



**KALE HAVZASINDAKİ (DENİZLİ)
SEDİMANTER BİRİMLERİN
MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Duygu ELÇİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Haziran 2019

Bu tez çalışması 17.FEN.BİL.60 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KALE HAVZASINDAKİ (DENİZLİ) SEDİMANTER
BİRİMLERİN MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Duygu ELÇİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİMDALİ

Haziran 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Duygu ELÇİ tarafından hazırlanan “Kale Havzasındaki (Denizli) Sedimanter Birimlerin Mineralojik ve Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 18/06/2019 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 Fak.

Üye : Prof. Dr. Ahmet YILDIZ
Afyon Kocatepe Ün. Mühendislik Fak.

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

İmza


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.

18/06/2019

İmza
Duygu ELÇİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KALE HAVZASINDAKİ (DENİZLİ) SEDİMANTER BİRİMLERİN MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Duygu ELÇİ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY

Kale Havzası (Denizli), sığ denizel tortullarla doldurulan KD-GB uzanımlı bir havzadır. Havzanın batısında daha çok Menderes Masifi'ne ait metamorfik temel kayalar bulunurken, havzanın doğu ve güney bölümlerinde Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının yanı sıra, Likya naplarına ait ofiyolitler yer alır. Kale Havzası'nı dolduran Oligosen yaşlı Mortuma Formasyonuna ait tortul istif, sığ-kıyı ortamını yansıtan çakıltaşlarına eşlik eden kaba kırıntılı tortullar ile başlamakta olup, üste doğru kumtaşı-çamurtaşı ve kilaşlarından oluşan tortullarla devam etmektedir. Tortul istifin üst bölümlerinde yer alan çamurtaşı ve kilaşları içinde oldukça yaygın olarak yaprak ve kömürleşmiş bitki kalıntılarının yanı sıra, özellikle yol yarmalarında kalınlığı 5-10 cm arasında değişen kömür damarları yer almaktadır.

İnceleme alanında TKİ tarafından altı adet kömür araştırma sondajı yapılmıştır. Sondajların derinliği 426 m ile 780 m arasında değişmektedir. İnceleme alanının kuzeyinde yapılan sondajlarda çamurtaşı ve kilaşları içerisinde farklı seviyelerde 40-45 cm kalınlıkta kömür damarları kesilmiştir. Kömür siyahımsı ve parlak özellikte linyit yapılıdır. Diğer sondajlarda ise kalkerli çamurtaşı ve kilaşından oluşan seviyelerde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları gözlenmiştir. Bu durum, kömür katmanlarının, Oligosen istifi içinde yanal yönde kalınlaşma göstermediklerini ve ince taneli deltayik tortullara derecelendiklerini yansıtır. Sondajlar deneştirildiğinde, inceleme alanının kuzeyinde havzanın daha sığ, enerjisinin daha düşük ve organik madde içeriğinin daha zengin olduğu belirlenmiştir. Havzanın güneye doğru ani olarak derinleşmesi, havza içinde yer alan büyüme fayı ile ilgili olmalıdır. XRD çalışmaları ile

dolomit, kalsit, feldispat, kuvars ve kil mineralleri belirlenmiştir. Kil minerallerinden simektit, illit ve kaolinit tespit edilmiştir. Havza da bulunan dolomitlerin çoğunluğunun ideal dolomit olduğu belirlenmiştir.

Ağır nadir toprak elementler hafif nadir toprak elementlere göre zenginleşme göstermektedir. Kil ve karbonat örneklerinin benzer bir NTE dağılımı göstermesi aynı kökenden kaynaklandığına işaret etmektedir. Örnekler Th/Co-La/Sc diyagramına göre asidik/feslik köken kayaç bölgesine düşmektedir.

2019, ix + 58 sayfa

Anahtar Kelimeler: Denizli, Kale Havzası, kil, kömür.

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

**MINERALOGY AND GEOLOGY OF COAL-BEARING SEDIMENTARY UNITS IN
THE KALE BASIN, (DENİZLİ, WESTERN TURKEY)**

Student Duygu ELÇİ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Tülay ALTAY

Kale Basin (Denizli) is a northeast-southwest trending basin filled with shallow marine sediments. While there are metamorphic basement rocks which belong mostly to Menderes massive to the west of the basin, there are ophiolites which belong to Lycia nappes as well as old Mesozoic limestones in the eastern and southern parts of the basin. The sediment layers which fill Kale Basin begin with coarse clastic sediments accompanied by pebbles that reflect a shallow shoreline environment at the bottom and as goes further through upper layers, it contains sandstones-mudstones and claystone which belong to a neritic environment. In the mudstones and claystone located in the upper parts of the sedimentary sequence, there are widespread leaf and charred plant remains as well as coal seams with a thickness of 5-10 cm especially in road cuts.

Six coal exploration drillholes in the study area were made by Turkish Coal Enterprise. The depth of these boreholes varies between 426 m and 780 m. In the north part of the study area, 40-45 cm thick coal veins were cut at different levels within mudstone and claystone in the cores. The coal has a rank of lignite which is blackish and shiny in appearance. In other drillholes, coal veins 1- 3 cm thick have been observed in the levels of calcareous mudstone and claystone layers. This reflects that the layers of coal do not thicken laterally in the Oligocene succession and are graded to fine-grained deltaic sediments. When the cores were correlated, it was determined that the basin was shallower, the energy was lower and the organic matter content was rich in the north of the study area. The sudden deepening of the basin towards the south must be related to growth fault within the basin. The minerals of dolomite, calcite, feldspar, quartz and

clay have been determined with XRD studies. Smectite, illite and kaolinite have been identified as clay minerals. Most of the dolomites in the basin were found to be ideal dolomites.

Heavy rare earth elements show enrichment according to light rare earth elements. A similar NTE distribution of clay and carbonate samples indicates the same origin. According to Th / Co-La / Sc diagram, the samples fall to the acidic / fescic origin rock area.

2019, ix + 58 pages

Keywords: Clay, coal, Denizli, Kale Basin.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın 17.FEN.BİL.60 numaralı proje konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tülay ALTAY, 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.

Duygu ELÇİ

AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
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	6
3.1 Arazi Çalışması.....	7
3.2 Laboratuar Çalışması	7
3.3 Büro Çalışması	7
4. BULGULAR	8
4.1 Çalışma Alanının Jeolojisi	9
4.1.1 Ula Mermerleri (Jku).....	10
4.1.2 Marmaris Peridotiti (Kmo)	11
4.1.3 Karaböğürtlen Formasyonu (Kka).....	12
4.1.4 Karadere Formasyonu (Tak).....	14
4.1.5 Mortuma Formasyonu (Tam)	14
4.1.6 Yenidere Formasyonu (Tay).....	16
4.1.7 Yatağan Formasyonu (Tmy).....	17
4.1.8 Alüvyon	18
4.2 Sondaj Litolojisi.....	18
4.3 Mineraloji.....	35
4.4 Jeokimya	41
4.4.1 Ana element kimyası	42
4.4.2 İz ve nadir toprak element kimyası.....	44
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	51
6. KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası	1
Şekil 4.1 İnceleme alanının jeoloji haritası ve sondaj lokasyonları	9
Şekil 4.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti	10
Şekil 4.3 Marmaris Peridotiti	13
Şekil 4.4 Karaböğürtlen formasyonuna ait çakıltaşı ve kumtaşı.	14
Şekil 4.5 Mortuma formasyonuna ait kıltaşı, çamurtaşı ve kumtaşı.	16
Şekil 4.6 Mortuma Formasyonuna ait kıltaşı	17
Şekil 4.7 Kale-1 sondajının düşey kesiti.	21
Şekil 4.8 Kale-2 sondajının düşey kesiti.	23
Şekil 4.9 Kale-3 sondajının düşey kesiti	26
Şekil 4.10 Kale-4 sondajının düşey kesiti	28
Şekil 4.11 Kale-5 sondajının düşey kesiti	30
Şekil 4.12 Kale-6 sondajının düşey kesiti.	32
Şekil 4.13 Sondajlara ait karotlardan görüntüler.....	33
Şekil 4.14 Çalışma alanında yapılan sondajların KB-GD yönlü korelasyonu	34
Şekil 4.15 Çalışma alanında yapılan sondajların GB-KD yönlü korelasyonu	35
Şekil 4.16 İnceleme alanında Kale-1 ve Kale-4 sondajlardan alınan numunelerin düşey dağılımları	37
Şekil 4.17 İnceleme alanında Kale-5 ve Kale-6 sondajlardan alınan numunelerin düşey dağılımları	38
Şekil 4.18 K1-587 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	39

Şekil 4.19 K1-135.5 no’lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	40
Şekil 4.20 K4-328 no’lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	40
Şekil 4.21 K5-622 no’lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.....	41
Şekil 4.22 K1 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki	43
Şekil 4.23 K6 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki.	43
Şekil 4.24 Sondajlara ait örneklerin paleoiklimsel koşulları gösteren SiO ₂ ye karşılık(Al ₂ O ₃ +K ₂ O+Na ₂ O) diyagramı.....	44
Şekil 4.25 K1 sondaj örneklerinin iz elementlerinin NASC’a göre değişimleri	44
Şekil 4.26 K6 sondaj örneklerinin iz elementlerinin NASC’a göre değişimleri	46
Şekil 4.27 K1 sondaj örneklerinin iz elementlerinin kondrite göre değişimleri	46
Şekil 4.28 K6 sondaj örneklerinin iz elementlerinin kondrite göre değişimleri	46
Şekil 4.29 K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC’a göre değişimleri	48
Şekil 4.30 K6 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC’a göre değişimleri	48
Şekil 4.31 K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri	48
Şekil 4.32 K6 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri	49
Şekil 4.33 Sondajlara ait örneklerin Th/Co-La/Sc diyagramı	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1 Sondaj numunelerinin mineralojik bileşimleri ve yarı nicel içerikleri	36
Çizelge 4.2 Sondaj örneklerinin ana element oksit içerikleri (%).....	42
Çizelge 4.3 Sondaj örneklerinin iz element içerikleri (ppm)	45
Çizelge 4.4 Sondaj örneklerinin nadir toprak element içerikleri (ppm).....	47
Çizelge 4.5 Sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin anomali ve oranları	49



Yıllık yağış miktarı 654 mm civarındadır. En fazla yağış ocak ayında, en az yağış ise temmuz ayında görülmektedir. Bölgenin doğal bitki örtüsünü Akdeniz iklimi bitki örtüsü oluşturmaktadır. Bunlar maki türleri ve iğne yapraklı ağaçlardır. Yalnız yüksek kireçtaşı düzlüklerinde bitki örtüsü çok seyrek.

Çalışma alanının kuzeyinde ve güneydoğusunda, dağlık alanlar bulunmaktadır. Bunlardan Honazdağ (2571 m), Babadağ (2300 m), Akdağ (2300 m) bölgenin en yüksek yerlerini oluştururlar.

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada Kale Havzasındaki (Denizli) sedimanter birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, elde edilen veriler ışığında tespit edilen minerallerin türleri, oluşum koşullarının araştırılması amaçlanmıştır

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

İnceleme alanı olarak seçilen bölgede çok eski yıllardan beri çok sayıda ve çok çeşitli amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu genel jeolojik amaçlıdır. Burada inceleme alanı ve yakın civarının jeolojisi, bölgede gözlenen birimlerin özellikleri ve ekonomik önemi üzerinde yapılan araştırmalara değinilmiştir;

Altınlı (1955), Denizli güneyinde yaptığı 1/100.000 ölçekli jeolojik haritası ile bölgede ilk kez genel stratigrafiyi kurmuştur. Araştırmacıya göre temel kayaları Üst Mesozoyik yaşlı Elmalı Serisi oluşturur. Temel üzerine uyumsuz olarak Akitaniyen yaşlı çökeller ve intrüzif ultrabazikler gelir. Bu birimler üzerine uyumsuz olarak Helvesiyen yaşlı bol fosilli kireçtaşları yer alır. Bunların üzerine marn, marnlı kireçtaşı ve konglomeralardan oluşan Miyosen yaşlı gölsel ve karasal çökeller uyumsuz olarak gelir. En üste ise Pleyistosen yaşlı genç çökeller bulunmaktadır.

Becker-Platen (1970), “Güneybatı Anadolu Senozoyik’inin Litostratigrafik Araştırması” adlı doktora tezi çalışmasında, Tersiyer ve Kuvaterner stratigrafisini çalışmıştır. Bu çalışmaya göre Tersiyer yaşlı birimlerin en alt düzeyi Eosen-Oligosen-Akitaniyen yaşlı molas çökelleridir. Bunun üzerine de Burgaliyen– Helvesiyen yaşlı çakıl-kum-marn-kireçtaşından oluşmuş denizel bir birim gelir. Daha üstte ise alttan üste doğru, Tortoniyen–Sarmasiyen yaşlı limnik-fluviyatil Turgut tabakaları, Sarmasiyen–Alt Pliyosen yaşlı limnik Sekköy tabakaları, Alt Pliyosen yaşlı karasal Yatağan tabakaları ve Orta–Üst Pliyosen yaşlı limnik Milet tabakaları bulunmaktadır. “Gri Seri” Turgut ve Sekköy tabakalarının, Karacasu tabakaları ise Yatağan ve Milet tabakalarının eşdeğeri olarak nitelenmiştir.

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

Hakyemez (1987 ve 1989) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda Kale-Kurbalık bölgesindeki Senozoyik yaşlı çökel kayaların jeolojisi ve stratigrafik özellikleri ayrıntılı incelenmiştir. İnceleme konusunu oluşturan Senozoyik yaşlı birimler, Akçay Grubu, Muğla Grubu ve Kuvaterner yaşlı çökeller olarak ayrılmıştır. Akçay Grubu Oligosen-

Erken Miyosen (Burdigaliyen) yaşı Karadere, Mortuma, Yenidere, Künar ve Kale Formasyonlarından; bu grubun üzerinde uyumsuz olarak yer alan Muğla Grubu ise Orta Miyosen (Geç Astarasiyen)-Pliyosen yaşı Sekköy, Yatağan ve Milet Formasyonlarından oluşmaktadır. Bunların üzerinde Kuvaterner yaşı çökeller bulunmaktadır. Aynı araştırmacı tarafından Kale-Kurbalık çevresinde yer alan ve bu çalışma kapsamında incelenen kömür oluşumlarının, Yenidere Formasyonunun üst kısmında yer aldığı belirtilmiştir. Yenidere Formasyonu, genel olarak alttan üstte doğru, bloklu çakıltaşı-çamurtaşı ardalanması, çakıltaşı-kumtaşı-silttaşı-kiltası ardalanması ve kumtaşı-silttaşı-kiltası-killi kireçtaşı-linyit (kömür) ardalanmasından oluştuğu belirtilmiştir. Kömür oluşumları birkaç mm ile 1,8 m kalınlıklara sahip olduğu saptanmıştır. Yenidere Formasyonunun alüvyon yelpazesi, örgülü ırmak, menderesli ırmak, lagün ve kumsal çökelme ortamında oluştuğu belirtilmiştir.

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

Okay (1989), Denizli’nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya naplarının Jeolojisini incelemiştir. Honaz dağı yöresinde beş ana tektonik birim yer aldığını ve bunların alttan üste doğru; Göbecik tepe birimi, Honaz şeyli, Menderes masifi, Sandak birimi ve Honaz ofiyoliti olduğunu belirtmiştir. Yaşı Orta-Üst Eosene kadar çıkan sedimanter bir istiften oluşan Göbecik tepe biriminin, çalışılan alanda nispi otokton birimi teşkil ettiğini belirtmiştir. Mesozoyik önu kayaları ile temsil edilen Menderes masifi istifinin çalışılan bölgede allokon konumda olduğunu, Honaz şeyli ve Göbecik tepe birimi üzerine itildiğini belirtmiştir. Honaz dağının doğuya doğru devrik büyük bir kapalı antiklinal yapısı oluşturduğunu, bu Honaz antiklinalinin devrik kanadı boyunca kıvrılmış ve doğuya doğru sürüklendiğini belirtmiştir. Bölgede üç ana deformasyon fazı ayırt etmiştir: D1, Orta Eosende gerçekleşen nap yerleşimi ve metamorfizma; D2, Geç Eosen-Oligosende oluşan doğuya devrik kıvrım ve bindirmeler, D3, Akitaniyen sonrası

normal faylanma.

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.

Hasdiğen ve Bayhan (2003), Kale (GB Denizli) bölgesindeki Tersiyer yaşlı kayaçlarının kil sedimantolojisini incelemişlerdir. Mineralojik analiz sonuçlarına göre, kil, kalsit, mika, kuvars, dolomit ve feldispat minerallerinin yaygın görüldüğünü belirtmişlerdir. Kil minerallerinden simektit hâkim olup, illit, klorit, serpantin ve talk minerallerinin de eşlik ettiğini belirtmişlerdir. Mg bakımından zengin fraksiyonların güneydeki ofiyolitlerden kaynaklanırken, Al_2O_3 bakımından zengin fraksiyonların ise Menderes Masifinden çökelme ortamına malzeme geldiğini ifade etmişlerdir.

İslamoğlu ve diğerleri (2006), Denizli Bölgesi’ndeki Acıgöl, Denizli, Kale-Tavas molas havzalarına ait çökellerin fosilce zengin seviyelerinden stratigrafik kesitler ölçmüş ve kesitlerdeki mollusca, bentik foraminifer, nannoplankton, planktonik foraminifer, mercan ve ostrakod fosil topluluklarının tanımlamaları yapılarak fasiyes toplulukları ve biyozonları saptamışlardır.

Karadenizli ve diğerleri (2009), Batı ve Orta Anadolu’da yüzlek veren Oligosen istiflerinde ayrıntılı (tektonik, stratigrafi, sedimantoloji, paleontoloji ve radyometrik yaşlandırma) bir çalışma yaparak, paleocoğrafik gelişimlerinden bahsetmişlerdir. Çalışma alanının G- 14 GD’de yer alan Çardak-Tokça Oligosen birimlerini de bu kapsamda detaylı incelenmiştir.

