	0,05	0,10	0,011	34,0	99,91	8,77 0,02
K9-174.30	43,66	13,84	5,76	2,48	11,98	0,26	2,68	0,67	0,09	0,04	0,029	18,3	99,84	2,63 0,02
K9-190.20	45,73	18,77	4,54	2,19	7,48	0,69	2,67	0,58	0,11	0,03	0,016	16,9	99,77	1,58 0,02
K9-200.25	43,09	11,22	4,49	1,90	16,45	0,36	2,19	0,58	0,08	0,04	0,025	19,4	99,84	3,76 0,02
K9-262.50	43,32	18,73	3,34	1,78	10,13	1,69	2,94	0,40	0,17	0,05	0,006	17,1	99,76	2,24 0,02
K9-371.20	58,10	13,55	4,89	2,40	3,66	0,51	1,63	0,59	0,06	0,06	0,022	14,3	99,85	0,67 0,02
Mak	58,10	26,45	7,11	17,91	38,58	1,69	3,97	0,83	0,22	0,10	0,03	42,80	99,91	12,39 1,32
Min	6,86	0,61	0,23	1,04	1,49	0,07	0,12	0,03	0,02	0,01	0,00	13,30	99,35	0,16 0,02
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	-5,1	0,01	0,02 0,02



Şekil 4.34 K1 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki.



Şekil 4.35 K4 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki.



Şekil 4.36 K9 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki.

#### 4.4.2. İz ve nadir toprak element kimyası

Kimyasal analizi yapılan örneklerin iz element içerikleri Çizelge 4.3’de, nadir toprak element içerikleri Çizelge 4.4’ de ve nadir toprak elementlerinin anomali ve oranları ise Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Sr içeriğinin karbonat içeriği yüksek olan örneklerde kilce zengin olan seviyelere göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Kilce zengin örneklerde ise karbonat içeriği yüksek örneklere göre daha yüksek miktarda REE ve bazı iz element (V, Sc, Cr, Co, As, Ba, Rb, Th) içerikleri belirlenmiştir.

İz element içeriklerini NASC (Gromet ve ark., 1984) ile karşılaştırdığımızda büyük değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir. Karbonat ve kilce zengin örneklerde genel olarak Sr, Cr, Ni ve Cs de zenginleşme olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.37 ve Şekil 4.38). V, Co, Rb, Y ve Ba da ise her iki grupta da fakirleşme gözlenmiştir.



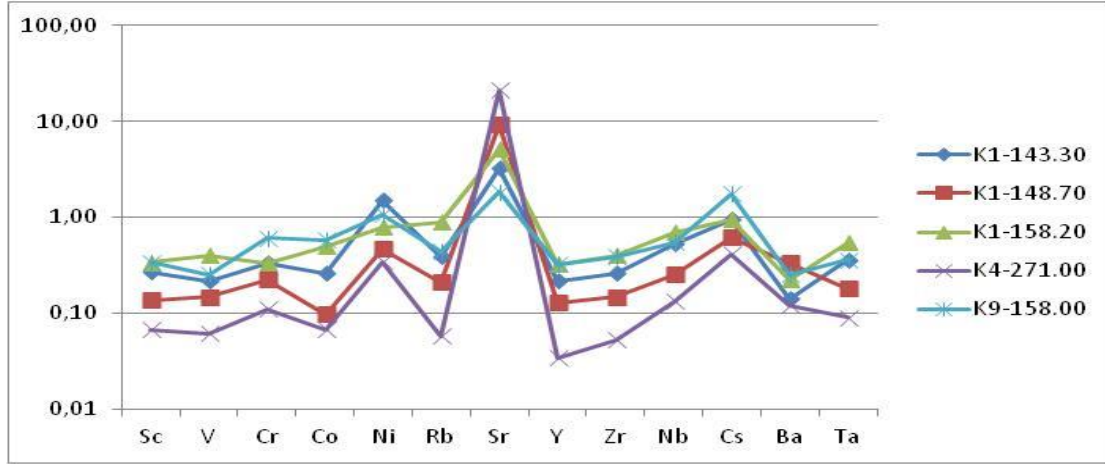
**Çizelge 4.3** Sondaj örneklerinin iz element içerikleri (ppm).

Örnek	Ba	Ni	Sc	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	V	W	Zr	Y
K1-106.60	181	<20	2	3	5,4	1,1	20,0	15,1	59,9	32,6	340,7	3,4	48,2	20	0,6	667,5	20,2
K1-130.80	325	109	13	<1	13,4	9,1	20,1	4,2	20,7	144,5	408,2	1,2	15,9	93	1,8	167,7	28,0
K1-143.30	89	86	4	<1	6,7	4,9	5,4	1,3	6,8	48,4	459,9	0,4	5,3	28	0,9	51,1	7,6
K1-148.70	213	27	2	<1	2,5	3,2	2,3	0,7	3,3	26,0	1303,9	0,2	2,2	19	0,5	29,2	4,5
K1-158.20	140	45	5	1	12,7	4,8	7,6	2,0	9,1	111,1	718,8	0,6	7,6	52	0,8	79,5	11,2
K1-164.50	301	52	5	2	16,0	19,3	21,2	11,7	55,2	185,3	263,9	2,7	35,9	45	3,7	503,4	26,5
K1-239.40	252	70	9	<1	11,9	6,4	13,1	3,5	11,6	100,4	519,0	0,8	11,2	70	1,3	128,6	24,1
K1-261.10	350	130	16	6	21,1	10,2	22,4	5,3	22,3	147,2	198,4	1,7	18,1	118	2,0	199,5	33,8
K4-271.00	75	<20	<1	<1	1,7	2,1	<0,5	0,1	1,7	7,2	2977,5	<0,1	0,6	8	<0,5	10,3	1,2
K4-289.50	317	67	10	4	12,8	8,4	13,8	6,0	20,6	137,4	271,0	1,2	18,5	76	1,6	229,6	33,5
K4-303.00	327	83	12	3	14,8	10,3	17,5	6,0	24,1	158,8	261,4	1,6	22,3	87	2,8	228,5	31,0
K4-334.00	275	56	9	<1	9,8	11,0	15,2	6,6	25,4	163,3	341,6	1,5	25,3	61	2,3	253,3	29,4
K4-359.00	281	72	11	2	12,1	14,0	17,9	6,4	27,5	188,9	458,5	1,8	27,1	81	3,4	238,8	28,6
K4-393.20	271	97	11	7	14,9	15,5	19,5	7,5	29,6	212,0	446,2	2,1	30,2	76	2,9	270,9	25,0
K4-407.50	331	110	11	1	19,7	13,7	18,3	5,9	27,1	202,1	417,2	1,9	28,2	90	2,5	230,0	31,7
K4-457.00	295	46	8	<1	7,6	5,6	11,6	5,0	14,6	97,7	647,8	1,0	13,8	61	1,7	191,8	29,5
K4-509.50	471	84	14	<1	13,2	13,1	19,7	6,6	24,4	174,3	309,7	1,5	28,5	101	3,5	265,6	31,1
K4-589.00	465	96	14	3	17,4	16,9	23,8	5,5	24,7	192,1	424,1	1,5	29,3	101	2,5	222,8	30,3
K9-100.00	418	166	17	3	25,3	40,5	24,1	4,8	21,2	180,4	140,6	1,3	15,2	146	1,8	173,5	14,2
K9-144.50	323	350	3	3	1,4	12,7	36,0	17,7	33,4	76,9	276,9	6,0	105,9	<8	1,6	385,5	13,2
K9-158.00	157	61	5	3	14,8	8,9	5,5	1,7	7,0	55,2	259,1	0,4	6,1	33	0,8	77,2	11,2
K9-174.30	272	184	12	4	22,6	12,2	16,7	4,9	18,6	133,4	270,1	1,0	16,5	83	2,3	178,0	17,5
K9-190.20	749	118	10	2	20,1	10,5	20,6	9,9	30,6	123,2	380,2	2,2	49,1	65	3,1	345,7	23,8
K9-200.25	234	115	9	4	16,0	9,3	13,3	5,6	18,2	110,2	282,0	1,2	17,6	80	2,0	233,3	22,5
K9-262.50	830	88	3	9	19,9	4,3	23,8	7,4	27,2	86,3	669,8	2,0	68,3	40	2,7	225,8	16,1
K9-371.20	259	105	11	4	15,1	8,7	15,5	5,0	13,9	98,8	190,8	0,9	12,9	57	2,5	207,1	28,2
Mak	830	350	17	9	25	41	36	18	60	212	2978	6	106	146	4	668	34
Min	75	20	1	1	1,4	1,1	0,5	0,1	1,7	7,2	140,6	0,1	0,6	8	0,5	10,3	1,2
MDL	1	20	1	1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,2	8	0,5	0,1	0,1

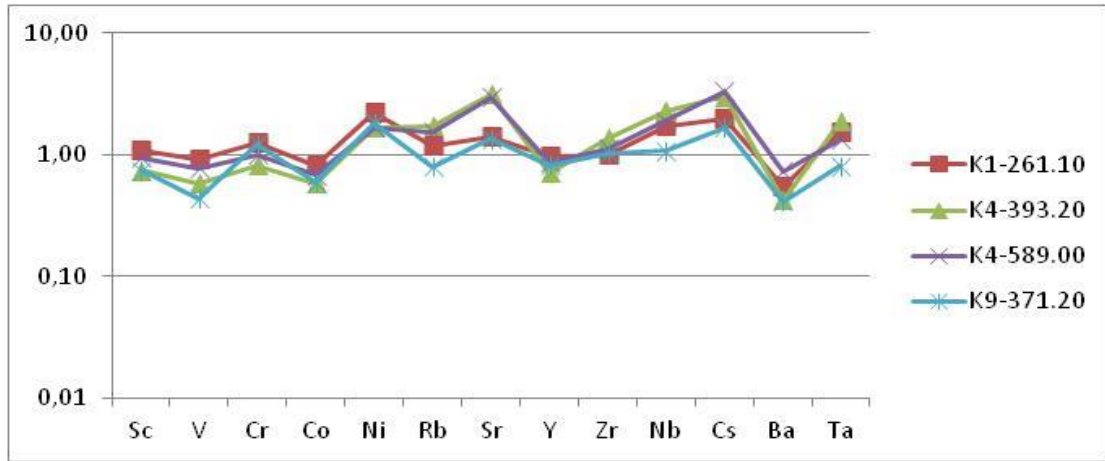
Nadir toprak element (NTE) içerikleri kondrite göre (Boynton (1984), Sun ve McDonough (1989)) ve NASC'a (Average North American Shale, Taylor ve McLennan 1985) göre normalize edilmiştir. Normalize edilmesi sonrası çizilen grafiklerde NASC'a göre NTE trendlerinin yataya yakın ve NASK değerlerine paralel olduğu, kondrite göre ise hafif NTE elementlerinin ağır NTE elementlerine oranla zenginleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.39, Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44).

NASC'a göre yapılan değerlendirmede Eu\* anomalisi değişken iken, Ce\* da çok hafif negatif anomali veya anomali gözlenmemiştir (Çizelge 4.5).

Kondirite göre yapılan değerlendirmede ise Eu\* da negatif anomali gözlenmiştir (0.17-0.88), Ce anomali değerleri NASC'a benzer bulunmuştur (Çizelge 4.5). Anomalinin varlığı feldispatların kalsiyum içeriğinin düşük olduğu ve zayıf oranda da kalsiyumun feldispat yapısından ayrıldığı gösterir.



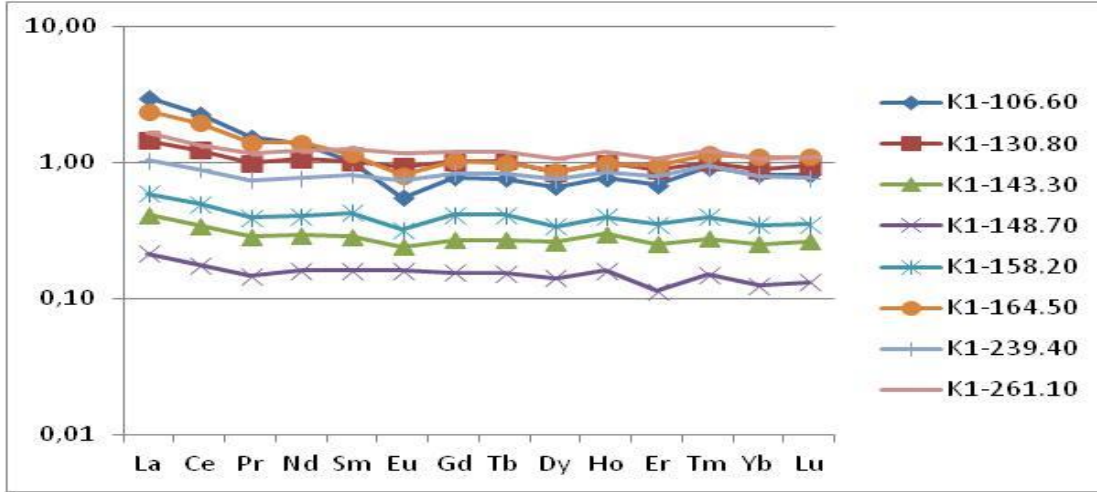
Şekil 4.37 Karbonatca zengin örneklerin bazı iz elementlerinin NASC'a göre değişimleri.



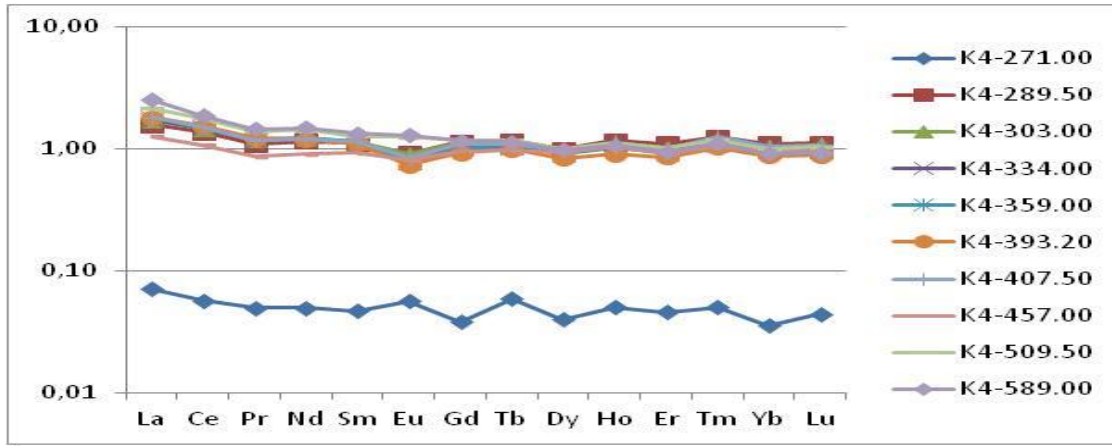
Şekil 4.38 Kilce zengin bazı örneklerin bazı iz elementlerinin NASC'a göre değişimleri.