Akdeniz (2011), inceleme alanını da içine alan Denizli N21 pafta 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır: Menderes masifinin GGD kenarında yer alan, Menderes masifi otoktonunu temsil eden örtü şistleri ve mermerler ile allohton konumlu Likya napılarının tektonik dilimlerine ait kaya birimleri yüzeylendiğini belirtmiştir. Bunları transgresif olarak örten Tersiyer birimleri neo-otokton konumlu olduğunu belirtmiştir. Metamorfik örtünün alt bölümünü oluşturan Devoniyen-Erken Permiyen yaşlı şist ve

fillatlar Kavaklıdere grubunu oluşturduğunu ifade etmiştir. Üst bölümde yer alan fusulinli kireçtaşı mercek ve ara katmanlı metasilttaşı/şeyl, kuvarsit, kuvarşist, klorit-serizit şistlerlerden oluşan Olukbaşı formasyonu Geç Permiyenle kadar çıktığını ifade etmiştir. Şistler üzerine bir taban çakıltası (Gevenez formasyonu) ile uyumsuz olarak oturan Jura-Kretase karbonatları Muğla mermerleri olarak bilinir ve filiş fasiyesindeki kırıntılı kayaları tarafından uyumsuz olarak üstlendiğini belirtmiştir. Menderes masifi üzerine itilmiş olan Likya napları inceleme alanında; Bodrum napı, Tavas napı, Domuzdağ napı ve Marmaris ofiyolit napı ile temsil edildiğini ifade etmiştir. Tavas napı bölgede tektono- stratigrafik özellikleri ve konumları üç tektonik dilimden oluşur (Ulukent, Karayayla ve Geyran Yayla birimleri). Tersiyer yaşlı neo-otokton birimler Akçay ve Muğla grupları adları altında toplandığını ve Akçay grubu'nun Oligosen-Burdigaliyen ve Burdigaliyen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Büyükmeriç (2017) Kale-Tavas ve Acıpayam havzalarında Erken Miyosen çökellerinin mollusk biyostratigrafisini çalışmıştır. Denizli Bölgesi'ndeki Kale-Tavas ve Acıpayam havzalarında Akdeniz provensindeki alanlarda bulunan topluluklara benzer, toplam 26 mollusk türü belirlemiştir. Mollusklara ait biyostratigrafik veriler, Yenidere formasyonu Akitaniyen döneminde gelişirken, Kale Formasyonunun ise geç Burdigaliyen döneminde oluştuğuna işaret ettiğini belirtmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

Çalışma yöntemleri arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olarak yapılmıştır.

3.1 Arazi Çalışması

Tez çalışması kapsamında 2017 ve 2018 yaz döneminde arazi çalışması yapılmıştır. Bölgede TKİ Genel Müdürlüğü 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 Laboratuvar Çalışması

İnceleme alanında çalışmanın amacına uygun olarak altı adet sondaj takip edilmiş ve sistematik örnekler alınmıştır K1 sondajı (780.7m), K2 sondajı (553m), K3 sondajı (426.4m), K4 sondajı (555.6 m), K5 sondajı (654.8 m) ve K6 sondajı (497.9m) (Şekil 1.1b). Sondajlardan alınan örnekler alındığı metreye göre isimlendirilmiştir. Arazi gözlemleri sonrası yürütülen laboratuvar çalışmalarında ilk olarak, K1, K4, K5 ve K6 kodlu sondajlardan seçilen örnekler toz haline getirildikten sonra (-250mm) X-ışınları difraktometresi yardımıyla mineralojik bileşimi belirlenmiştir. Örneklerin tüm kayaç XRD analizi Afyon Kocatepe Üniversitesinde TUAM laboratuvarında yapılmıştır. Tüm kayaç XRD analiz difraktogramı $2\theta=2^{\circ}-70^{\circ}$ aralığında yapılmıştır. X-ışınları çözümlemeleri, 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.

3.3 Büro Çalışması

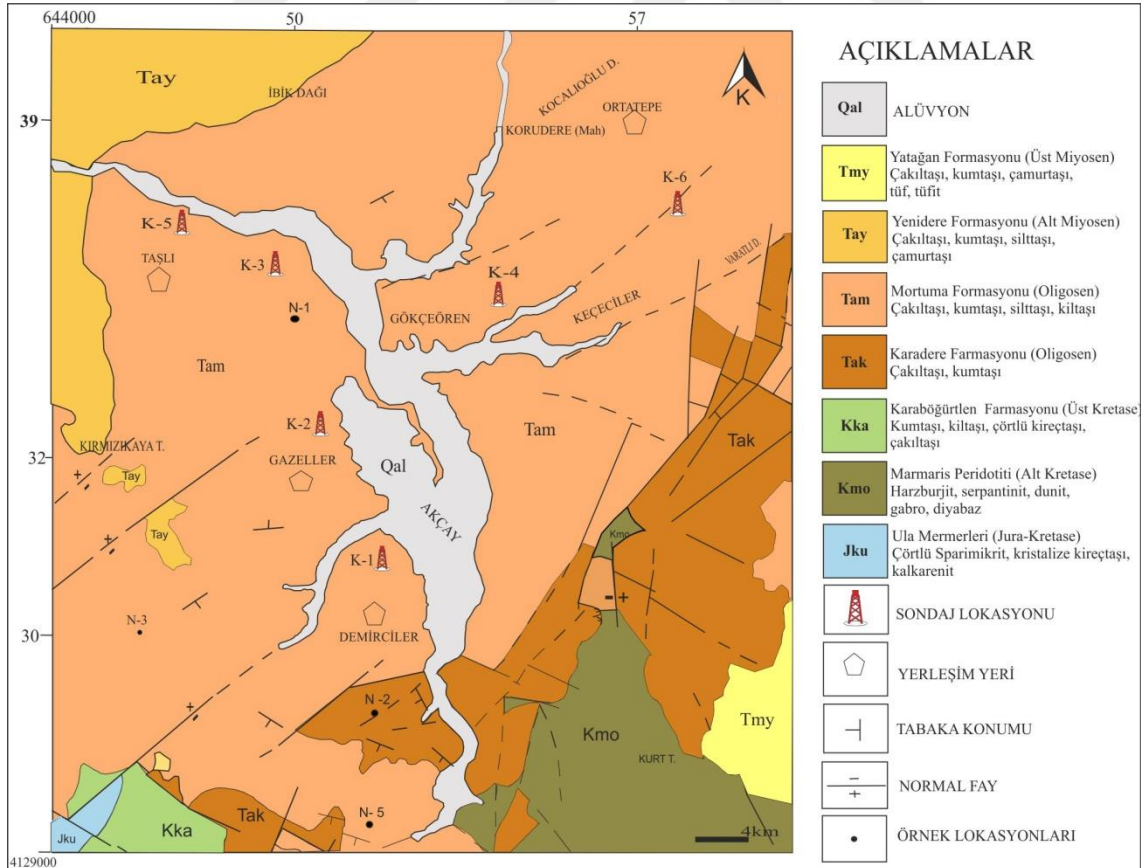
Arazi gözlemleri ve laboratuvarlarda yapılan ve yaptırılan analiz sonuçları yorumlanmış, gerektiğinde haritalara taşınarak, kesitler hazırlanıp bu kesitlerin bölgesel ölçekte deneştirmeleri yapılmıştır. İnceleme alanında gözlenen farklı mineral oluşumlarını kontrol eden jeolojik-kimyasal-fiziksel etmenler belirlenmiştir. Ayrıca çalışmadan elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve yorumlanması sonucu Yüksek Lisans tezinin sonuç raporu hazırlanmıştır.

4. BULGULAR

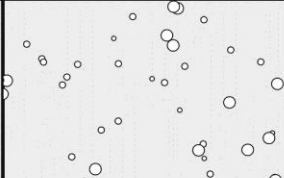
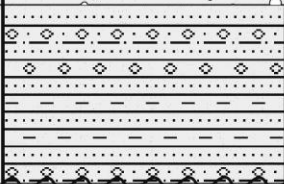
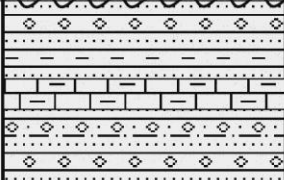
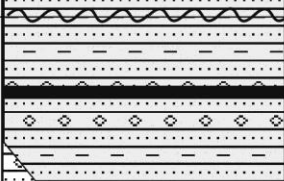
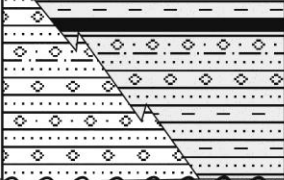
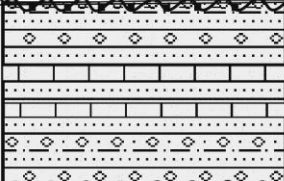
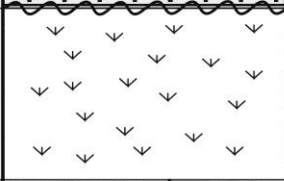
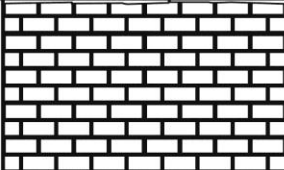
4.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

Denizli-Kale havzası, sıg denizel tortullar tarafından doldurulan KD-GB uzanımlı bir havzadır. Havzanın batısında daha çok Menderes masifine ait metamorfik temel kayalar bulunmasına karşın, havzanın doğu ve güney bölümlerinde Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının yanı sıra, Likya naplarına ait ofiyolitler yer alır.

Denizli-Kale havzasını dolduran tortul istif alttan üste doğru, sıg-kıyı ortamını yansıtan çakıltaşları ve eşlik eden kaba kırıntılı tortullar ile başlamakta olup, üste doğru sıg neritik ortama ait kumtaşı-çamurtaşı ve marnlardan oluşan tortullarla devam etmektedir. Denizli Neojen tortul istifinin üst bölümlerinde yer alan çamurtaşı ve marnlar içinde oldukça yaygın biçimde yaprak ve kömürleşmiş bitki kırıntılarının yanı sıra, özellikle yol yarmalarında kalınlığı 5-10 cm arasında değişen kömür damarları yer almaktadır (Şekil 4.1, Şekil 4.2).



Şekil 4.1 İnceleme alanının jeoloji haritası (Akdeniz 2011) ve sondaj lokasyonları.

M E S O Z O Y İ K				S E N O Z O Y İ K				ÜST SİSTEM		
JURA	KRATESE		ALT	ÜST	TERSİYER		KUVARTERNER	SİSTEM		
	ULA MERMERLERİ	MARMARİS PERİDOTİTİ			OLİGOSEN	MIYÖSEN			HOLOSEN	
					KARADERE MORTUMA	YENİDERE	ÜST	YATAĞAN		
										Alüvyon
										Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, tüf ve tüfit ara katmanlı
										Çamurtaşı, çakıltaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı, silttaşı, kıltaşı
										Çamurtaşı, çakıltaşı, kumtaşı, ince linyit düzeyli silttaşı, kıltaşı ardalanması
										Çamurtaşı, çakıltaşı, kumtaşı
										Türbitditik çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı
										Serpantin harzburjit
										Kristalize kireçtaşı- çörtlü sparimikrit

Şekil 4.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Akdeniz 2011'den değiştirilerek alınmıştır).

4.1.1 Ula Mermerleri (Jku)

İnceleme alanının yayılım gösteren en yaşlı birimdir. İnceleme alanının güney batısında dar bir alanda yüzeylenmiştir. Alt sınırı gözlenemediğinden kalınlığı kesin olarak bilinmemektedir.

Bodrum napının, Mesozoyik yaşlı karbonat istifine Philippon (1915) tarafından verilen Ula mermerleri adı, Flügel ve Metz (1954) ve Kaaden ve Metz (1954) tarafından da aynı şekilde kullanılmıştır. Ula mermerlerin, Brinkmann (1967); Bodrum birimi, Graciansky (1972), Silis zonlu kireçtaşları; Akat vd. (1975), Mandalya formasyonu; Ercan vd. (1984), Kışladağı formasyonu adı ile inceler.

Birim genel olarak, gri, mavimsi gri, beyaz, krem bej, pembe renkli, orta-kalın katmanlı, kristalize kireçtaşı ve çörtlü sparimikritten oluşan ve özellikle batıda çört-sparitik kireçtaşı katmanlarının ardalanması şeklinde görülür. Beyaz, kirli beyaz, açık gri renkli ve sedef parıltılı kireçtaşları ince-orta-iri kristalli, düzensiz orta-kalın katmanlanmalı, erime boşluklu, koyu kül renkli, ince-iri kristalli kireçtaşları; çok düzenli ince-kalın katmanlı, yer yer foraminifer, radyolarya kalıntılı, bol makro fosil kırıntılıdır. Kirli beyaz, krem, sarımsı kahverengi, ten renkli, yumru şekilli veya 5-20 cm kalınlığında düzenli katmanlanmalı çörtler kuvarsit görünümlü, genellikle çok kırıklı-parçalıdır. (Sima breşi: Bemouilli vd. 1974) Batıya doğru rengi, katmanlanması, dokusu ve çört oranı değişime uğrar.

Bodrum doğusunda çörtlü kireçtaşlarının tabanını oluşturan kumlu-siltli sparit-kalsisiltit seviyesinde makro fosil kırıntıları (*aptychus*) bunlarla yanal/düşey geçişli intrasparitlerde Orta- Geç Jura yaşını veren; *Protoperieroplis striata* (Veynschenk), *Valvulina lugeorii* Septfontaine, *Trocholina alpina* (Leupold), *Trocholina elongata* (Leupold), *Nautiloculina* sp., *Ammobaculites* sp. (Tanımlayan: M. Serdaroğlu) ve Geç Jura yaş verileri; *Labyrinthina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Cladocoropsis* sp. formları (Tanımlayan: F. Armağan), çörtlü kireçtaşlarında; Erken Kretase (Berriyasiyen-Apsiye) yaş verileri; *Neotrocholina* sp., *Valvulina* sp. (Tanımlayan: F.Armağan) formları bulunur. Üst seviyelerdeki pelajik mikritlerde bulunan; *Hedbergella* sp.,

Tintinopsella sp., radyolarya formları; Apsiyen-Senomaniyen, Milas-Bodrum yolu üzerinde, çört breşlerinin hemen altındaki gri renkli, rudist kırıntılı kalkarenitlerden alınan bir örnekte tanımlanan; *Orbitolina* spp. (Tanımlayan: M. Serdaroğlu) formları Barremiyen-Turoniyen yaşını belgeler. Kıt fosil içeriği ve önceki araştırmacıların verilerine göre, Ula mermerleri Orta Jura-Senomaniyen evresinde çökelmiş olmalıdır (Akdeniz 2011)

4.1.2 Marmaris Peridotiti (Kmo)

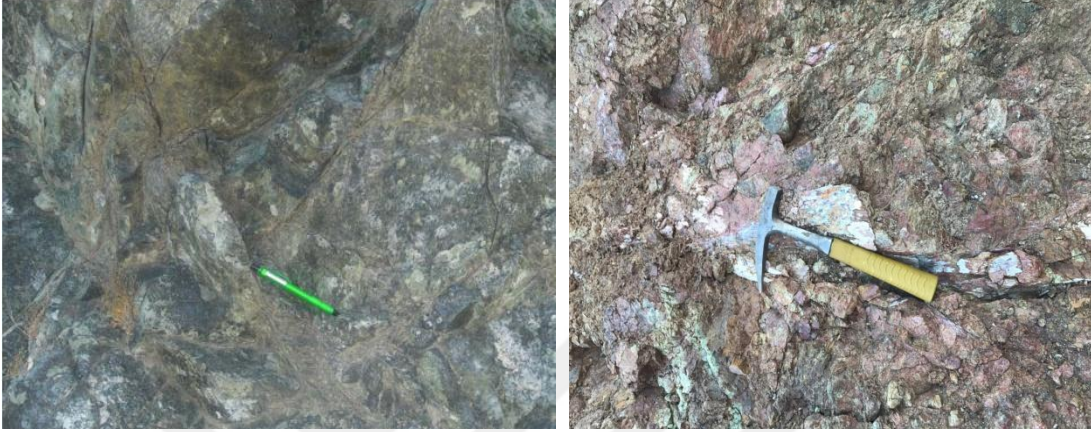
İnceleme alanında Ula Mermerleri üzerine uyumlu olarak Marmaris Peridotiti gelmektedir. İnceleme alanının güneydoğusunda yayılım göstermektedir. Ofiyolit topluluğunun, büyük çoğunlukta serpantin, peridotit ve daha az piroksenit, gabro ve diyabazlardan oluşan ultramafik-mafik kayaları Çapan (1980) tarafından Marmaris peridotiti adı ile tanımlanmıştır.

Denizli-N21 pafta alanının güney-güneydoğusunda geniş yayımlı olan peridotitler, Yemişendere kuzeyinde ve Kale güneyinde, yapısal hatlarla uyumlu, KD-GB uzanımlı kütleler halinde ortaya çıkar. Karayayla kuzeyinde Tavas napı içindeki Kızılkaya-Pınarlar hattı boyunca uzanan aşırı derecede serpantinleşmiş parçalar ile temsil edilir.

Marmaris peridotitinin egemen kaya türünü harzburgitler oluşturur. Dunitler, biçim bozulmasına uğramamış kütlelerde, harzburgitler arasında ara seviyeye benzer zonlar halinde görülür. Serpantinleşme peridotit kütlelerinin hemen her kesiminde, özellikle karbonat napları ile olan tektonik dokanaklarda etkindir. Bu dokanaklarda serpantin breşlerine, ofikalsitlere ve listvenitlere sık rastlanır. Piroksenitler, peridotitler içinde düzensiz mercek, bant, dayk ve damarlar oluşturur. Gabro ve diyabazlar genellikle izole dayklar şeklindedir (Şekil 4.3).

Peridotitler, Yemişendere kuzeyinde Menderes masifinin en üst birimi olan Kazıklı formasyonu veya bunu tektonik olarak üzerleyen Bodrum napı kayaları (Karaova formasyonu ve Gereme formasyonu) ile tektonik dokanaklıdır. Karaböğürtlen-Çakmak sürüklenimi boyunca Karaböğürtlen formasyonu üzerine itilmiş olan peridotit kütlesi

yer yer Ula mermerleri üzerine kadar yürümüştür. Bindirme düzlemi boyunca peridotitlerin altından kıymıklar/parçalar şeklinde ortaya çıkan melanj kayaları güneydeki kayalarda oldukça yaygındır ve çoğunlukla bu kayalar üzerinde gözlenen peridotitler yer yer fliş çökelleri üzerine oturur.