**Çizelge 4.4** Sondaj örneklerinin nadir toprak element içerikleri (ppm).

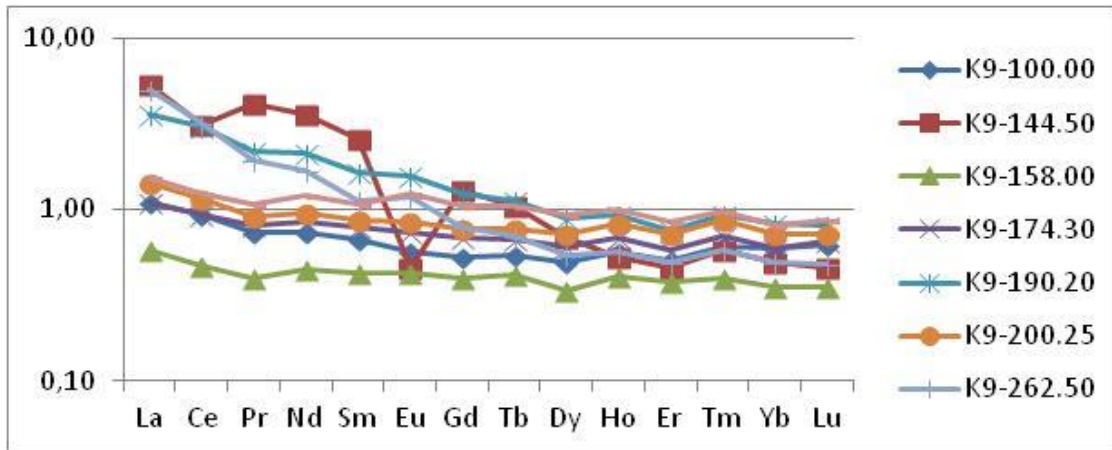
Örnek	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
K1-106.60	92,9	152,0	13,62	41,5	6,14	0,69	4,28	0,65	3,69	0,77	2,24	0,37	2,54	0,37
K1-130.80	45,4	83,0	8,88	32,3	6,10	1,17	5,59	0,87	4,69	0,99	2,88	0,40	2,74	0,43
K1-143.30	12,9	23,1	2,54	8,9	1,70	0,30	1,49	0,23	1,45	0,30	0,82	0,11	0,78	0,12
K1-148.70	6,7	11,8	1,31	4,9	0,96	0,20	0,85	0,13	0,78	0,16	0,37	0,06	0,39	0,06
K1-158.20	18,4	33,4	3,52	12,3	2,56	0,40	2,27	0,35	1,88	0,40	1,15	0,16	1,08	0,16
K1-164.50	73,9	131,0	12,53	42,4	6,92	1,01	5,67	0,84	4,81	0,98	3,13	0,46	3,41	0,50
K1-239.40	32,5	59,8	6,64	23,5	4,87	0,93	4,58	0,71	4,17	0,85	2,62	0,38	2,47	0,35
K1-261.10	52,0	90,0	10,42	37,2	7,53	1,48	6,63	1,02	5,94	1,19	3,53	0,49	3,30	0,50
K4-271.00	2,2	3,8	0,44	1,5	0,28	0,07	0,21	0,05	0,22	0,05	0,15	0,02	0,11	0,02
K4-289.50	48,8	91,2	9,63	34,9	6,69	1,14	6,23	0,99	5,52	1,17	3,59	0,50	3,41	0,51
K4-303.00	52,8	98,7	10,47	37,2	6,79	1,13	6,15	0,92	5,49	1,11	3,33	0,47	3,21	0,49
K4-334.00	53,4	99,8	10,36	36,6	6,80	0,97	5,69	0,87	5,17	1,10	3,27	0,44	3,01	0,44
K4-359.00	56,5	99,5	10,59	37,6	6,81	0,97	5,66	0,90	5,00	1,03	3,01	0,43	3,16	0,44
K4-393.20	55,8	103,2	10,86	36,4	6,56	0,92	5,12	0,84	4,61	0,90	2,80	0,41	2,72	0,40
K4-407.50	55,8	102,1	10,53	36,6	6,87	1,05	5,97	0,92	5,37	1,13	3,26	0,50	3,23	0,49
K4-457.00	39,4	72,2	7,70	27,4	5,50	1,01	5,26	0,82	5,09	1,05	2,98	0,42	2,96	0,43
K4-509.50	67,0	119,6	12,30	43,4	7,54	1,55	6,45	1,00	5,53	1,11	3,30	0,47	3,07	0,47
K4-589.00	78,6	125,4	12,90	45,2	8,01	1,61	6,44	0,97	5,44	1,06	3,09	0,44	2,85	0,42
K9-100.00	34,4	62,2	6,47	22,5	4,00	0,71	2,92	0,46	2,73	0,57	1,66	0,24	1,85	0,28
K9-144.50	164,3	207,3	36,26	107,7	15,20	0,57	7,03	0,89	3,75	0,53	1,50	0,23	1,52	0,21
K9-158.00	17,9	31,7	3,56	13,5	2,52	0,53	2,17	0,35	1,88	0,41	1,24	0,16	1,10	0,16
K9-174.30	34,4	62,7	7,13	25,8	4,67	0,91	3,78	0,57	3,37	0,69	1,90	0,28	1,83	0,30
K9-190.20	111,5	201,6	19,26	64,4	9,80	1,97	6,81	0,95	4,93	0,93	2,44	0,37	2,54	0,37
K9-200.25	43,7	77,3	7,99	28,6	5,15	1,06	4,27	0,66	3,94	0,83	2,33	0,35	2,25	0,33
K9-262.50	154,8	214,3	17,25	50,4	6,68	1,47	4,36	0,59	2,99	0,56	1,60	0,23	1,53	0,22
K9-371.20	48,0	83,1	9,54	36,5	6,38	1,53	5,74	0,88	5,12	1,00	2,77	0,39	2,52	0,39
Mak	164,30	214,30	36,26	107,70	15,20	1,97	7,03	1,02	5,94	1,19	3,59	0,50	3,41	0,51
Min	2,20	3,80	0,44	1,50	0,28	0,07	0,21	0,05	0,22	0,05	0,15	0,02	0,11	0,02
MDL	0,1	0,1	0,02	0,3	0,05	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01



Şekil 4.39 K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.



Şekil 4.40 K4 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.

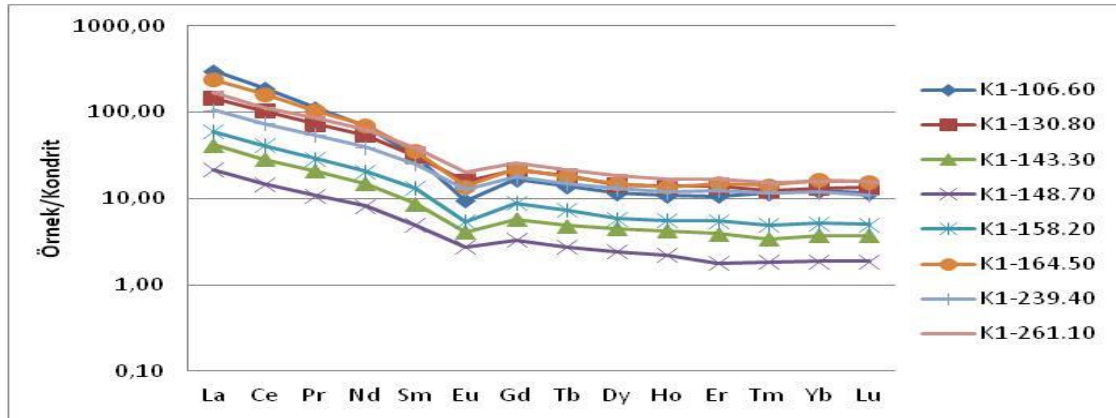


Şekil 4.41 K9 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.

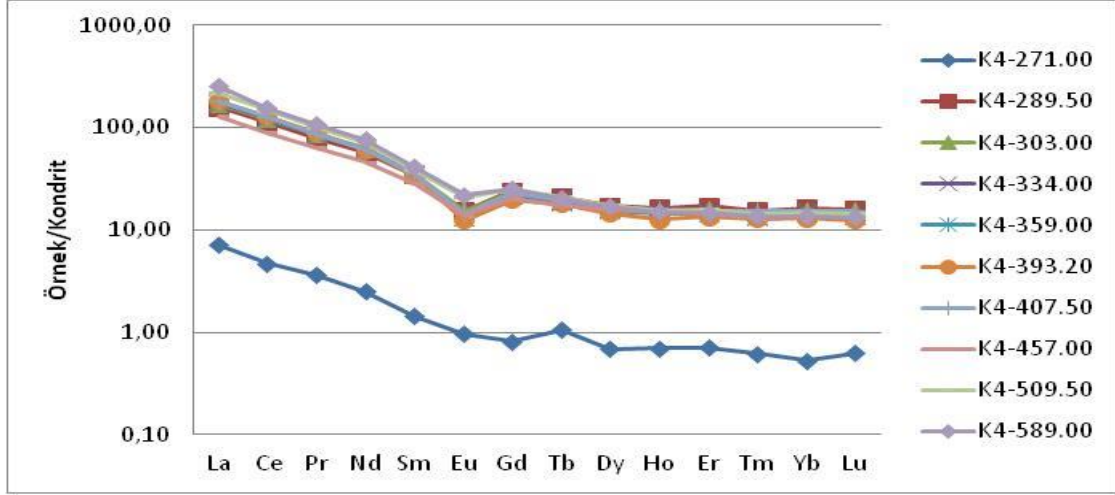
**Çizelge 4.5** Sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin anomali ve oranları.

Sample	NASC'a göre			Kondrite göre			La/Lu	HNT/ONT	HNT/ANT
	Eu/Eu*	Ce/Ce*	La/Lu	Eu/Eu*	Ce/Ce*	La/Lu*			
K1-106.60	0,62	1,06	3,68	0,41	1,03	26,08	251,08	18,50	54,35
K1-130.80	0,92	1,03	1,55	0,61	0,99	10,97	105,58	8,74	26,29
K1-143.30	0,87	1,00	1,58	0,58	0,97	11,17	107,50	8,67	25,92
K1-148.70	1,02	0,98	1,64	0,68	0,96	11,60	111,67	8,02	28,08
K1-158.20	0,76	1,03	1,69	0,51	1,00	11,95	115,00	8,60	26,52
K1-164.50	0,74	1,07	2,17	0,49	1,04	15,35	147,80	12,84	34,64
K1-239.40	0,90	1,01	1,36	0,60	0,98	9,65	92,86	7,60	21,04
K1-261.10	0,96	0,96	1,53	0,64	0,93	10,80	104,00	7,97	24,25
K4-271.00	1,32	0,96	1,61	0,88	0,93	11,43	110,00	9,02	26,47
K4-289.50	0,81	1,04	1,40	0,54	1,01	9,94	95,69	8,49	23,04
K4-303.00	0,80	1,04	1,58	0,53	1,01	11,19	107,76	9,23	26,56
K4-334.00	0,72	1,05	1,78	0,48	1,02	12,61	121,36	9,72	27,96
K4-359.00	0,72	1,01	1,88	0,48	0,98	13,34	128,41	10,02	29,00
K4-393.20	0,73	1,04	2,05	0,49	1,01	14,49	139,50	10,88	32,58
K4-407.50	0,75	1,05	1,67	0,50	1,01	11,83	113,88	9,62	27,41
K4-457.00	0,86	1,03	1,34	0,57	1,00	9,52	91,63	7,83	21,61
K4-509.50	1,02	1,03	2,09	0,68	1,00	14,81	142,55	10,45	33,15
K4-589.00	1,03	0,98	2,74	0,69	0,95	19,44	187,14	11,14	38,54
K9-100.00	0,95	1,04	1,80	0,64	1,00	12,76	122,86	11,02	31,16
K9-144.50	0,25	0,67	11,47	0,17	0,65	81,27	782,38	18,43	149,01
K9-158.00	1,04	0,99	1,64	0,69	0,96	11,62	111,88	8,48	25,06
K9-174.30	0,99	0,99	1,68	0,66	0,96	11,91	114,67	9,29	30,17
K9-190.20	1,10	1,08	4,42	0,74	1,05	31,30	301,35	15,63	69,36
K9-200.25	1,04	1,03	1,94	0,69	1,00	13,76	132,42	9,91	29,96
K9-262.50	1,25	1,03	10,32	0,83	1,00	73,09	703,64	26,23	122,00
K9-371.20	1,16	0,96	1,81	0,77	0,93	12,78	123,08	8,58	29,18

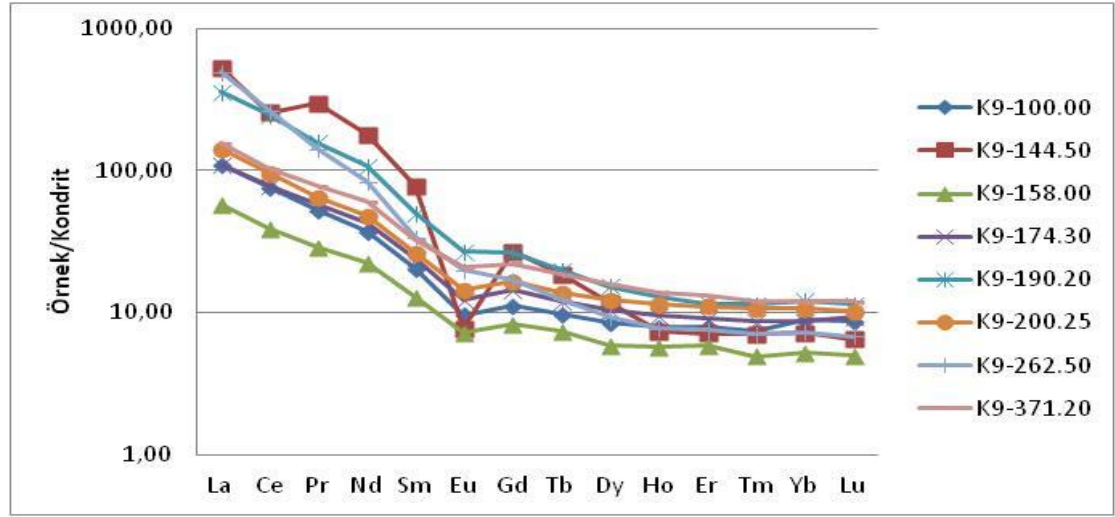
Not:  $Eu/Eu^* = Eu_N / [Sm_N Gd_N]^{1/2}$ ,  $Ce/Ce^* = Ce_N / [La_N Pr_N]^{1/2}$



**Şekil 4.42** K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.



Şekil 4.43 K4 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.