Şekil 4.3 Marmaris Peridotiti.

Okyanusal kabuk parçaları olarak kabul edilen ultramafik kayaların oluşum yaşı Thuizat ve diğerleri (1981)'e göre Erken Kretase'dir (Şenel vd. 1989, Şenel, 1997 a,b,c).

4.1.3 Karaböğürtlen Formasyonu (Kka)

İnceleme alanında Marmaris Peridotitinin üzerine uyumsuz olarak Karaböğürtlen formasyonu gelmektedir. İnceleme alanının güneybatısında dar alanda yayılım göstermektedir. Karaböğürtlen (Kka) Formasyonun adı ilk defa Menderes masifi güneyinde, Bodrum istifinin üst seviyesini oluşturan fliş seviyesi için Philippon (1915) tarafından "Karaböğürtlen" şeklinde kullanılmış, Karaböğürtlen'den KD ya, Muğla-Tavas yolu boyunca, Ula mermerleri arasında daralıp genişleyen bir şerit şeklinde, uzanan birim; Karaböğürtlen bindirmesinin ön cephesinde yer yer yüzeylenir. Gri, koyu gri, koyu yeşil, yeşilimsi gri, siyah, yersel pembe, kırmızı, kirli sarı, yeşil renkli, ince-orta-kalın katmanlı, türbiditik karakterli çakıltaşı, kumtaşı (litarenit), feldispatik kumtaşı, karbonatlı, kumlu-killi kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, kalsitürbidit ve kalkarenitlerden oluşan Karaböğürtlen formasyonu; özellikle üst seviyelerde irili-ufaklı kireçtaşı, volkanik kaya ve metamorfik kaya bloklarını kapsar. Formasyon; genellikle, çörtlü kireçtaşları üzerine gelen, çört, çörtlü sparimikrit, rudist kırıntılı kireçtaşı ve

kalkarenit çakıllarından yapılı, kalın katmanlı, breş/çakıltaşından oluşan, bir taban seviyesi (Sirna breşi: Bernouilli vd. 1974) ile başlar. Çörtlü kireçtaşları (Ula mermerleri) ile breş/çakıltaşının sınırı dalgalıdır. Genellikle aşınma izleri taşıyan kireçtaşı katmanları ile fliş katmanları arasında yer yer açısal uyumsuzluklar gözlenir. Batıda 8-10 metre kalınlığa ulaşan çakıltaşının ince çakıl-küçük blok boyutundaki uzunca şekilli, köşeli taneleri altta tane desteklidir. Üste doğru daha yuvarlak olan tanelerin arasında gözlenen kum matriksi giderek artar ve kaba taneli feldispatik kumtaşına, kumlu-killi mikritlere veya ince kıltaşı-silttaşı-kumtaşı-mikrit ardışığı ile türbiditik kumtaşına geçer. Belirgin derecelenmeli kumtaşları, çakıltaşı katmanları ile yer yer sürekli ardalanmalıdır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Karaböğürtlen formasyonuna ait çakıltaşı ve kumtaşı.

Birimin tabanında, Erken Senoniye; üstteki kırmızı kireçtaşı ve kalkarenit bloklarında geç Kampaniyen-Maastrichtiyen fosilleri bulan Graciansky (1972), Bassaget (1966)'in, bulduğu bir *Lockhartia* sp. (Paleosen) formunu da dikkate alarak, birime Senoniye-Paleosen yaşını verir. Şenel (1997a,b,c) ve Şenel vd. (1994) de birimin tabanındaki kireçtaşlarında buldukları fosillere dayanarak) birimin Geç Senoniye (Üst Kretase) yaşında olduğunu kabul eder.

4.1.4 Karadere Formasyonu (Tak)

İnceleme alanında Karaböğürtlen formasyonu üzerine uyumsuz olarak Karadere Formasyonu gelmektedir. İnceleme alanının güney ve güneydoğusunda yayılım göstermektedir. Hakyemez ve Örçen (1982) tarafından üye aşamasında adlanan ve Hakyemez (1989) tarafından formasyon aşamasına yükseltilen birimin tip kesiti Eski Kale'nin 1 km doğusundaki Masıt Dere olarak verilir (Hakyemez 1989).

Çok kötü boylanmalı çakıldaşı, çapraz ve paralel katmanlı çakıldaşı-kumtaşı, paralel katmanlı çakıldaşı, paralel laminalı ve çapraz katmanlı kumtaşı ve ince katmanlı çamurtaşından oluşan formasyonun genel rengi koyu kırmızı-zeytin yeşilidir. Çakıldaşları genellikle ofiyolit ve daha az mermer ve kireçtaşlarından türemiştir. Katman tabanları aşındırmalı veya çizgisel, çakıllar yarı köşeli-yarı yuvarlaktır. Çakıldaşları, kumtaşlarıyla yanal/düşey geçişlidir. Orta boylanmalı, ince paralel katmanlı çamurtaşları dağınık jips kristalleri içerir. İstifte yukarı doğru tane boyu incelmeye belirgindir.

Karadere formasyonu, Mortuma formasyonu ile yanal-düşey geçişlidir. Yarı kurak tipte bir alüvyon yelpazesine yorumlanan birimde bozulmuş bitki izlerinin dışında fosile rastlanamamıştır. Yanal geçişli olduğu Mortuma formasyonuna göre Oligosen yaşında olmalıdır (Hakyemez 1989).

4.1.5 Mortuma Formasyonu (Tam)

İnceleme alanında Karadere Formasyonu üzerine uyumlu olarak Mortuma Formasyonu (Tam) gelmektedir. İnceleme alanında geniş yayılım göstermektedir. Hakyemez ve Örçen (1982) tarafından adlanan Mortuma formasyonunun en alt bölümü başlıca sarımsı kahverengi, çapraz ve paralel katmanlı çakıldaşı, kumtaşı ardalanmasından, sarımsı kahve, gri ve yeşil renkli üst bölümü ise, genellikle, çakıldaşlarıyla başlayan çapraz ve paralel katmanlanmalı kumtaşı-ince linyit düzeyli silttaşı ve kilaşı dönemseller ardalanmasından oluşur. İnce linyit düzeyli, kalış yumrulu, ince bivalv ve bitki fosilli kumtaşı ara katmanları silttaşı ve kilaşları ise taşkın ovası çökelleridir (Şekil 4.5 ve

Şekil 4.6). İstifte alttan üste ve güneybatıdan kuzeydoğuya doğru tane boyu küçülmesi izlenir (Hakyemez 1989). Alt bölümü örgülü ırmak, üst bölümü ise menderesli ırmak ortamında birikmiş olan Mortuma formasyonunun temel kayaçları ile dokanağı genellikle faylıdır. Karadere formasyonunu geçişli olarak üstleyen birim, Yenidere formasyonu tarafından açısal uyumsuz olarak örtülür. Silttaşı ve kilttaşları içinde ince kavrıklı pelesipodlar ile bitki fosili parçaları ve polen içeren formasyonun lagüner karakterli kesiminde bulunan; Operculina ammonoides (Gronovius) ve Miliolidae gibi foraminiferlerin yanı sıra Ampullina (Ampullinopsis) cf. bourcarti, Barbatia (Barbatia) albanica, Tympanotonus sp. ve Potamides sp. gibi gastropodlar ve ostrakod ile balık dişi fosilleri Geç Oligosen yaşını belgeler (Hakyemez 1989).



Şekil 4.5 Mortuma formasyonuna ait kiltaş, çamurtaş ve kumtaş düzeyleri.



Şekil 4.6. Mortuma Formasyonuna ait kıltaşı.

4.1.6 Yenidere Formasyonu (Tay)

İnceleme alanında Mortuma Formasyonu üzerine açısız uyumsuz olarak Yenidere Formasyonu (Tay) gelmektedir. İnceleme alanın kuzey batı ve güneydoğusunda yayılım göstermektedir.

Hakyemez ve Örçen (1982) tarafından tanımlanan ve adlanan Yenidere formasyonu genel olarak sarımsı kahve ve boz renkli, çok kötü boylanmalı, matriks destekli, katmanlanmasız veya kalın-çok kalın katmanlı, çakıltaşı, çamurtaşı, çapraz ve paralel katmanlı çakıltaşı, paralel lamine ve çapraz katmanlı kumtaşı, yarı köşeli çakıllı çakıltaşı ile kötü boylanmalı, bloklu, paralel katmanlı çamurtaşları, ince killi kireçtaşı ara katmanlı silttaşı ve kıltaşılarından ve kaba kumtaşı-siltli, ince-çok ince kumtaşı

tabakalarının dönemsel ardalanmasından oluşur. Linyit damarları, kaliş yumruları, bitki ve tatlı su kökenli gastropod-pelesipod kavrıkları, kıt foraminiferler ve balık dişleri içerir (Akdeniz 2011).

Mortuma formasyonu üzerine açılal uyumsuzlukla gelen Yenidere formasyonu, Alüvyon yelpazesi, örgülü ırmak, menderesli ırmak, lagün ve kumsal ortamlarında çökelmiş olan birim kapsadığı; *Ammonia beccarii*, *Melanopsis cf. bonelli bonelli*, *Terebralia cf. bidentata bidentata*, *Terebralia cf. subcorrugata*, *Tympanotonus (Tympanotonus) margaritaceus cf. tabana*, *Turritella (Turritella) cf. gradata* ve *Galeodes lainei gibi gastropodlar* ve *Gryphea (Crassostrea) gryphoides crassissima*, *Ostrea cf. fimbriata* ve *Anadara (Anadara) aff. turonica* gibi pelesipodlar ve polenlere göre Akitaniyen (Alt Miyosen) yaşındadır (Akdeniz 2011).

4.1.7 Yatağan Formasyonu (Tmy)

İnceleme alanında Yenidere formasyonunun üzerine açılal uyumsuz olarak Yatağan Formasyonu (Tmy) gelmektedir. İnceleme alanın güney batısında dar bir alanda yayılım göstermektedir.

Yatağan Formasyonu (Tmy) Becker-Platen (1970)'in Yatağan tabakaları adı ile tanımladığı birim Atalay (1980) tarafından Yatağan formasyonu olarak adlanmış, formasyon içinde ayırtlanan Bayır üyesi Hakyemez ve Örcen (1982) tarafından Yatağan formasyonu adı ile yeniden tanımlanmıştır. Genel olarak kızıl kahverengi renkte, çok kötü boylanmalı çakıltaşı ve çamurtaşı, çapraz ve paralel katmanlı çakıltaşı-kumtaşı, iyi boylanmalı çakıltaşı, çapraz katmanlı kumtaşı, dağınık jips kristalli, kaliş yumrulu ve kuruma çatlaklı, ince katmanlı çamurtaşı ardalanmasından oluşan Yatağan formasyonu yer yer tuf ve tufit ara katmanları da içerir (Akdeniz 2011).

Günlüce Üyesi (Tmyg): Genellikle açık gri, açık yeşil, beyaz renkli ince taneli geçici göl çökellerinden oluşur. Üyenin tabanında egemen fasiyesi oluşturan çamurtaşları (silttaşı-kiltaşı), açık kıvımsız kahverengi, gri renkli, ince-orta yatay katmanlanmalı ve jips katkılıdır. Üstte açık yeşil, sarımsı yeşil, beyaz renkli, ince-orta yatay

katmanlanmalı, karbonatlı kilitaşı, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşları bulunur. Hipparion dişi bulunan birim, Atalay (1980)'in omurgalı fosil verilerine ve Becker-Platen vd. (1977)'nin radyometrik yaşı hesaplamalarına (9.25 ± 0.2 ve 10.2 ± 0.15 My) göre Vallesiyen-Turoliyen (Geç Miyosen) yaşındadır. Kale güneyindeki kahverengi kilitaşlarında bulunan Perissodactyla türlerini tanımlayan Kaya (1993) birime orta Turoliyen; Artiodactyla türlerini tanımlayan Tuna (1999), erken-orta Turoliyen (Geç Miyosen) yaşıını verirler.

4.1.8 Alüvyon

Akçay Çayı'nın aşığı vadilerinde yer yer genişleyen dar şeritler şeklinde birikmiş çakıllı kum, kum ve milden oluşur. Genellikle boz, kızılımsı, kahverengi, gri renkli ve gevşektir. Yersel çakıl merceklerinde taneler orta-iyi yuvarlanmıştır. Seyrek çapraz katmanlanma ve kötü bir laminalanma izlenir. Yaygın tane türü ultramafiklerden türemiştir.

4.2 Sondaj Litolojisi

Kale havzası içinde, toplam olarak altı adet derin araştırma sondajı TKİ Kurumu Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Sondajların derinlikleri 426m ile 780 m arasında değişmektedir. Bu sondajlarda ana çizgilerde deltayık ortamda çökelmiş ve tekrarlayan devresel düzeyler içeren Mortuma formasyonuna ait kalın bir Oligosen istifi kesilmiştir.

Kale-1 Sondajı

KALE-1 sondajında, birbirlerinden çakıltaşı seviyeleri ile ayrılabilen, alttan üste doğru toplam beş farklı devresel düzey ayırt edilmiştir.

0-35 m Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çamurtaşı ve kalkerli kilitaşlarından oluşan kırıntılı ve karbonatlı tortullar kesilmiştir.

30-145 m Çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde olabilen, kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve en üstte kaba taneli kanal dolgusu yapılı

çakıltaşları ile sonlanan regressive istif. Bu tortul istifin en üst bölümünde yer alan kanal dolgu oluşuğu çakıltaşları egemen olarak orta ile iyi yuvarlaklaşmış tanelerden yapıll olup, çoğunlukla ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş çakıl bileşenleri içerir. Bu istifin kalkerli çamurtaşı ve kıltaşından oluşun düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değışen kömür damarları olağan olarak gözlenir (**Delta istifinde yer alan 5. devresel seviye**).

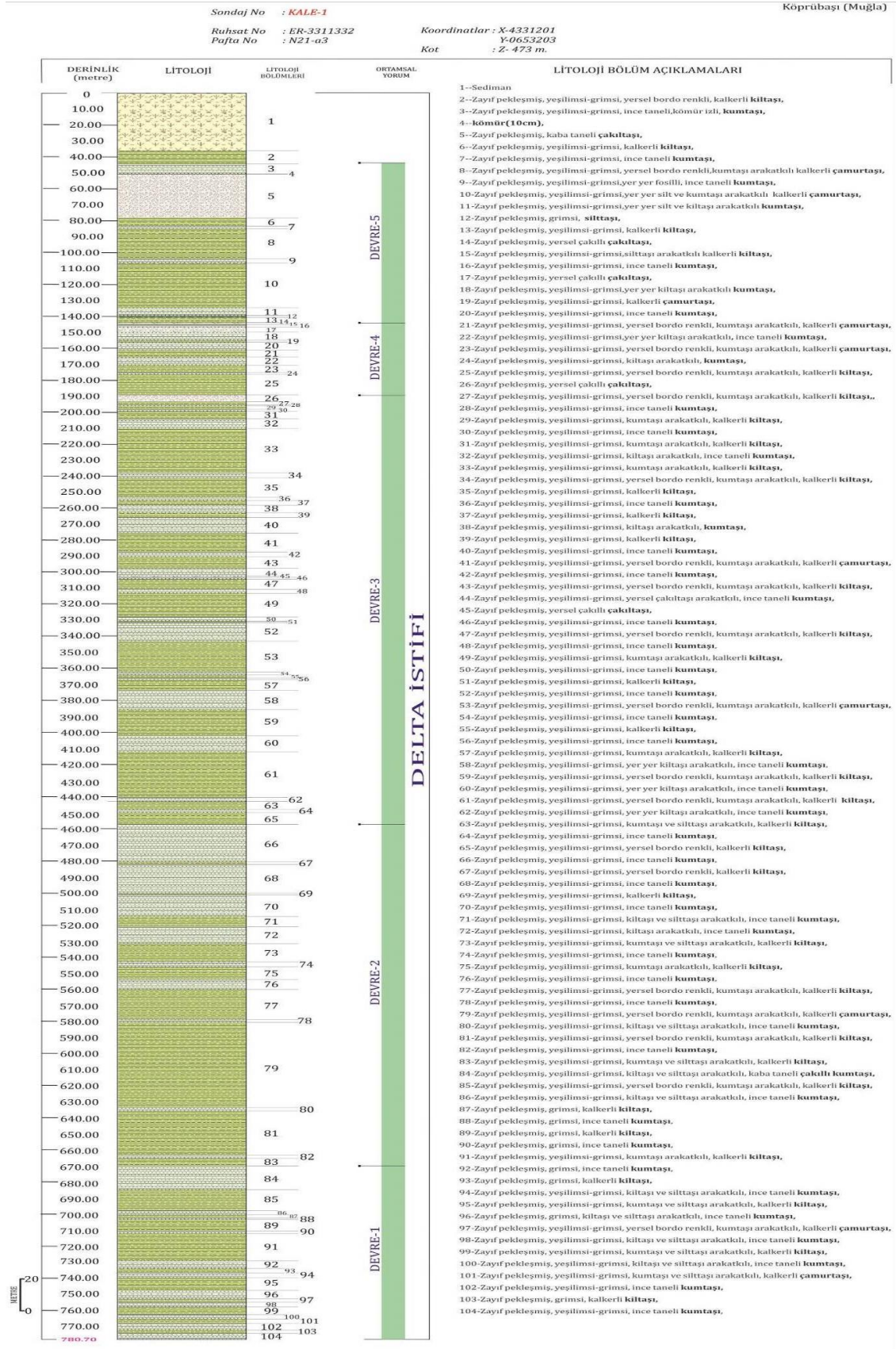
145-188 m 5. Devresel seviyede olduğı gibi, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu çakıltaşları ile sonlanan regresif istif. Çakıltaşını oluşturan taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir (**Delta istifinde yer alan 4. devresel seviye**).

188-460 m Büyük bölümü ile yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde kalkerli çamurtaşı, kumtaşı ve en üstte yer alan çakıltaşı kanal dolgularından oluşun istif. Çakıltaşı kanal dolguları, egemen olarak orta ile iyi boylanmış ofiyolitik bileşenli çakıltaşlarından oluşur.

İstifin kalkerli çamurtaşı ve kıltaşından oluşun düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değışen kömür damarları olağan olarak gözlenir (**Delta istifinde yer alan 3. devresel seviye**).

460-670 m Orta ile koyu grimsi, yersel açık yeşilimsi gri ile sarımsı kahve arasında değışen, alttan üste doğru zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve çakıltaşı kanal dolgusu oluşukları içeren istif (**Delta istifinde yer alan 2. devresel seviye**).

670-780.70 m Bu bölümde istif oluşturan tortullar, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu kaba taneli çakıllı kumtaşları ile sonlanan regresif tortul bileşenlerinden yapıllıdır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Kale-1 sondajının düşey kesiti.

Çakıllı kumtaşından oluşan kanal dolgularını oluşturan taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir (**Delta istifi içinde yer alan 1. devresel seviye**).

Kale-2 Sondajı

KALE-2 sondajında, birbirlerinden çakıltası seviyeleri ile ayrılabilen, alttan üste doğru toplam 5 farklı devresel düzey ayırt edilmiştir.

Bu sondaj da başlangıçta 30 metreye dek, daha çok kırıntılı tortullar içinde karotsuz ilerlenmiş ve daha sonra karotlu ilerleme tercih edilmiştir. Bu sondajda **30-553** metreler arasında elde edilen karotların değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiş ve çizilen detaylı sondaj kesiti Şekil 4.8’ de verilmiştir.

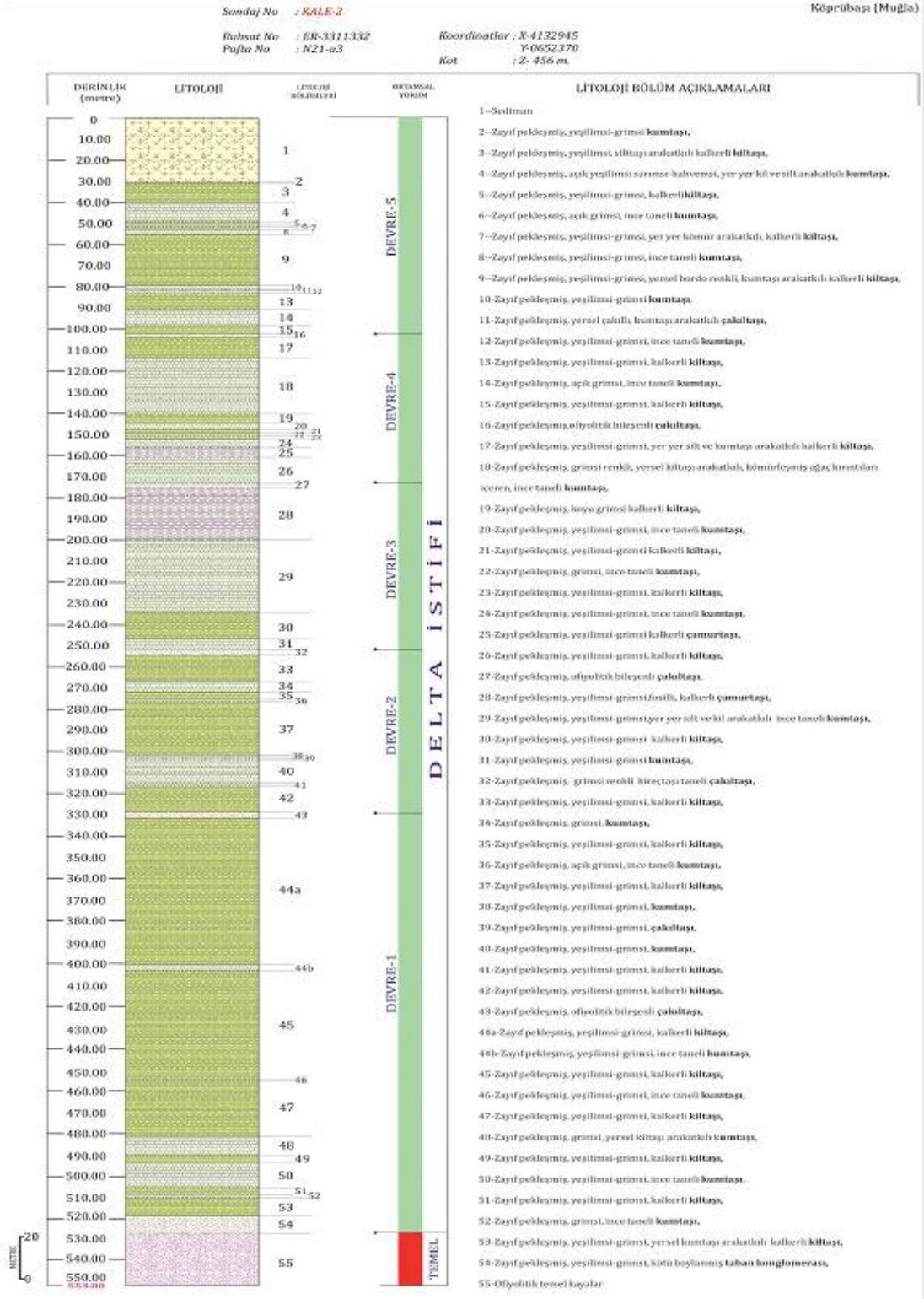
0-30 m Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çamurtaşı ve kalkerli kilaşlarından oluşan kırıntılı ve karbonatlı tortullar kesilmiştir.

30-103 m Çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde olabilen, kalkerli çamurtaşı, kilaşı, kumtaşı ve en üstte çakıltıları ile sonlanan regresif istif. Bu istifin kalkerli çamurtaşı ve kilaşından oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir (**Delta istifi içinde yeralan 5. devresel seviye**).

103-175 m 5. Devresel seviyede olduğu gibi, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kilaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu çakıltıları ile sonlanan regresif istif. Çakıltısını oluşturan taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir (**Delta istifi içinde yeralan 4. devresel seviye**).

175-255 m Büyük bölümü ile yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde kalkerli çamurtaşı,

kumtaşı ve en üstte yer alan çakıltaşı kanal dolgularından oluşan istif.



Şekil 4.8 Kale-2 sondajının düşey kesiti.

Çakıltaşı kanal dolguları, egemen olarak orta ile iyi boylanmış ofiyolitik bileşenli çakıltaşlarından oluşur. İstifin kalkerli çamurtaşı ve kıltaşından oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir (**Delta istifinde yeralan 3. devresel seviye**).

255-332 m Orta ile koyu grimsi, yersel açık yeşilimsi gri ile sarımsı kahve arasında değişen, alttan üste doğru zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve çakıltaşı kanal dolgusu oluşukları içeren istif (**Delta istifinde yeralan 2. devresel seviye**).

332-525 m Bu bölümde ayırt edilen istif, ofiyolitik temel üzerine gelen regolitik (taban konglomerası) oluşuklar ile başlar. İstifi oluşturan tortullar, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu çakıltaşları ile sonlanan regresif tortul bileşenlerinden yapıldır. Çakıltaşı kanal dolgularını oluşturan taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir (**Delta istifinde yeralan 1. devresel seviye**).

525-553 m Koyu yeşilimsi gri ile kırmızımsı renklerde, çoğunlukla breşik özellikle serpantinitletlerden oluşan, **ofiyolitik temel kayaları**.

Kale-3 Sondajı

0-30 m Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çamurtaşı ve kıltaşlarından oluşan kırıntılı tortullar kesilmiştir.

30-95 m Çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde olabilen, kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve en üstte kaba taneli kanal dolgusu çakıltaşları ile sonlanan regresif istif. Bu tortul istifin en üst bölümünde yer alan kanal dolgu oluşuğu çakıltaşları egemen olarak orta ile iyi yuvarlaklaşmış tanelerden yapıldı olup, çoğunlukla ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş çakıl bileşenleri içerir. Bu istifin kalkerli çamurtaşı ve kıltaşından oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında

değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir **(Delta istifı içinde yer alan 5. devresel seviye)**.

95-112 m 5. Devresel seviyede olduğu gibi, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu çakilitaşı ile sonlanan regresif istif. Çakilitaşı oluştur taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir **(Delta istifı içinde yer alan 4. devresel seviye)**.

112-167 m Büyük bölümü ile yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde kalkerli çamurtaşı, kumtaşı ve en üstte yer alan çakilitaşı kanal dolgularından oluşan istif. Çakilitaşı kanal dolguları, egemen olarak orta ile iyi boylanmış ofiyolitik bileşenli çakilitaşılarından oluşur. İstifin kalkerli çamurtaşı ve kilitaşıdan oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir **(Delta istifı içinde yer alan 3. devresel seviye)**.

167-318 m Orta ile koyu grimsi, yersel açık yeşilimsi gri ile sarımsı kahve arasında değişen, alttan üste doğru zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve çakilitaşı kanal dolgusu oluşukları içeren istif **(Delta istifı içinde yer alan 2. devresel seviye)**.

318-426.40 m Bu bölümde istifı oluştur turtullar, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu kaba taneli çakilitaşı ile sonlanan regresif tortul bileşenlerinden yapıdır (Şekil 4.9).

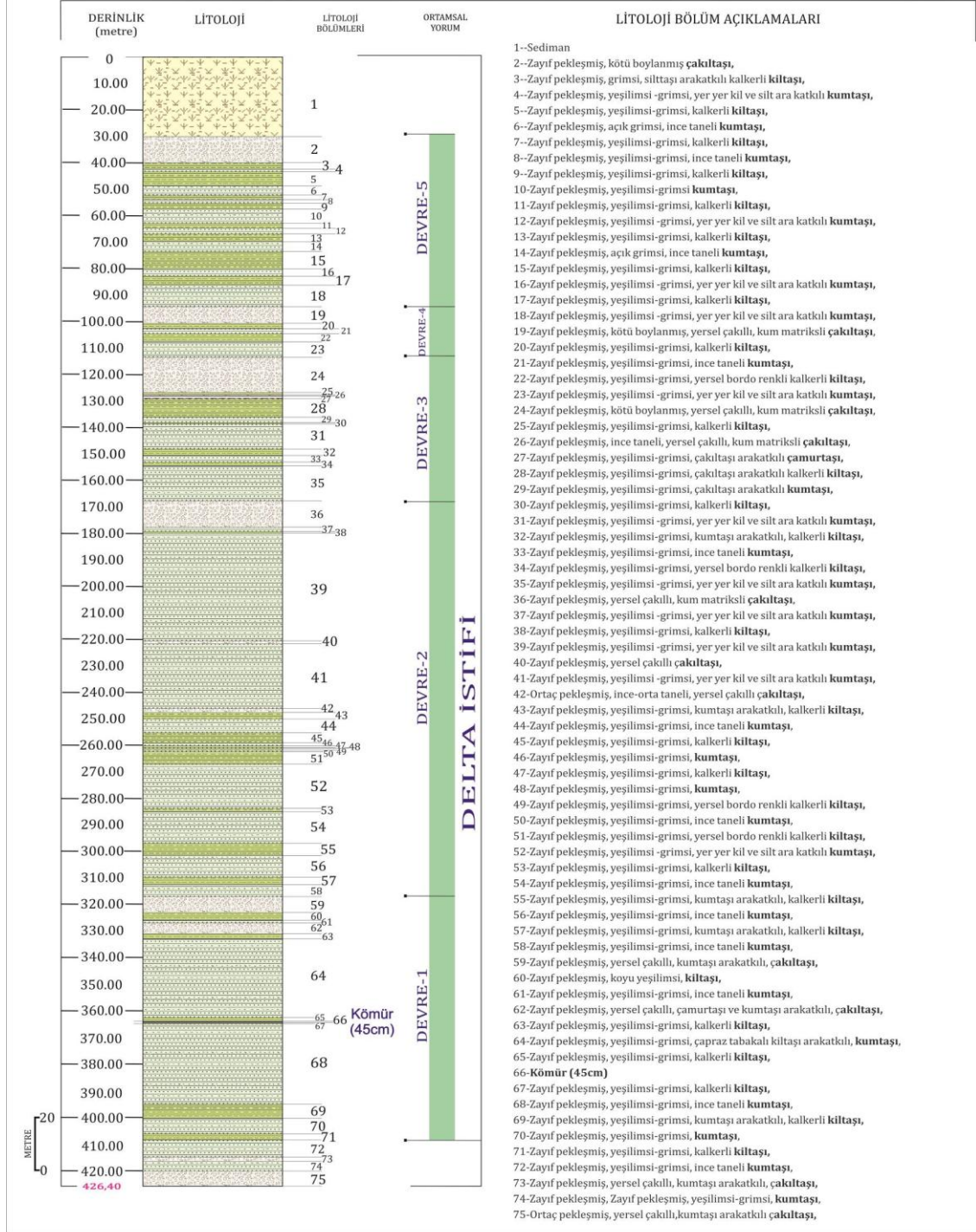
Bu istifin 366. metresinde, koyu gri renkli kilitaşı içinde 45 cm kalınlığında bir kömür damarı kesilmiştir. Kesilen kömür, siyahımsı, parlak özellikte sert linyitten yapıdır (Delta istifı içinde yer alan 1. devresel seviye).

Sondaj No : KALE-3

Taşlıköy (Muğla)

Ruhsat No : ER-3311342
Pafta No : N21-a3

Koordinatlar : X-4135565
Y-0650480
Kot : Z- 426,40 m.



Şekil 4.9 Kale-3 sondajının düşey kesiti.

Kale-4 Sondajı

0-15 m Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çamurtaşı ve kilttaşlarından oluşan kırıntılı tortullar kesilmiştir.

15-40 m Çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde olabilen, kalkerli çamurtaşı, kiltası, ve kumtaşı bileşenlerinden oluşan kırıntılı tortul istif. Bu istifin kalkerli çamurtaşı ve kiltasından oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir **(Delta istifi içinde yer alan 5. devresel seviye).**

40-120 m 5. Devresel seviyede olduğu gibi, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kiltası, kumtaşı ve kanal dolgusu çakiltasları ile sonlanan regresif istif. Çakiltasını oluşturan taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir **(Delta istifi içinde yeralan 4. devresel seviye).**

120-260 m Büyük bölümü ile yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde kalkerli çamurtaşı, kumtaşı ve en üstte yer alan çakiltası kanal dolgularından oluşan istif. Çakiltası kanal dolguları, egemen olarak orta ile iyi boylanmış ofiyolitik bileşenli çakiltaslarından oluşur. İstifin kalkerli çamurtaşı ve kiltasından oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir **(Delta istifi içinde yeralan 3. devresel seviye).**

260-390 m Orta ile koyu grimsi, yersel açık yeşilimsi gri ile sarımsı kahve arasında değişen, alttan üste doğru zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kiltası, kumtaşı ve çakiltası kanal dolgusu oluşukları içeren istif **(Delta istifi içinde yer alan 2. devresel seviye)** (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Kale-4 sondajının düşey kesiti.

390-555.60 m Bu bölümde istifli oluşturan tortullar, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu kaba taneli çakıllı kumtaşları ve çakıltaşları ile sonlanan regresif tortul bileşenlerinden yapıldır. İstifin kalkerli çamurtaşı ve kilitaşıdan oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir (**Delta istifli içinde yer alan 1. devresel seviye**).

Kale-5 Sondajı

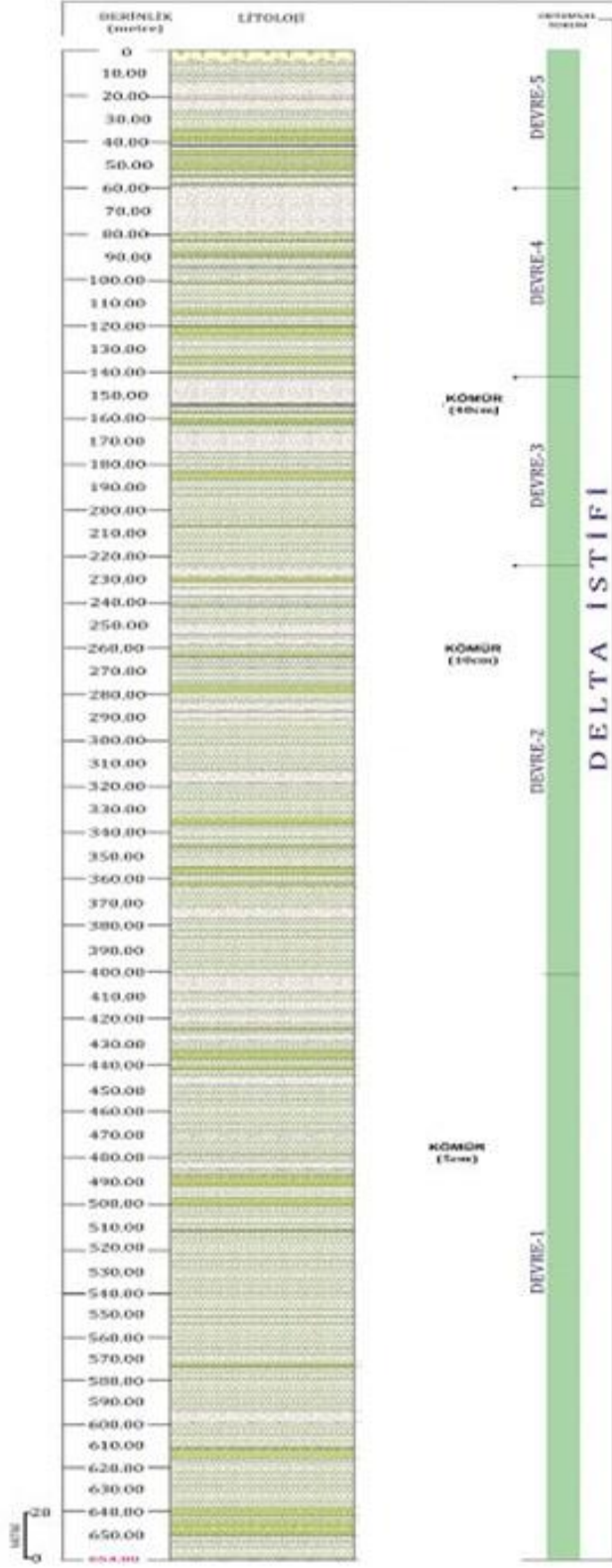
0-5 m Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çamurtaşı ve kilitaşlarından oluşan kırıntılı tortullar kesilmiştir.