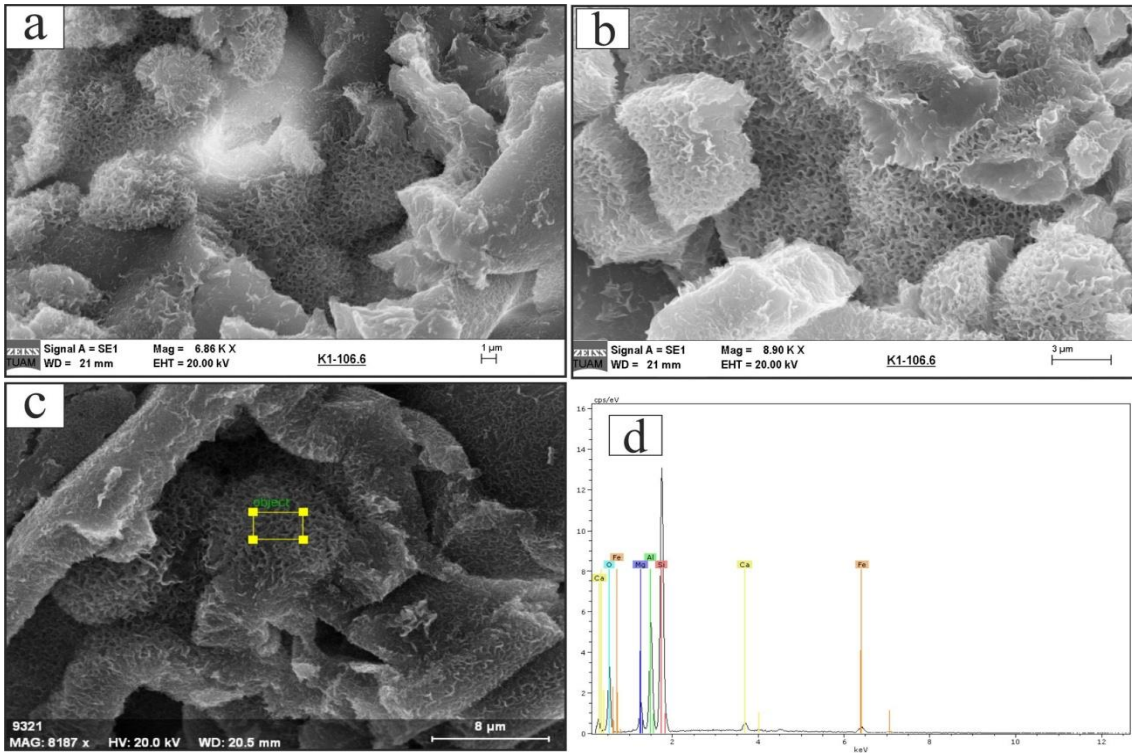
Şekil 4.44 K9 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.

#### 4.5 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ve EDS İncelemeleri

Çalışma alanından alınan örneklerin taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelemeleri sonucunda minerallerin morfolojik ve dokusal özellikleri, bileşimi, kristallenmesi ve oluşumu hakkında bilgi edinilmesi hedeflenmiştir.

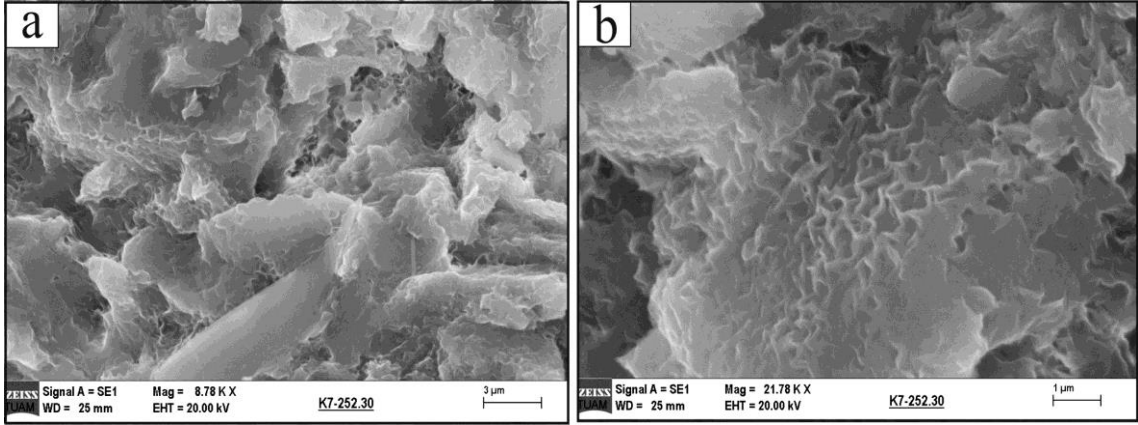
Tüm örneklerde simektit tipik balpeteği ve mısır gevreği morfoloji göstermiştir (Şekil 4.45, Şekil 4.46). Ayrıca tesbih tanesi şeklinde muhtemelen bakteri faaliyetinden kaynaklanan mineralleşmelerin görülmesi de simektit oluşumunda kısmen de gözenek sularında biyolojik aktivite varlığı ile ilişkilendirilmiştir. Sözkonusu mineral ve tesbih

şekilli oluşumlarda Si, Al içerikleri yüksek, Ca ve Mg içeriği EDS analizinde oldukça belirgin çıkmıştır. Bu mineralleşmelerle birlikte feldispat kristalleri de gözlenmiştir (Şekil 4.47). Bu durum simekitin oluşumu ile ilişkili olduğu, muhtemelen ortamda silis aktivitesi ve Mg artışı ile ilişkili olarak simekitin alkanin ortamlarda feldispat minerallerinden itibaren otojenik olarak oluştuğu şeklinde yorumlanmıştır. Tesbih şekilli oluşumların söz konusu ortam koşullarına uyumlu bir bakteri veya mineral neformasyonunun ilk aşamaları veya başlangıç evreleri olabilir.

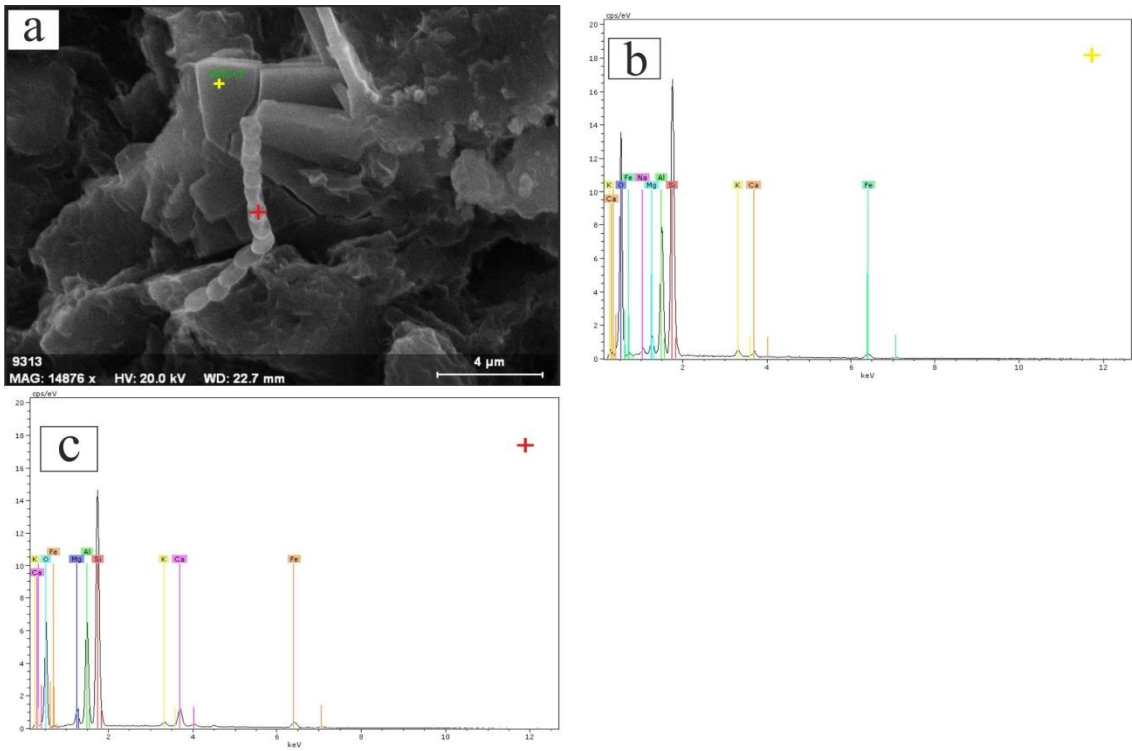


**Şekil 4.45** Bal Peteği yapısı gösteren simekitin elektron mikroskop görüntüsü (a, b, c) ve EDS analizi (d).

Kaolinit için tipik olan pseudohekzagonal kaolinit levhaları, kitapçıkları ve akordiyon yapıları gözlenmiştir (Şekil 4.48). Kaolinit levhaların kenarlarının belirgin ve düzgün olmaması ve levhaların oluşturduğu paketlerin sıkı dokulu olmaması ve kristallerin ince taneli olması otojenik kristalleşmeyi değil çoğunlukla degradasyonu gösterir (Keller 1976, 1977). Kaolinitle beraber kuvars ve feldispatın gözlenmesi kaolinitin oluşumunda detritik malzemedan itibaren ikincil dönüşümün (degradasyonun) rol oynadığını gösterir (Şekil 4.48).