5-60 m Çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde olabilen, kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, ve kumtaşı bileşenlerinden oluşan kırıntılı tortul istif. Bu istifin kalkerli çamurtaşı ve kilitaşıdan oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir (**Delta istifli içinde yeralan 5. devresel seviye**).

60-140 m 5. Devresel seviyede olduğu gibi, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu çakıltaşları ile sonlanan regresif istif. Çakıltaşını oluşturan taneler orta ile iyi yuvarlaklaşmış olup egemen olarak ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir (**Delta istifli içinde yeralan 4. devresel seviye**).

140-225 m Büyük bölümü ile yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde kalkerli çamurtaşı, kumtaşı ve en üstte yer alan çakıltaşı kanal dolgularından oluşan istif. Çakıltaşı kanal dolguları, egemen olarak orta ile iyi boylanmış ofiyolitik bileşenli çakıltaşlarından oluşur. İstifin üst bölümünde **155-156** metreler arasında, kumtaşı ve çamurtaşları içinde **kalınlığı 40 cm'ye ulaşan bir kömür damarının** varlığı saptanmıştır. Bu seviyede saptanan kömür katmanı, çoğunlukla siyahımsı ve parlak özellik taşıyan sert linyitlerden oluşmaktadır (**Delta istifli içinde yeralan 3. devresel seviye**) (Şekil 4.11).

Sondaj No : KALE-5
 Ruhsat No : ER-3311342
 Pafta No : N21-a2



Şekil 4.11 Kale-5 sondajının düşey kesiti.

225-400 m Orta ile koyu grimsi, yersel açık yeşilimsi gri ile sarımsı kahve arasında değişen, alttan üste doğru zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kilaşı, kumtaşı ve çakıltası kanal dolgusu oluşukları içeren istif. Bu istifin 262. metresinde, kalkerli çamurtaşı ve kumtaşları içinde 10 cm kalınlığında bir **kömür** damarı kesilmiştir. Bu kömür damarında siyahımsı ve parlak özellik taşıyan sert linyitlerden yapılıdır (**Delta istifi içinde yeralan 2. devresel seviye**).

400-654.80 m Bu bölümde istif oluşturana tortullar, egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve alttan üste doğru, kalkerli çamurtaşı, kilaşı, kumtaşı ve kanal dolgusu kaba taneli çakıllı kumtaşları ve çakıltaları ile sonlanan regresif tortul bileşenlerinden yapılıdır.

Bu istifin 478. metresinde, kalkerli çamurtaşı ve kumtaşları içinde 5 cm kalınlığında bir **kömür** damarı kesilmiştir. Bu kömür damarında, diğer kömür damarlarında olduğu gibi, siyahımsı ve parlak özellik taşıyan sert linyitlerden yapılıdır (**Delta istifi içinde yeralan 1. devresel seviye**).

Kale 6 Sondajı

0-30 m Karotsuz ilerleme. Bu seviyelerde egemen olarak kumtaşı, çamurtaşı ve kilaşlarından oluşan kırıntılı tortullar kesilmiştir.

30-235 m Çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde olabilen, kalkerli çamurtaşı, kilaşı ve kumtaşı bileşenlerinden oluşan kırıntılı tortul istif. Bu istifin 78. metresinde kalkerli çamurtaşı ve kilaşından oluşan tortullar içinde, kalınlığı 20 cm'ye ulaşan bir kömür damarının varlığı saptanmıştır. (**Delta istifi içinde yeralan 4. devresel seviye**) (Şekil 4.12).

235-265 m. Egemen olarak yeşilimsi gri, yersel sarımsı gri renklerde olabilen ve başlıca, orta ile iyi pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kilaşı ve kumtaşı bileşenlerinden oluşan ve kömür katmanı ile sonlanan regresif istif. Bu istifin 238. metresinde 10 cm ve 259. metresinde 45 cm olmak üzere iki farklı seviyede yer alan kömür damarlarının

Sondaj No : KALE-6

Ruhsat No : ER-3311337

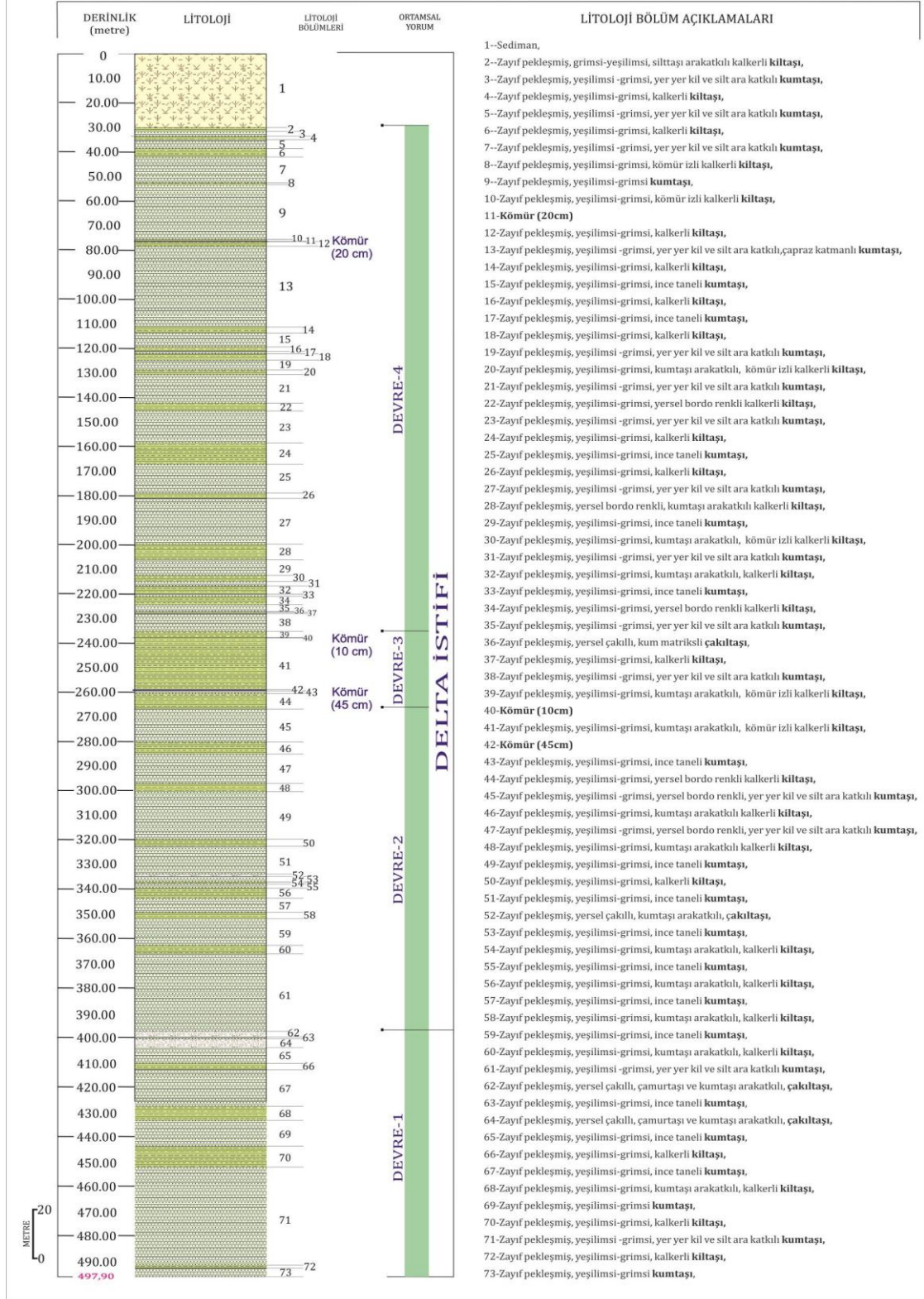
Pafta No : N21-a3

Koordinatlar : X-4137760

Y-0657135

Kot : Z- 686,00 m.

Ortatepe (Muğla)



Şekil 4.12 Kale-6 sondajının düşey kesiti.

varlığı saptanmıştır. Bu seviyelerde yer alan kömürler, daha çok kıltaşı ve kalkerli çamurtaşından oluşan tortullar içinde yer alır. Bu istif içinde saptanan kömür katmanları, çoğunlukla siyahımsı ve parlak özellik taşıyan sert linyitlerden oluşmaktadır **(Delta istifi içinde yeralan 3. devresel seviye)**.

265-398 m Büyük bölümü ile yeşilimsi gri ve sarımsı renklerde kıltaşı, kalkerli çamurtaşı, kumtaşı ve yersel gözlenen çakıltaşı kanal dolgularından oluşan istif. Çakıltaşı kanal dolguları, egemen olarak orta ile iyi boylanmış ofiyolitik bileşenli çakıltaşlarından oluşur. **(Delta istifi içinde yeralan 2. devresel seviye)**.

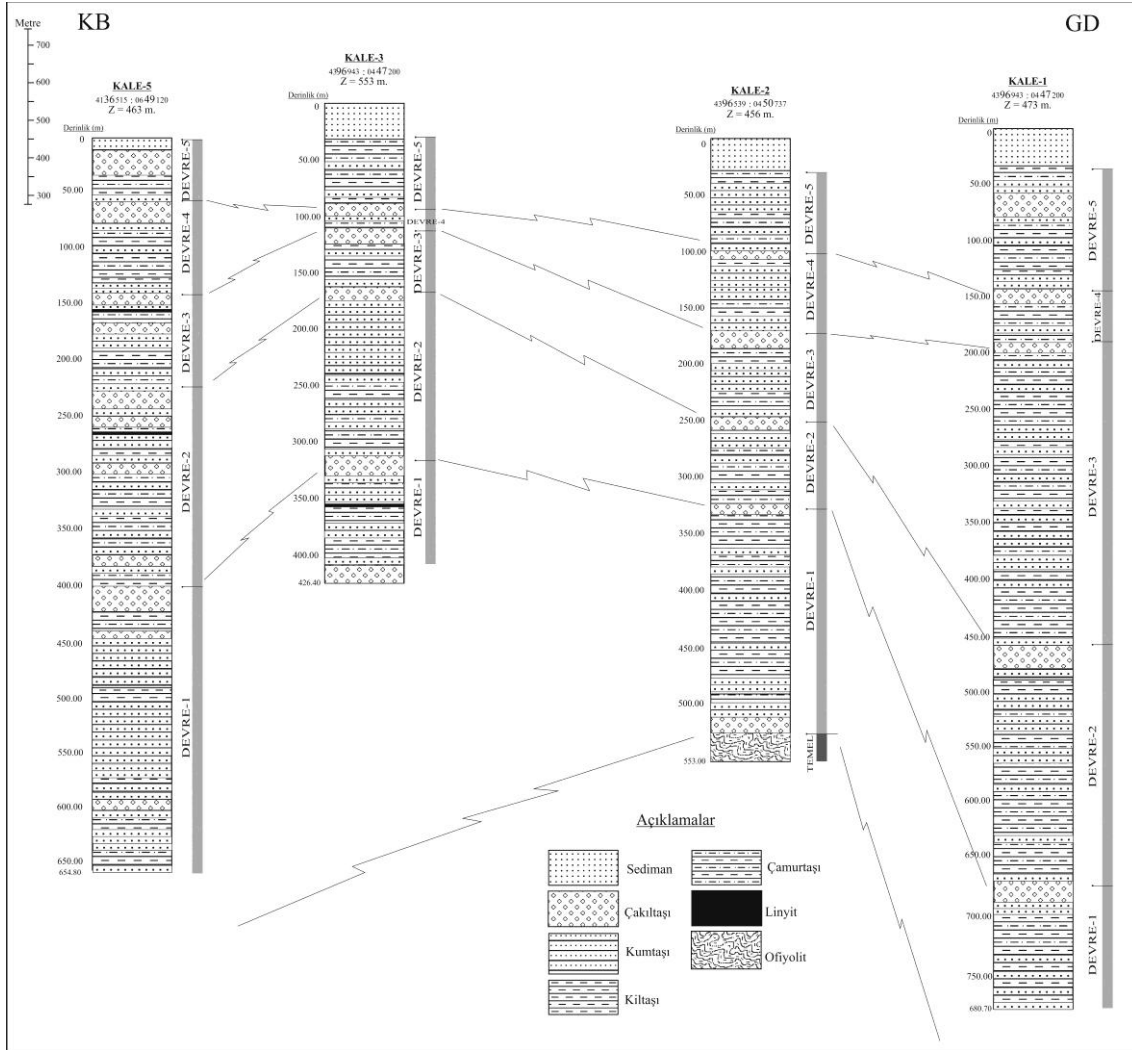
398-497.90 m Orta ile koyu grimsi, yersel açık yeşilimsi gri ile sarımsı kahve arasında değişen, alttan üste doğru zayıf pekleşmiş kalkerli çamurtaşı, kıltaşı, kumtaşı ve en üst bölümde yer alan çakıltaşı kanal dolgusu oluşukları içeren istif **(Delta istifi içinde yeralan 1. devresel seviye)** (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Sondajlara ait karotlardan görüntüler.

Kale Yöresi Sondajlarının Korelasyonu

Kale havzası içinde yer alan bazı sondajların KB-GD ve GB-KD yönündeki korelasyonları Şekil 4.14 ve 4.15’de verilmiştir. Bu havzada yapılan sondajlarda sadece KALE-2 sondajında temele kadar inilmiştir.

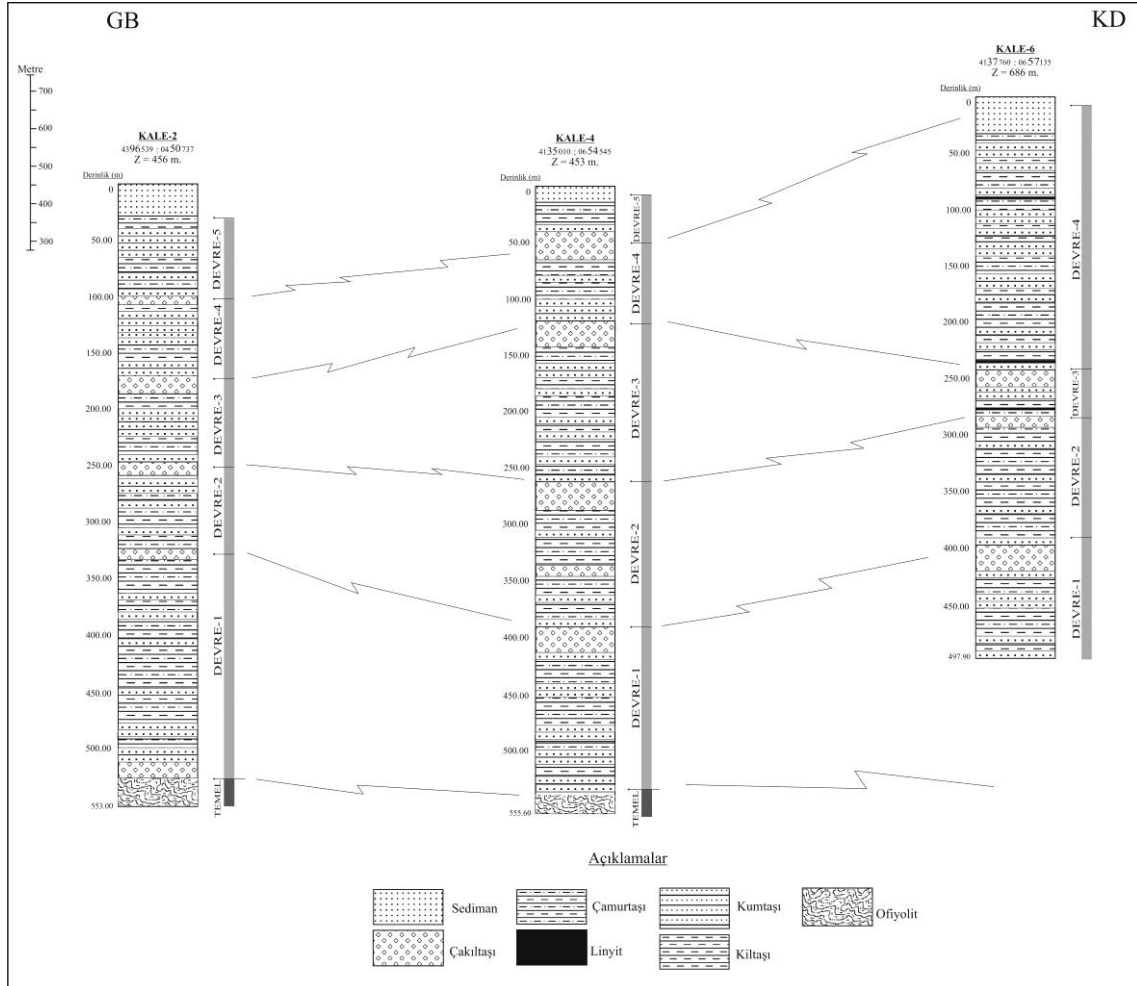


Şekil 4.14. Çalışma alanında yapılan sondajların KB-GD yönlü korelasyonu.

KALE-3 sondajında 365. metrede kesilen 45 cm kalınlığındaki kömür damarına KALE-5 ve KALE-2 sondajlarında rastlanmamıştır. Buna karşın Kale-5 sondajında 155. metrede 40 cm kalınlığında başka bir kömür damarının varlığı saptanmıştır. Bu durum, KALE-5 ve KALE-3 sondajlarında farklı seviyelerde yer alan (40 ve 45 cm kalınlıkta) kömür katmanlarının, Oligosen istifi içinde yanal yönde kalınlaşma

göstermediklerini ve ince taneli deltayık tortullara derecelendiklerini yansıtır.

Diğer taraftan KALE-2 ile KALE-1 sondajları arasında temelin ani olarak derinleşmesi, havza içinde yer alan yüzeylenmemiş bir büyüme fayı ile ilgili olmalıdır.



Şekil 4.15. Çalışma alanında yapılan sondajların GB-KD yönlü korelasyonu.

4.3 Mineraloji

Seçilen sondajlardan alınan örneklerin tüm kaya mineralojik bileşimleri XRD analizleri ile belirlenmiştir. Örneklerin mineralojik analiz sonuçları mineral içerikleri belirlenerek tablo halinde verilmiştir (Çizelge 4.1). Değerlendirilen örneklerde kalsit, dolomit, feldispat, kuvars ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Havzada ana karbonat minerali kalsittir. Dolomit daha az oranda bulunmaktadır. Havzada tespit edilen kil mineralleri ise simektit, kaolinit ve illittir. Her örnekte karbonat mineralleri tespit edilmiştir

(Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Sondaj numunelerinin mineralojik bileşimleri ve yarı nicel içerikleri.

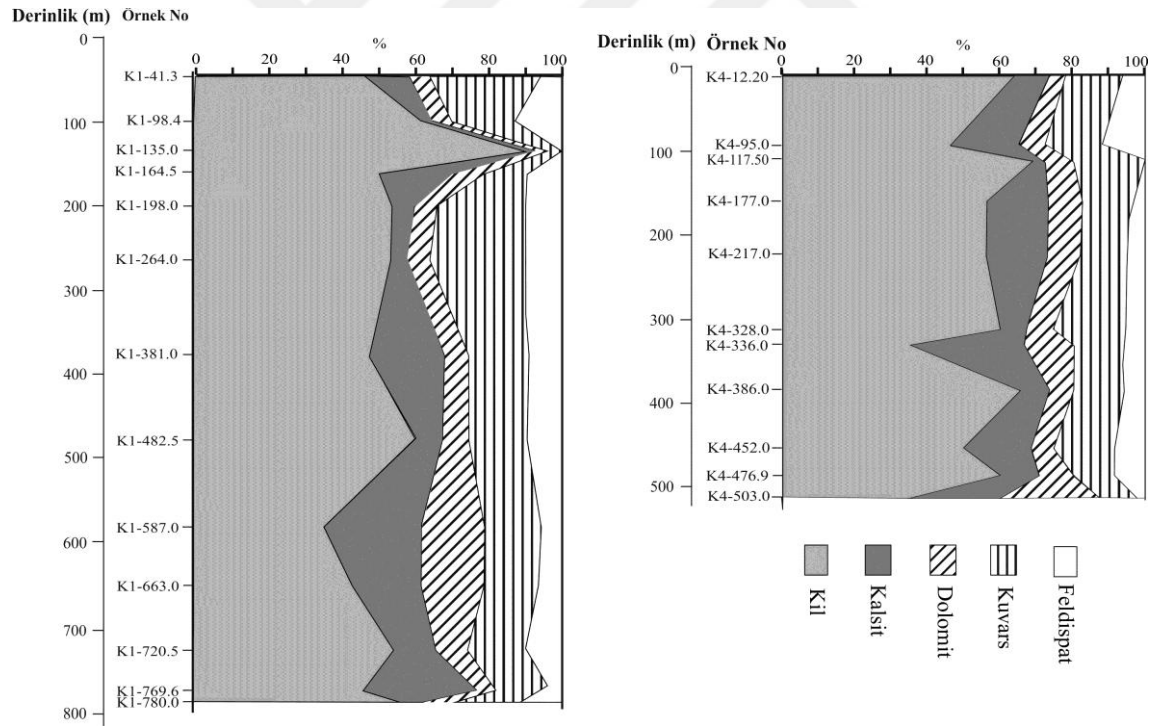
Örnek No	Tüm kaya mineralojik bileşim (%)
K1-41.30	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(46)+Kuars(30)+Kalsit(13)+Feldispat(6)+Dolomit(5)
K1-98.40	Kil(illit+Simektit/Klorit+Kaolinit)(62)+Kuars(17)+Feldispat(13)+Dolomit(5)+Kalsit(3)
K1-135.50	Kil(Simektit+illit+Kaolinit)(90)+Kuars(4)+Dolomit(3)+Kalsit(3)
K1-164.50	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(50)+Kalsit(20)+Kuars(15)+Dolomit(8)+Feldispat(7)
K1-198.00	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(54)+Kuars(24)+Feldispat(10)+Dolomit(6)+Kalsit(6)
K1-264.20	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(53)+Kuars(26)+Feldispat(10)+Dolomit(6)+Kalsit(5)
K1-381.0	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(47)+Kalsit(21)+Kuars(17)+Feldispat(9)+Dolomit(6)
K1-482.50	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(60)+Kuars(16)+Feldispat(9)+Dolomit(8)+Kalsit(7)
K1-587.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(36)+Kalsit(26)+Dolomit(17)+Kuars(16)+Feldispat(5)
K1-663.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(42)+Kalsit(21)+Dolomit(15)+Kuars(15)+Feldispat(7)
K1-720.50	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(54)+Kuars(16)+Kalsit(12)+Feldispat(10)+Dolomit(8)
K1-769.60	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(46)+Kalsit(30)+Kuars(14)+Dolomit(6)+Feldispat(4)
K1-780.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(56)+Kuars(17)+Feldispat(12)+Dolomit(8)+Kalsit(7)
K4-12.20	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(64)+Kuars(16)+Kalsit(10)+Feldispat(6)+Dolomit(4)
K4-95.00	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(52)+Kuars(17)+Kalsit(18)+Dolomit(10)+Feldispat(3)
K4-117.50	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(69)+Kuars(20)+Dolomit(7)+Kalsit(4)
K4-177.00	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(58)+Kalsit(16)+Kuars(12)+Dolomit(10)+Feldispat(4)
K4-217.00	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(56)+Kalsit(17)+Kuars(13)+Dolomit(9)+Feldispat(5)
K4-328.00	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(59)+Kuars(22)+Kalsit(9)+Feldispat(5)+Dolomit(5)
K4-336.50	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(36)+Kalsit(30)+Dolomit(15)+Kuars(13)+Feldispat(6)
K4-386.00	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(65)+Kuars(15)+Kalsit(11)+Feldispat(5)+Dolomit(4)
K4-452.00	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(47)+Kalsit(21)+Kuars(17)+Feldispat(9)+Dolomit(6)
K4-476.90	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(62)+Kuars(13)+Kalsit(12)+Feldispat(8)+Dolomit(5)
K4-503.00	Kil(Simektit+İllit+Kaolinit)(35)+Kalsit(27)+Dolomit(25)+Kuars(11)+Feldispat(2)
K5-100.70	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(54)+Kalsit(17)+Kuars(15)+Dolomit(9)+Feldispat(4)
K5-135.00	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(65)+Kuars(17)+Dolomit(7)+Kalsit(7)+Feldispat(4)
K5-160.40	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(77)+Kuars(14)+Kalsit(10)+Feldispat(3)+Dolomit(2)
K5-205.90	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(69)+Kuars(16)+Dolomit(7)+Kalsit(5)+Feldispat(3)
K5-237.90	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(70)+Kuars(20)+Feldispat(4)+Dolomit(2)+Kalsit(2)
K5-268.00	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(65)+Kuars(17)+Dolomit(8)+Kalsit(6)+Feldispat(4)
K5-345.20	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(69)+Kuars(22)+Dolomit(5)+Kalsit(2)+Feldispat(2)
K5-436.20	Kil(Kaolinit+Simektit/Klorit+İllit)(67)+Kuars(16)+Dolomit(7)+Kalsit(7)+Feldispat(3)
K5-531.30	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(52)+Kuars(22)+Kalsit(16)+Feldispat(5)+Dolomit(5)
K5-622.10	Kil(Kaolinit+İllit+Simektit/Klorit)(56)+Kuars(16)+Kalsit(11)+Dolomit(10)+Feldispat(7)
K6-31.20	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(47)+Dolomit(20)+Kalsit(19)+Kuars(10)+Feldispat(4)
K6-85.00	Kalsit(42)+Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(27)+Dolomit(23)+Kuars(8)
K6-128.80	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(32)+Dolomit(23)+Kalsit(22)+Kuars(13)+Feldispat(10)
K6-258,30	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(57)+Dolomit(15)+Kuars(15)+Feldispat(7)+Kalsit(6)
K6-266,60	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(47)+Dolomit(19)+Kalsit(17)+Kuars(16)+Feldispat(6)
K6-321.60	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(52)+Kalsit(20)+Dolomit(11)+Kuars(10)+Feldispat(7)
K6-450.00	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(61)+Kuars(18)+Feldispat(10)+Kalsit(7)+Dolomit(4)
K6-485.10	Kil(Simektit/Klorit+İllit+Kaolinit)(46)+Kalsit(18)+Dolomit(16)+Kuars(15)+Feldispat(5)

Kale havzasının güneyinde yapılan Kale-1 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit, kalsit minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.1). Kalsit ve dolomit minerali her seviyede gözlenirken alt seviyelerde daha yaygın olduğu gözlenmektedir. Silikat minerallerinden kil, kuvars ve feldispat hemen her seviyede bulunmaktadır. Sondaj istifinde kil içeriğinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir

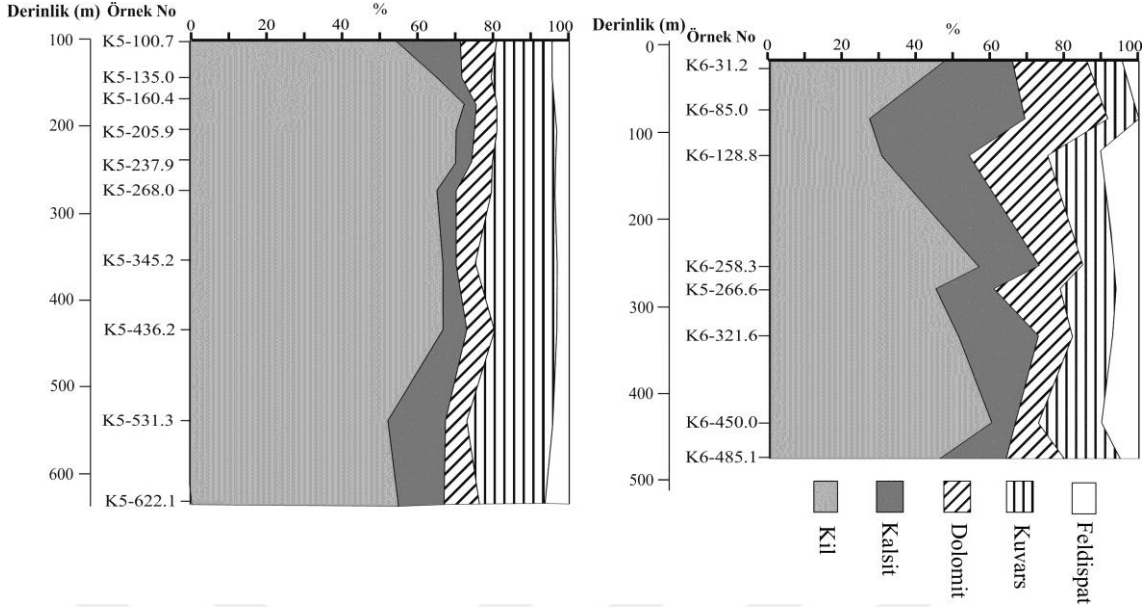
(Şekil 4.16).

Kale havzasının ortasında yapılan Kale-4 sondajı Demirciler Köyü Keçeliler Mahallesi'nin batısında yer almaktadır. Kale-4 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit, kalsit minerali bulunmaktadır. Tüm örneklerde kil içeriğinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Karbonat ve kilce zengin olan istif de ana karbonat minerali kalsittir. Silikat minerallerinden feldispat her seviyede az miktarda gözlenmektedir (Çizelge 4.1, Şekil 4.16).

Kale havzasının kuzeybatısında yapılan Kale-5 sondajı Taşlı köyü'ne bağlı Gökçebelen Mevkii'nin 500 m doğusunda yer almaktadır. Kale-5 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit, kalsit minerali bulunmaktadır. Kil içeriği yüksek olan istifde ana karbonat minerali kalsittir (Çizelge 4.1, Şekil 4.17).



Şekil 4.16 İnceleme alanında Kale-1 ve Kale-4 sondajlardan alınan numunelerin düşey dağılımları.



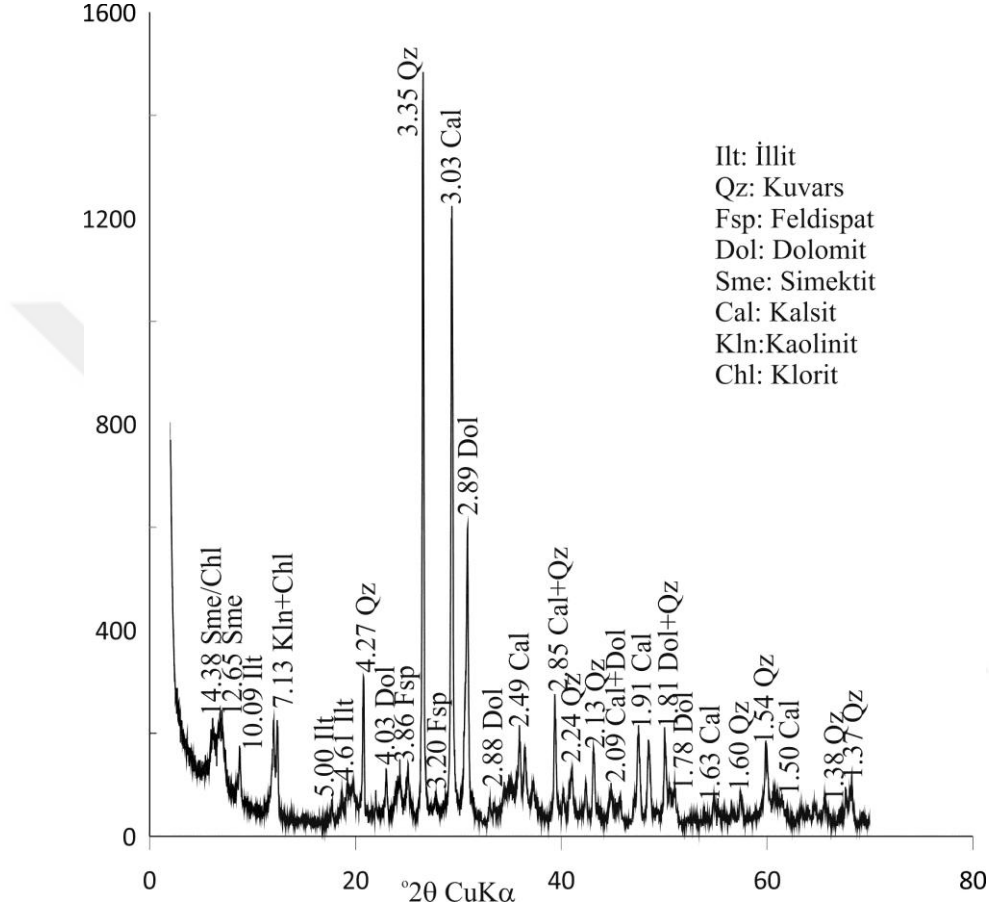
Şekil 4.17 İnceleme alanında Kale-5 ve Kale-6 sondajlardan alınan numunelerin düşey dağılımları.

Kale havzasının kuzeydoğusunda yapılan Kale-6 sondajı Ortaköy yerleşim alanının güneyinde yer almaktadır. Kale-6 sondaj örneklerinde kil (simektit, illit, kaolinit), feldispat, kuvars, dolomit, kalsit minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.1). Karbonat ve kilce zengin olan istif de ana karbonat minerali kalsit ve dolomittir. Karbonat mineralleri her seviyede gözlenirken üst ve orta seviyelerde daha yaygın olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.17).

İnceleme alanında kalsit minerali $3.03\text{\AA}$ daki karakteristik pik ile tanımlanmıştır. Ayrıca kalsit minerali için tipik olan diğer pikler $2.85\text{\AA}$, $2.49\text{\AA}$, $2.45\text{\AA}$, $2.28\text{\AA}$, $2.09\text{\AA}$, $1.91\text{\AA}$, $1.87\text{\AA}$, $1.63\text{\AA}$, $1.50\text{\AA}$ ve $1.52\text{\AA}$ olarak gözlenmiştir (Şekil 4.18). X ışınları çekimleri sonucunda dolomit minerali için 2.88 ve $2.89\text{\AA}$ da karakteristik olan oldukça şiddetli ve kristalinitesi yüksek olan pik gözlenmiştir (Şekil 4.18, 4.19, 4.20 ve 4.21). Ayrıca bununla birlikte $2.19\text{\AA}$, $2.68\text{\AA}$, $2.09\text{\AA}$, $2.07\text{\AA}$, $1.81\text{\AA}$, $1.78\text{\AA}$, ve $1.41\text{\AA}$ da dolomitin diğer pikleri gözlenmiştir.

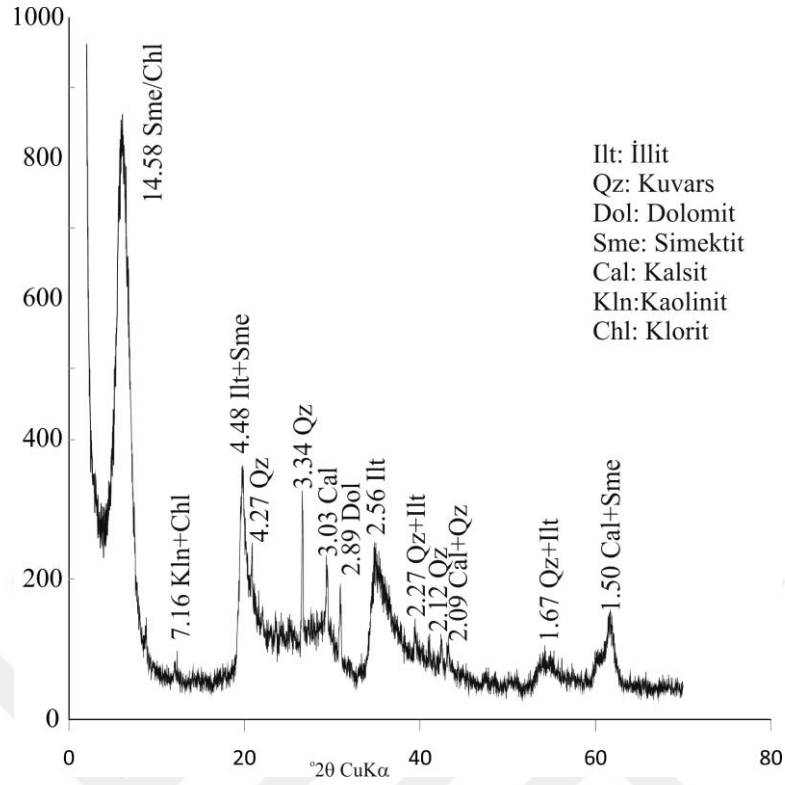
Silikat minerallerinden kuvars, feldispat ve kil mineralleri tespit edilmiştir. X ışınları çekimi sonucunda $3.34\text{\AA}$ ve $3.35\text{\AA}$ da ki kuvars minerali için karakteristik olan şiddetli ve kristalinitesi yüksek olan pikler gözlenmiştir. Ayrıca kuvars minerali için tipik olan diğer piklerde $4.27\text{\AA}$, $4.21\text{\AA}$, $2.85\text{\AA}$, $2.45\text{\AA}$, $2.27\text{\AA}$, $2.28\text{\AA}$, $2.12\text{\AA}$, $2.09\text{\AA}$, $1.81\text{\AA}$,

1.67 Å, 1.54 Å, 1.41 Å ve 1.37 Å daki piklerdir. X-ışınları çekimleri sonucunda 3.20 Å da feldispat minerallerinin karakteristik pikİ tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra 3,86 Å, 3.65 Å ve 3.21 Å da feldispatın diğer tipik pikleri gözlenmiştir (Şekil 4.18, 4.19, 4.20 ve 4.21).