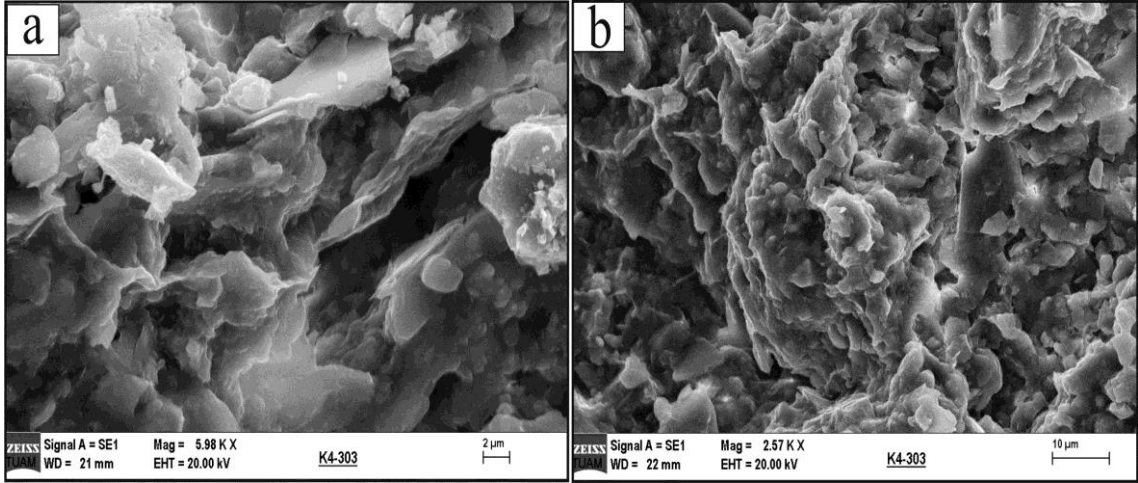
Şekil 4.46 Mısır gevreği yapısı gösteren simonitin elektron mikroskop görüntüsü (a) ve (b).



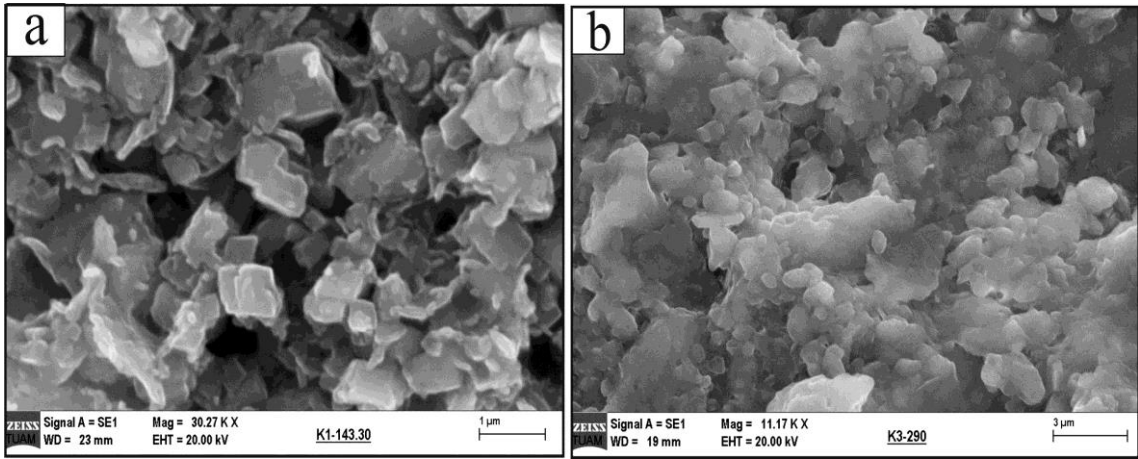
Şekil 4.47 Sondaj numunelerinde feldispat, yeni mineralleşme ve simonit mineralleri (a), feldispat mineralinin EDS analizi (b), yeni mineralleşmelerin EDS analizi (K7-252.3).

SEM çalışmalarında yer yer düzensiz gelişmiş romboedrik dolomit kristalleri belirlenmiştir. Dolomitlerin aşamalı olarak büyüdüğü gözlenmiş ve dolomit kristalleri üzerinde büyüme izleri tespit edilmiştir. Bu durum dolomitlerin otijenik olarak oluştuğunu gösterir (Şekil 4.49a). Kalsit minerallerinin ise çok küçük, düzensiz gelişmiş olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.49b).





Şekil 4.48 Kaolinitin elektron mikroskop görüntüsü.



Şekil 4.49 a) romboedrik dolomit kristalleri ve dolomitlerde gözlenen aşamalı büyüme, b) Küçük, iyi gelişmemiş kalsit kristalleri.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İnceleme alanı Uşak Neojen havzasının doğu bölümünde yer alır. Uşak Neojen havzası çoğunlukla KD-GB ve K-G uzanımlı faylarla kontrol edilen bir havzadır. Çoğunlukla yatay konumlu olan Pliyosen, Pliyo-Kuvaterner yaşlı marn, silttaşı, kiltası, çamurtaşı ve gölsel kireçtaşları, inceleme alanında geniş alanlarda yüzeylemektedir. Metamorfiklerden (mermer, çörtlü mermer, fillit, kuvars-şist ve sleyt) oluşan temel kayaları, havzanın batısında, güneyinde ve doğusunda yayılım gösterir. Çivril-Karahallı havzasını dolduran tortullar alttan üste doğru fluviyal ve gölsel tortul birimlerden oluşmaktadır. İstifin en alt bölümünde bulunan fluviyal tortullar büyük bölümü ile zayıf pekleşmiş, yersel çapraz katmanlı kumtaşı, çakıltaşı, silttaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Havzayı dolduran gölsel tortullar alttan üste doğru yaygın olarak, kalkerli çamurtaşı, marn ve travertenlerden oluşmaktadır. Karahallı-Çivril havzası, doğudan ve güneydoğudan fayla sınırlanmıştır. Havza içinde geniş bir yayılım gösteren gölsel istifin en üst bölümünde bulunan travertenler, diğer gölsel ve fluviyal birimler ile birlikte, havzanın doğusunda Gürpınar fayına doğru giderek kalınlaşmaktadır.

İnceleme alanında TKİ tarafından on adet derin sondaj yapılmıştır. Sondajların derinliği 342 m ile 670m arasında değişmektedir. Karahallı Neojen havzasında, Neojen istifinin en altında bulunan fluviyal tortullar, daha çok havzanın batı ve doğu kenarlarında gözlenir. Havzanın kenar bölümünde gözlenen fluviyal tortullar havza içine doğru fluviyo-lacustrine ve lacustrine tortullara derecelenir. Karahallı Neojen havzasında, havzanın merkezi kesiminde bulunan Karahallı-4, Karahallı-10 ve Karahallı-7 sondajlarının bulunduğu kesim, göreceli olarak, havzanın en derin kesimini karşılamaktadır. Bu sondajların bulunduğu kesimde, temel derinliğinin yanı sıra, buna bağlı olarak Neojen istifinin kalınlığı da artmıştır. Havzanın ani sayılabilecek bir hızda derinleşmesi, havza içinde yer alan gömülü fayların varlığını yansıtır.