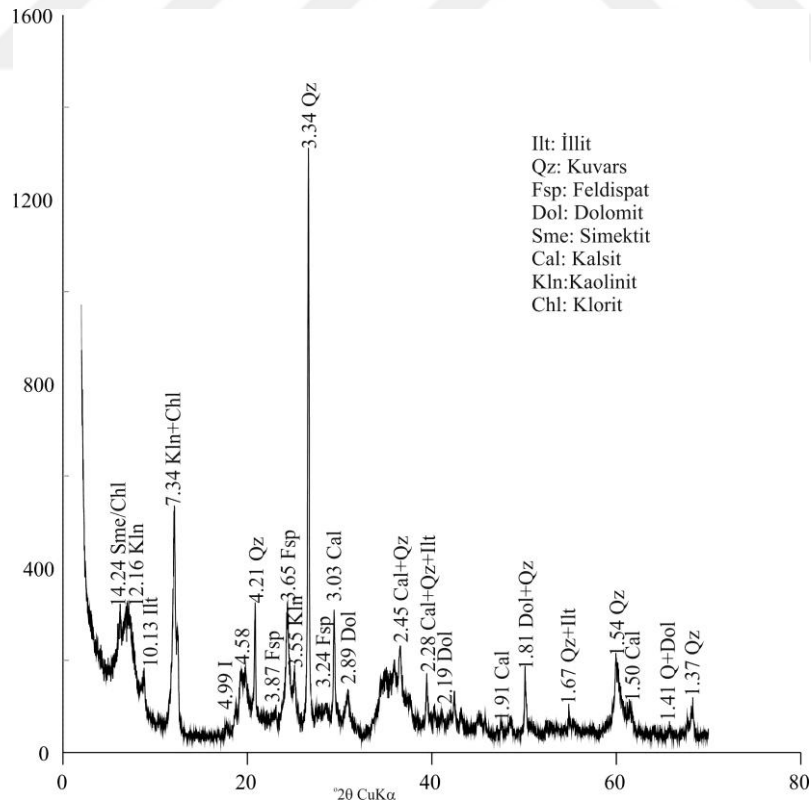


Şekil 4.18. K1-587 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı (Not: Mineral kısaltmaları Whitney ve Evans (2010) dan alınmıştır).

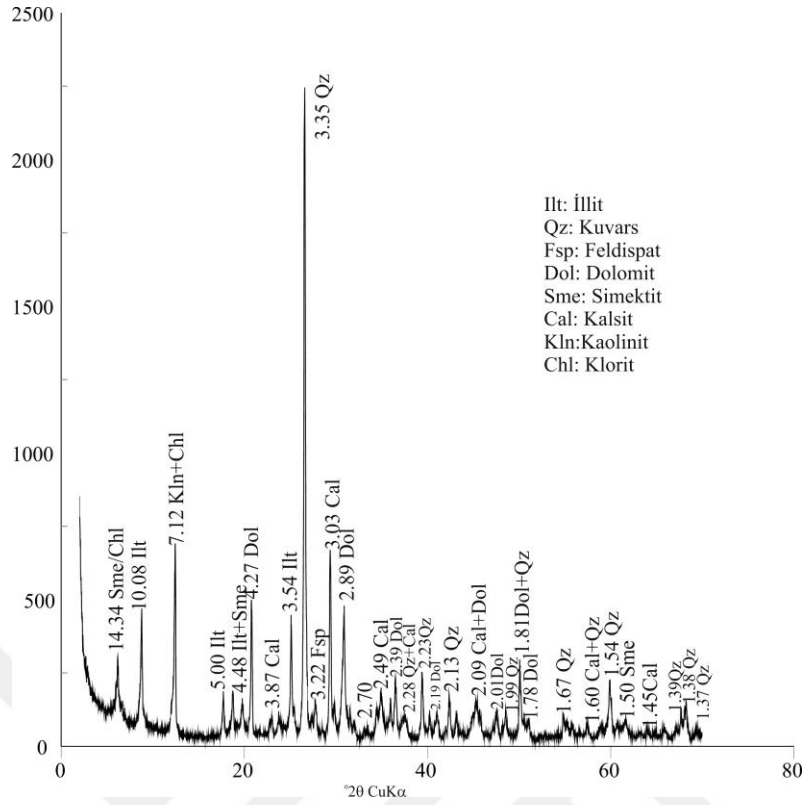
Kil fraksiyonu analizlerinde kaolinit minerali için 7.12 Å ile 7.34 Å arasında pik değeri gözlenmiştir. Kil fraksiyonu analizlerinde illit minerali için karakteristik olan 10.08 Å ile 10.13 Å arasında pik değeri gözlenmiştir. Illit minerali için pik değerleri; 4.81 Å, 4.61 Å, 4.18 Å, 4.99 Å ve 167 Å olarak gözlenmektedir. Kil fraksiyonu analizlerinde simektit minerali için 14.58 Å, 14.38 Å, 14.34 Å, 14.24 Å, da pik değerleri gözlenmiştir (Şekil 4.18, 4.19, 4.20 ve 4.21).



Şekil 4.19 K1-135.5 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



Şekil 4.20 K4-328 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.



Şekil 4.21 K5-622 no'lu örneğin tüm kaya X-ışınları difraktogramı.

4.4 Jeokimya

4.4.1 Ana element kimyası

İnceleme alanında K1 ve K6 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 (AK) ve toplam C ve toplam S içerikleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

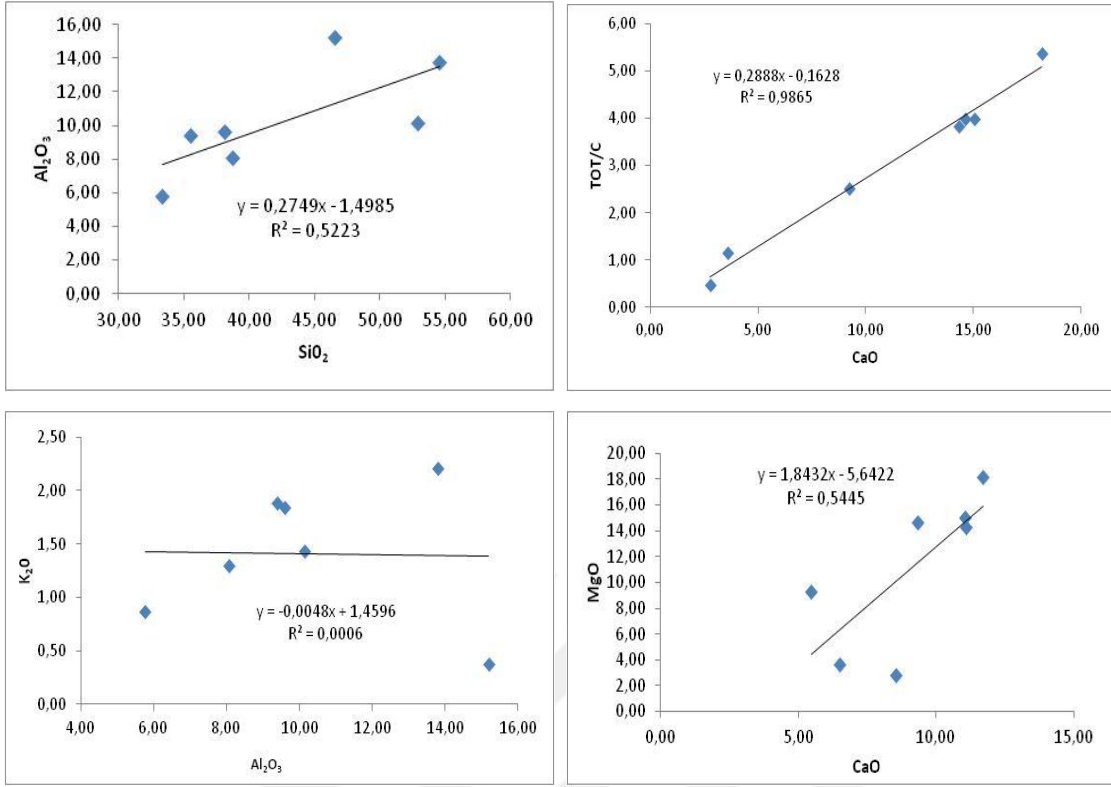
K1 sondajı havzanın orta-merkezi kesiminde yer alırken, K6 sondajı havzanın kenar kesiminde yer almaktadır. K1 sondaj örneklerinin SiO_2 içerikleri %33.38 ile %54.59 arasında değişirken, K6 sondajının %21.26 ile %45.97 arasında değişmektedir. Al_2O_3 içerikleri ise K1 sondaj örneklerinde %5.76 ile %15.19, K6 sondaj örneklerinde %3,68 ile %13.21 arasında değişmektedir. CaO içeriği K1 sondajında %2.79 ile %18.17 arasında değişirken, K6 sondajında %4.21 ile %27.14 arasında değişmektedir. Toplam C içeriği K1 sondajında %0.48 ile %5.38, K6 sondajında %1.29 ile %8.11 arasında değişmektedir.

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

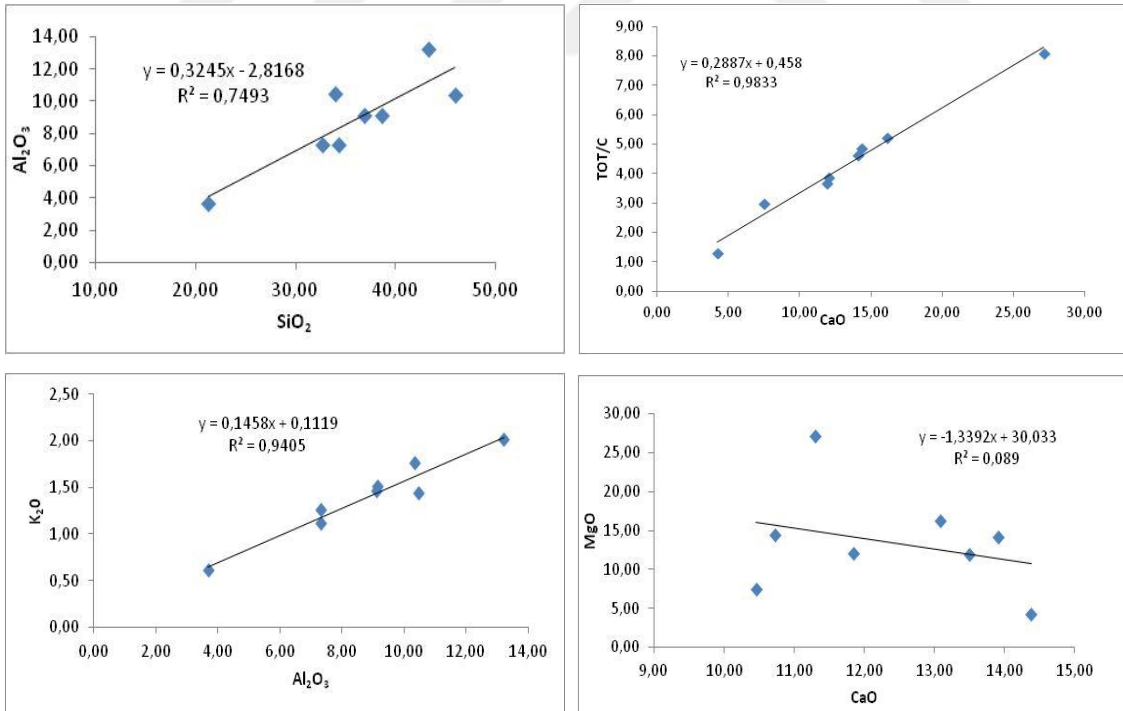
Örnek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	AK	Top	TOT/CTOT/S
K1-41.3	52,88	10,13	5,97	5,47	9,26	0,87	1,43	0,56	0,11	0,14	0,082	12,8	99,82	2,51 <0.02
K1-135.5	46,60	15,19	4,34	8,53	2,79	1,13	0,37	0,78	0,25	0,04	0,011	19,6	99,70	0,48 <0.02
K1-164.5	38,08	9,60	6,31	9,32	14,63	0,47	1,84	0,51	0,15	0,18	0,055	18,5	99,75	4,00 0,02
K1-264.2	54,59	13,78	8,01	6,51	3,62	0,87	2,20	0,68	0,08	0,07	0,068	9,2	99,79	1,15 0,07
K1-587.4	33,38	5,76	5,55	11,71	18,17	0,45	0,86	0,36	0,10	0,20	0,132	23,0	99,73	5,38 <0.02
K1-663.0	38,75	8,07	6,27	11,08	14,31	0,62	1,29	0,44	0,11	0,10	0,108	18,5	99,74	3,83 0,03
K1-769.6	35,54	9,39	6,49	11,04	15,06	0,35	1,88	0,43	0,09	0,11	0,066	19,2	99,73	3,99 <0.02
K6-31.2	34,32	7,29	6,30	13,91	14,13	0,43	1,12	0,36	0,06	0,07	0,098	21,5	99,69	4,64 <0.02
K6-85.0	21,26	3,68	4,02	11,30	27,14	0,29	0,61	0,22	0,07	0,19	0,060	30,8	99,75	8,11 <0.02
K6-128.8	32,65	7,32	5,49	13,08	16,15	0,56	1,26	0,37	0,08	0,14	0,078	22,4	99,70	5,24 0,03
K6-258.3	43,26	13,21	6,21	10,46	7,49	0,74	2,02	0,66	0,08	0,07	0,075	15,3	99,71	2,97 0,03
K6-266.6	33,98	10,46	6,21	10,73	14,37	0,61	1,44	0,55	0,06	0,12	0,057	21,1	99,72	4,88 <0.02
K6-321.6	36,85	9,14	7,01	13,50	11,91	0,63	1,51	0,49	0,08	0,11	0,089	18,2	99,68	3,67 0,04
K6-450.0	45,97	10,34	9,09	14,38	4,21	0,62	1,76	0,45	0,05	0,10	0,118	12,4	99,68	1,29 <0.02
K6-485.1	38,59	9,11	6,67	11,84	12,02	0,74	1,46	0,48	0,07	0,07	0,089	18,5	99,71	3,88 0,03
Mak	54,59	15,19	9,09	14,38	27,14	1,13	2,20	0,78	0,25	0,20	0,13	30,80	99,82	8,11 0,07
Min	21,26	3,68	4,02	5,47	2,79	0,29	0,37	0,22	0,05	0,04	0,01	9,20	99,68	0,48 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

Al₂O₃ ile SiO₂ arasında K1 ve K4 sondaj örneklerinde pozitif korelasyon gözlenmiştir. K₂O ile Al₂O₃ arasında K1 sondajında korelasyon gözlenmemiştir, K4 sondajında ise kuvvetli pozitif korelasyon gözlenmiştir. MgO ile CaO arasında K1 sondajında pozitif korelasyon gözlenirken K4 sondajında negatif korelasyon gözlenmektedir. CaO ile Toplam C arasında K1 ve K4 sondajlarında çok kuvvetli pozitif korelasyon gözlenmiştir (Şekil 4.22, Şekil 4.23).

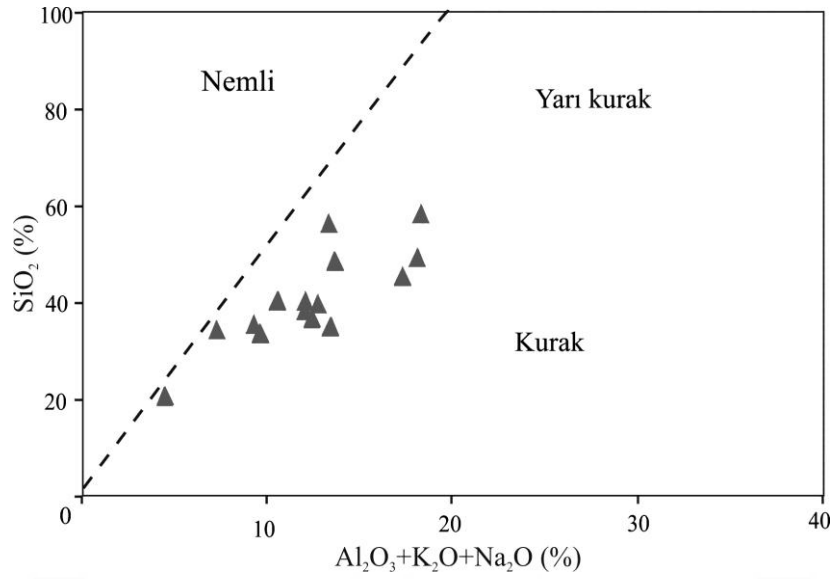
SiO₂ ye karşılık Al₂O₃+K₂O+Na₂O (Suttner ve Dutta, 1986) grafiğinde örneklerin kurak/yarıkurak koşullar altında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.22 K1 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki.



Şekil 4.23 K6 sondaj örneklerinin bazı ana element oksitler arasındaki ilişki.



Şekil 4.24 Sondajlara ait örneklerin paleoklimsel koşulları gösteren SiO₂ ye karşılık (Al₂O₃+K₂O+Na₂O) diyagramı.