Karahallı-1 sondajında 152-154 m. arasında kalan seviyede, başlıca kömürlü çamurtaşı ve kiltasından oluşan bir kömür horizonu kesilmiştir. Karahallı-4 sondajında 278-285 metreler arasında kesilen 7 m. kalınlığındaki kömürlü zon, kesilmiştir. Bu kömürlü seviyeler havzada yanal yönde fluviyo-lacustrine tortullara derecelenir.

Havzaya etkileyen gömülü faylara bağı olarak gelişen yüksek ivmeli subsidans, havza içinde kırıntılı tortul birikiminin yaygın olarak gelişmesine yol açmış olmalıdır. Havzayı dolduran kırıntılı tortullar içinde kuvars ve feldispat minerallerinin yaygın olarak gözlenmesi, daha çok metamorfik bir beslenme alanının varlığını göstermesi bakımından önemlidir. Kumtaşı, çamurtaşı, marn vb. tortullar egemen olarak fluviyal ve gölssel havzalarda çökelmiştir. Bu birimlerin dikey ve yanal yönde geçiş oluşturduğu fasiyes gelişimleri, daimi karakterli bir göl ortamını vurgulamaktadır.

Kalsit ve dolomit minerali havzada yaygın olarak bulunan karbonat mineralleridir. Sülfat minerallerinden ise jips ve anhidrit minerali havzanın merkezinde bazı seviyelerde bulunmaktadır. Yaygın olarak bulunan kil minerallerinden ise Ca-simektit, illit ve kaolinit tespit edilmiştir.

İncelenen numunelerde kalsitin egemen olduğu evreler, kalsitin çökelişi sırasında tuzluluğun düşük olduğunu gösterir. Ortam tuzluluğunun ve alkalinitesinin kısmen artması ve Mg'ca zenginleşme dolomitin çökelişini sağlamıştır. Havzadaki karbonatın kaynağı havzayı çevreleyen, yaygın olarak kireçtaşlarından oluşan Neojen öncesi temel birimlerdir. XRD çalışmaları ile yaygın olarak dolomit mineralinde Ca/Mg oranı belirlenebilir (Goldsmith ve Graf 1958). Havza da bulunan dolomitlerin çoğunluğunun Ca-dolomit (2.89-2.90 Å) olduğu belirlenmiştir. İlk kez Graf ve Goldsmith (1956) tarafından tanımlanmış olan Ca'ca zengin protodolomitler gölssel basenlerde oluşabilmektedir. Müller vd. (1972) protodolomitlerin Mg/Ca oranı 7-12 arasında olan çözeltilerden itibaren oluştuğunu belirtmektedir. SEM çalışmalarında dolomitlerin aşamalı olarak büyüdüğü gözlenmiş ve dolomit kristalleri üzerinde büyüme izleri tespit edilmiştir. Bu durum dolomitlerin otijenik olarak oluştuğunu gösterir.

Alkali karbonatlar çökeldikten sonra, tuzlu suyun belirgin doygunluğa ulaşması ile havza merkezinde jips çökelişi başlar. Mostrada en çok gözlenen, en olağan evaporit minerali ise jipstir. Eardley ve Stringham (1952), jipsin çökelişinin başlaması için yükselen pH ve sıcaklıklara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Gömülme sonucu jips anhidrite dönüşür. Jips ve anhidritin duraylılık alanları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Hardie 1967; Braitsch 1971). Jips ve anhidritin çözünürlük eğrileri 42°C

de kesişir ve bu sıcaklık üzerinde anhidrit duraylıdır. Bu sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda ise jips duraylıdır (Hardie 1967). Yüksek sıcaklık, düşük H<sub>2</sub>O aktivitesi (yüksek tuzluluk) jips yerine anhidritin çökelimini destekler (Braitsch 1971).

REE ve HFSE (Y, Zr, Ti, Nb, Ta), Th, Sc, Hf ve Co bozunma, taşınma, diyajenez ve metamorfizma gibi süreçlerde düşük hareketliliğe sahip olduklarından köken belirlemede en uygun elementlerdir. Uyumlu ve uyumsuz elementlerin birbirlerine oranları felsik ve mafik köken kayaç ayrımında çok kullanışlıdır. Ayrıca REE dağılımları da sedimanter kayaçların kökenini belirlemede önemlidir. Sedimanter kayaçlarda köken kayacın REE dağılım özellikleri korunabilir (Taylor ve McLennan 1985, Wronkiewicz ve Condie 1987, 1989).

Nesbitt (1979), REE hareketliliğinin ortamın pH'ına bağlı olduğunu, asidik koşullarda REE'nin çözeltiliyi tercih ettiğini belirtmiştir. Alkalin koşullar altında ise REE çökelir veya killer ve diğer hidroksitlerde adsorbe olur (Johannesson ve Zhou 1999). Dolayısı ile REE konsantrasyonu çözeltide giderek azalır. Sholkovitz ve Szymezak (2000), düşük tuzluluk koşulları altında çözülmüş LREE çözeltiden ayrılırken, yüksek tuzluluk koşullarında HREE'nin çözeltiden uzaklaştığını belirtmiştir. Tuzlu sudan ilk oluşan mineral olan kalsitin dolomitleşmesi sırasında REE çözeltiyeye geçer. İnceleme alanında da olduğu gibi dolomitçe zengin örnekler kalsitçe zengin örneklerden daha az REE içerirler. Dolomit içeriği yüksek K4-271 nolu örnekte toplam REE:9.12 ppm iken, kalsitçe zengin örneklerde 77.18-78.03 ppm arasında değişmektedir. Örneklerin REE dağılım diyagramlarına bakıldığında özellikle kil ve karbonat örnekleri benzer bir REE dağılımı göstermektedir. Benzer REE dağılımı REE'nin aynı kökenden kaynaklandığına işaret eder.

NTE elementlerinde NASC ve kondrite göre belirlenen değişimleri havzanın kıtasal kabuk kökenli olduğu ve felsik kaynaktan beslendiğini gösterir. NASC'a göre yapılan değerlendirmede Eu\* anomalisi değişken iken, Ce\* da hafif negatif anomali veya Ce\* anomalisi gözlenmemiştir. Kondrite göre yapılan değerlendirmede ise Eu\* da negatif anomalisi ve Ce anomalisi değerlerinin NASC'a benzer bulunması feldispatların kalsiyum içeriğinin düşük olduğu ve zayıf oranda da kalsiyumun feldispat yapısından

ayrıldığını gösterir.

Eu anomalisi indirgen koşullar ile ilişkilidir. Volkanik cam veya feldispat minerallerinin bozunması ile negatif veya pozitif Eu anomalilerine sebep olabileceği gibi redoks koşulları da Eu anomalisine sebep olabilir (Gao ve Wedepohl 1995).

Normalize edilmiş REE içerikleri karşılaştırıldığında, denizel ve karasal suların LREE içeriklerinin çok farklı olduğu tespit edilmiştir. Deniz suyu hafif nadir toprak elementlerince (LREE) oldukça fakirdir ve negatif Ce anomalisi gösterir. Havzada negatif Ce anomalisinin şiddeti arttıkça denizel etkinliğin de arttığı tahmin edilmektedir (Playà vd. 2007). Ancak Ce anomalisi sadece deniz suyu etkisi ile değil, ortamın indirgen, yükseltgen olması ile de çok yakından ilişkilidir. Karbonat ve kilce zengin örneklerde Ce anomalisinin gözlenmemesi veya çok hafif negatif olması ise indirgen ortam şartları ile ilişkilidir. Dolayısıyla mineral çökelişi sırasında muhtemelen indirgen ortam şartları egemen olmuştur.

## 6. KAYNAKLAR

- Akdeniz, N., Konak, N., Çakır, M.H. (1986). Batı Anadolu Temel Jeoloji Projesi (Güney Bölümü). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü *Rapor No: 8945*
- Akgün, F., Kayseri, M.S. and Akkiraz, M.S. (2007). Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene–Miocene period in the Western and Central Anatolia (Turkey). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, Vol. **253**, pp. 56–106.
- Boynton, W.V. (1984). Geochemistry of rare earth elements: meteorite studies. Pp. 63–114 in: *Rare Earth Element Geochemistry (P. Henderson, ed.)*. Elsevier, Amsterdam.
- Boyraz, S., (2011). Denizli yöresi (Çal, Çivril, Baklan) Neojen yaşlı eski toprakların (Paleosol) sedimentolojisi, Güneybatı Anadolu, *Türkiye, Ankara Ü. Doktora tezi*, 295sf.
- Braitsch, O. (1971). Salt deposits their origin and composition (translated by P.J. Burek and A.E.M. Nairn), Springer-Verlag, 297.
- Çağlayan, A., Öztürk, E.M., Öztürk, S., Sav, H., and Akat, U., (1980). Menderes masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum (New data on the southern part of the Menderes massif and a structural interpretation): *Jeoloji Mühendisliği*, **10**, 9-17.
- Çakmakoğlu, A. (1986). Çivril-Banaz-Sandıklı-Dinar arasındaki bölgenin jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü *Rapor no: 8062*, Ankara (yayımlanmamış)
- Dürr, S. (1975). Über Alter und geotektonische Stellung des Menderes-Kristallins/SW-Anatolien und seine Aequivalente in der mittleren Aegaeis: PhD Thesis, Univ. Marburg/Lahn, Germany, pp. 106.
- Eardley, A.J. and Stringham, B. (1952). Selenite crystal in the clays of Great Salt Lake, *Journal of Sedimentary Petrology*, **22**, 234-238.
- Ercan, T., Dinçel, A., Günay, E., Türkcan, A., (1977). Uşak Yöresinin Jeolojisi ve Volkanitlerinin Petrolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu, Arşiv No,6354, Ankara.

- Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A. ve Günay, E. (1978). Uşak yöresindeki Neojen Havzalarının jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt 21, s. 97-106.*
- Erinç, S. (1957). Orta Ege Bölgesinin Jeomorfolojisi, *MTA Raporu, 2217 Ankara.*
- Gao, S. and Wedepohl, K.H. (1995). The negative Eu anomaly in Archean sedimentary rocks; implications for decomposition, age and importance of their granitic sources. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **133**, 81-94.
- Goldsmith, J. R., and Graf, D.L., (1958). Relations between lattice constants and compositions of the Ca-Mg carbonates, *Am. Miner.* **43**, 84-101.
- Göktaş, F. Çakmakoğlu, A. Tarı, E. Sütçü, Y.F. ve Sarıkaya, H. (1988). Çivril-Çardak arasının jeolojisi, *MTA Rapor No: 8701.*
- Graf, D.L. and Goldsmith, J.R. (1956). Some hydrothermal synthesis of dolomite and protodolomite, *Journal of Geology*, **64**, 173-186.
- Gromet, L. P., Dymek, R. F., Haksin, L. A., and Korotev, R. L.(1984). The „North American Shale Composite“: its compilation, major and trace element characteristics, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **48**, 2469-2482.
- Gündoğdu, (1982). Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyası: Doktora tezi, Hacet. Üniv., 386 s. (yayımlanmamış).
- Hardie, L.A. (1967). The gypsum-anhydrite equilibrium at one atmosphere pressure. *American Mineralogist*, **52**, 121-200.
- JCPDS (1993). Mineral Powder Diffraction File Databook, Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Swarthmore, Pennsylvania, 781p.
- Johannesson, K.H. and Zhou, X. (1999). Origin of middle rare earth elements enrichments in acid waters of a Canadian High Arctic lake. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **61**, 153–165.
- Keller, W. D., (1976). Scan electron micrographs of kaolins collected from diverse environments of origin: *Clays and Clay Minerals* **24**, 107-113.
- Keller, W. D., (1977), Scan electron micrographs of kaolins collected from diverse environments of origin. IV. Georgia kaolin and kaolinizing source rocks: *Clays and Clay Minerals* **25**, 311-345.

- Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında Levha içi yeni tektonik gelişim. *TJK Bülteni*, Cilt **27(1)**, s. 1-12.
- Konak, N., Akdeniz, N. ve Çakır. H. (1986). Çal-Çivril Karahallı Dolayının Jeolojisi. *MTA Rapor No: 8945*
- Konyalı, Y. (1970). Çivril kazası Tokça-Karahacılı bölgesi Jeolojik etüdü ve linyit imkanları. *MTA Rapor No: 6142*.
- Müller, G., Iron, G. and Förstner, U. (1972). Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment, *Naturwissenschaften*, **59**, 158-164.
- Nesbitt, H. W. (1979). Mobility and fractination of rare earth elements during weathering of a granodiorite, *Nature*, **279**, 206-210.
- Öztürk, E. ve Öztürk Z., (1989). Balçıkhisar, Karadilli Afyon Dereköy Isparta Dolayının Jeolojisi. *MTA Rapor No: 8946*
- Playà, E, Cendon, D., I., Trave, A., Chivas, A., R., and Garcia, A. (2007). Non-marine evaporites with both inherited marine and continental signatures: The Gulf of Carpentaria, Australia, at ~70 ka, *Sedimentary Geology*, **201**, 267-285.
- Savaşçın, M.Y., (1989), Paleomagnetic study Neogene formations of the Aegean region. Tethys (mythology) region Kluver Ac. Pub Tec.Evolution. A. M. Chen (ed), 137-157.
- Savaşçın, M.Y. and Güleç, N., 1990, Neogene volcanism of Western Anatolia, Field Excursion B3, Intern. Earth Sci. Con. On Aegean Region, *IESCA Publ. No. 3*, 78p.
- Savaşçın, M.Y., Güleç, N. and Tankut, A., (1990). Geochemical character and tectonic significance of Neogene volcanism extending from Aegean to Central Anatolia, IAVGE. Mainz 1990, *Inter. Vol. Cong. Abstracts*.
- Sholkovitz, E., and Szymezak, R.(2000). The estuarine chemistry of rare earth elements: comparison of the Amazon, Fly, Sepik and Gulf of Papua systems. *Earth and Planetary Science Letters* **178**, 299–309.
- Sun, S.S. and McDonough, W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition processes. Pp. 313–345 in: Magmatism in the Ocean Basins (A.D. Saunders and M.J. Norry, editors). *Special*



*Publication 42, Geological Society, London.*

Taylor, S.R. and McLennan, S.M. (1985). The continental Crust: Its Composition and Evolution, Blackwell, London, p. 312.

Ünal, D. (1981). Denizli-Çivril-Tokça kömürlü Neojen havzası jeoloji raporu: *MTA Rapor No: 7016.*

Wronkiewicz, D. J., and Condie, K. C. (1987). Geochemistry of Archean shales from the Witwaterstrand Supergroup, South Africa; source-area weathering and provenance, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **51**, 2401-2416.

Wronkiewicz, D. J., and Condie, K. C. (1989). Geochemistry and provenance of sediments from the Pangola Supergroup, South Africa: Evidence for a 3.0 Ga-old continental craton, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **53**, 1537-1549.

Yalçınlar İ, (1963). Le massif caledonien de Babadağ et ses couvertures anthracolithiques. *M.T.A. Bull. Foreign Edi. no. 60.* s. 14-21.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ali KORKMAZ  
Doğum Yeri ve Tarihi : Sivas – 12.03.1987  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) : 0546 474 14 34 – alikorkmaz8787@hotmail.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Adıyaman Atatürk Lisesi, (2001-2004).  
Lisans : Konya Selçuk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği,  
(2008-2013).  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı,  
(2013-2018).

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : ADIYAMAN BELEDİYESİ, 2016–Devam ediyor.