4.4.2 İz ve nadir toprak element kimyası

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

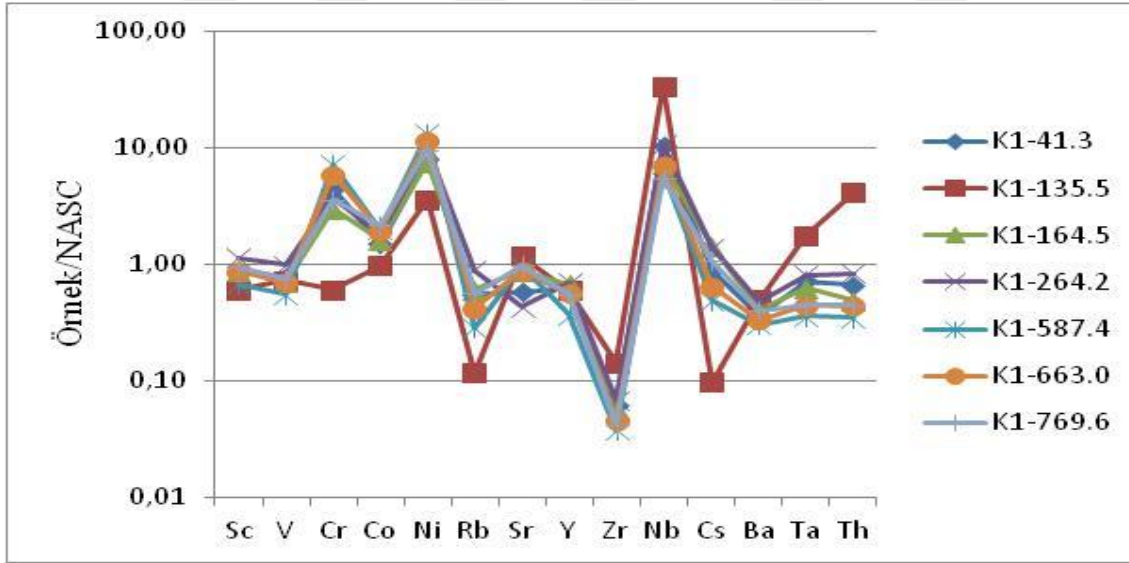
İz element içeriklerini NASC (Gromet vd. 1984) ile karşılaştırdığımızda büyük değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir. Nb, Ni ve Cr de zenginleşme olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26). Rb, Zr ve Cs da ise K1 ve K6 sondaj örneklerinde fakirleşme gözlenmiştir.

İz element içeriklerini kondrite göre bakıldığında her iki grupta da Nb, Rb, Sr ve V da zenginleşme olduğu tespit edilmiştir. K1 ve K6 sondaj örneklerinde Ni, Zr, Ta ve Ba fakirleşme gözlenmiştir (Şekil 4.27 ve Şekil 4.28).

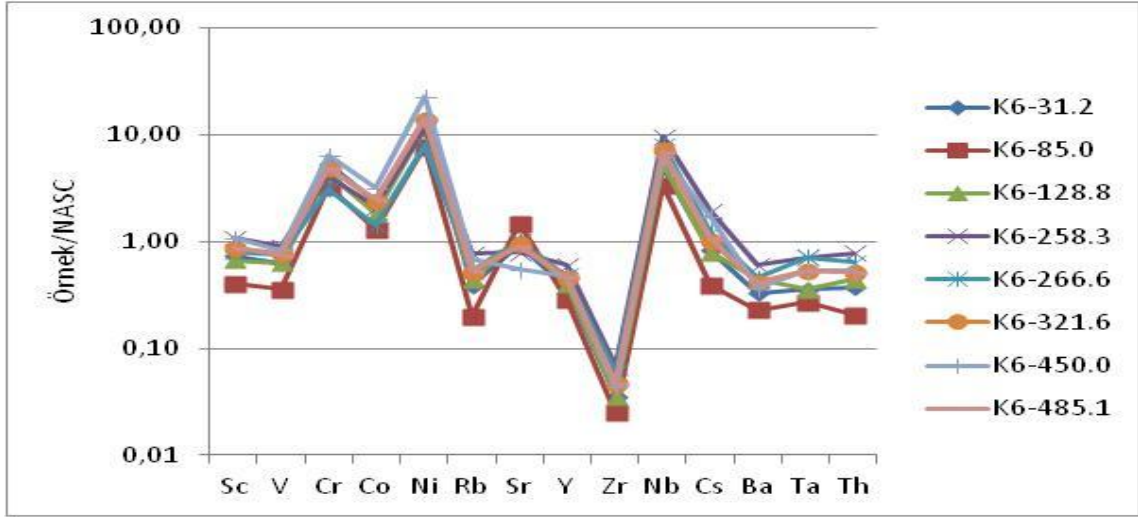
K1 sondajında Zr içeriği 72,1 ve 440ppm, Sr içeriği 61,1 ve 138,6ppm, Ni içeriği 207 ve 775ppm, V içeriği 72 ve 130 ppm arasında değişmektedir. K6 sondaj örneklerinde ise Zr içeriği 43,6 ve 103 ppm, Sr içeriği 77,2 ve 206,7 ppm, Ni içeriği 450 ve 1309 ppm, V içeriği 46 ve 108 ppm arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3 Sondaj örneklerinin iz element içerikleri (ppm).

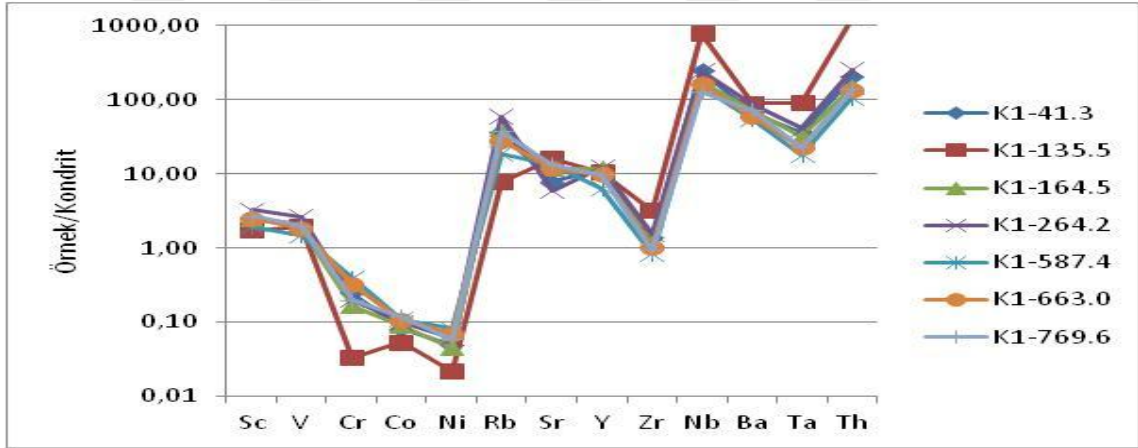
Örnek	Ba	Ni	Sc	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	V	W	Zr	Y
K1-41.3	233	466	13	<1	38,4	4,5	12,8	3,5	12,4	68,4	82,5	0,8	8,1	101	1,3	137,9	22,3
K1-135.5	315	207	9	1	25,0	0,5	14,0	11,2	28,7	14,6	166,6	2,0	50,9	95	2,9	440,0	20,9
K1-164.5	258	433	13	1	41,8	7,4	12,6	2,3	11,3	75,5	124,5	0,7	6,0	92	1,1	94,8	23,5
K1-264.2	307	573	17	2	46,6	7,2	16,7	3,6	13,7	110,8	61,1	0,9	10,3	129	2,0	138,3	24,2
K1-587.4	194	775	10	<1	50,9	2,5	6,7	2,3	7,5	35,4	136,2	0,4	4,3	72	1,4	82,3	12,9
K1-663.0	211	662	13	<1	49,9	3,3	9,9	2,3	9,0	52,4	124,8	0,5	5,4	90	0,9	90,0	19,7
K1-769.6	253	561	14	<1	55,2	5,5	11,7	1,9	8,3	69,5	138,6	0,5	5,5	97	1,4	72,1	19,2
K6-31.2	210	806	11	<1	59,3	4,3	9,2	1,7	7,1	49,4	131,3	0,4	4,6	82	1,3	64,9	13,0
K6-85.0	145	450	6	<1	33,6	2,0	4,4	1,1	5,0	25,0	206,7	0,3	2,5	46	0,8	43,6	10,0
K6-128.8	282	665	10	1	46,3	4,1	9,1	1,9	7,2	54,8	145,4	0,4	5,5	82	1,5	70,4	14,1
K6-258.3	380	676	16	2	54,6	10,1	17,6	3,1	13,7	97,0	111,5	0,8	9,6	118	8,4	124,1	21,2
K6-266.6	291	464	12	1	36,8	6,3	12,9	2,7	11,9	66,2	142,9	0,8	7,8	97	3,2	103,0	16,7
K6-321.6	264	796	13	2	61,3	5,3	11,3	2,4	9,4	64,5	134,4	0,6	6,4	101	2,1	92,7	15,9
K6-450.0	235	1309	16	<1	81,0	8,8	12,7	2,0	8,7	84,8	77,2	0,6	6,5	108	2,1	81,4	16,3
K6-485.1	261	824	13	<1	63,8	5,6	11,0	2,4	9,5	67,3	127,0	0,6	6,3	97	2,4	88,5	16,2
Mak	380	1309	17	2	81	10	18	11	29	111	207	2	51	129	8	440	24
Min	145	207	6	1	25	1	4	1	5	15	61	0	3	46	1	44	10
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



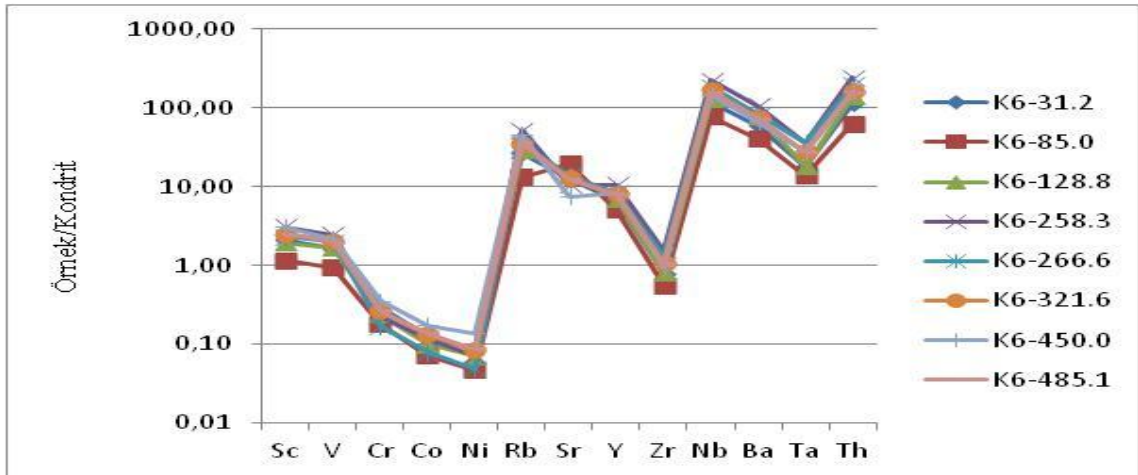
Şekil 4.25 K1 sondaj örneklerinin iz elementlerinin NASC'a göre değişimleri.



Şekil 4.26 K6 sondaj örneklerinin iz elementlerinin NASC'a göre değişimleri.



Şekil 4.27 K1 sondaj örneklerinin iz elementlerinin kondrite göre değişimleri.



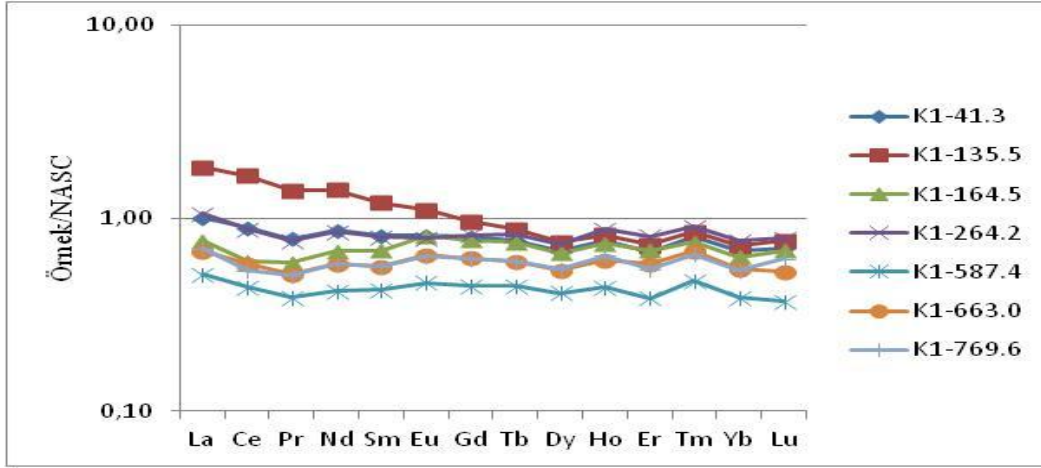
Şekil 4.28 K6 sondaj örneklerinin iz elementlerinin kondrite göre değişimleri.

İnceleme alanındaki sondaj örneklerinin 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 NASC değerlerine paralel olduğu, kondirite göre ise hafif NTE elementlerinin ağır NTE elementlerine oranla zenginleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.22).

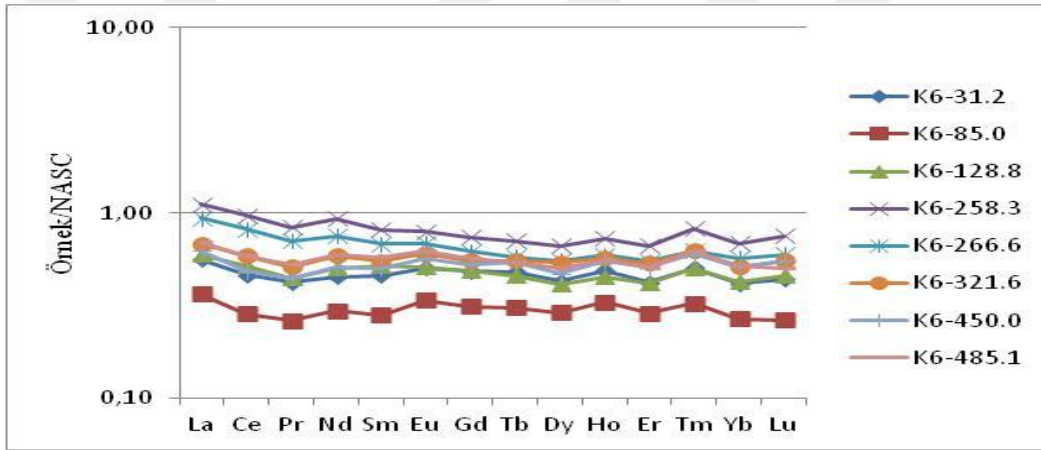
NASC'a göre yapılan değerlendirmede Eu* ve Ce* da anomali gözlenmemiştir (Çizelge 4.5). Kondirite göre yapılan değerlendirmede ise Eu* da negatif anomali gözlenmiştir (0.68-0.76), Ce anomali değerleri NASC'a benzer bulunmuştur (Çizelge 4.5). Anomalinin varlığı feldispatların kalsiyum içeriğinin düşük olduğu ve zayıf oranda da kalsiyumun feldispat yapısından ayrıldığını gösterir.

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

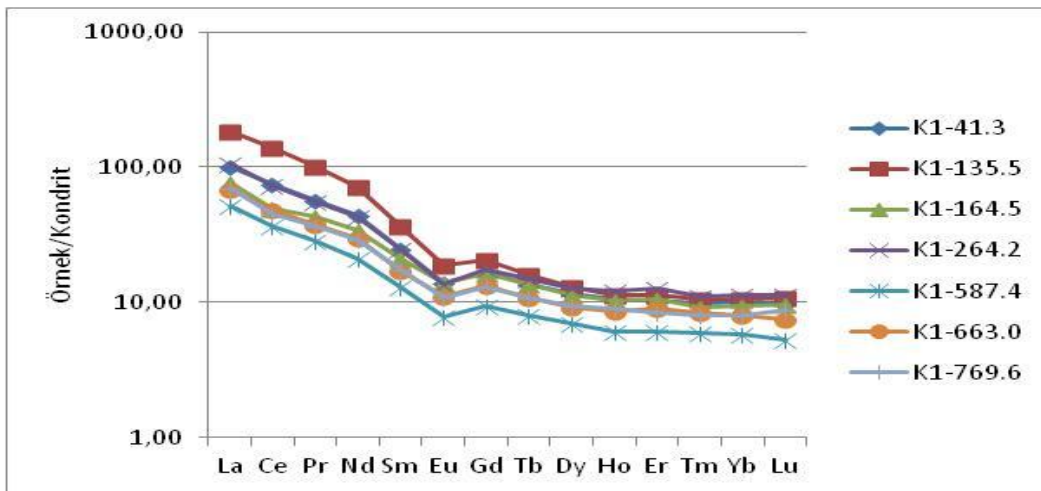
Örnek	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
K1-41.3	31,5	59,9	6,96	26,4	4,85	1,02	4,38	0,65	3,75	0,76	2,18	0,32	2,10	0,32
K1-135.5	57,3	111,5	12,33	42,7	7,20	1,38	5,31	0,75	4,19	0,82	2,39	0,34	2,23	0,35
K1-164.5	23,8	40,2	5,25	20,6	4,08	1,02	4,23	0,64	3,66	0,74	2,23	0,30	1,96	0,31
K1-264.2	32,8	59,0	6,80	25,8	4,79	0,99	4,50	0,70	4,06	0,88	2,64	0,36	2,38	0,36
K1-587.4	15,9	29,5	3,45	12,7	2,56	0,58	2,45	0,38	2,27	0,44	1,26	0,19	1,21	0,17
K1-663.0	21,1	38,9	4,55	17,7	3,35	0,81	3,41	0,51	2,99	0,61	1,89	0,27	1,69	0,24
K1-769.6	21,6	36,1	4,49	17,6	3,38	0,79	3,39	0,51	3,03	0,64	1,78	0,26	1,67	0,28
K6-31.2	17,4	31,0	3,75	13,8	2,73	0,63	2,66	0,41	2,37	0,49	1,38	0,20	1,29	0,20
K6-85.0	11,3	19,1	2,33	9,0	1,67	0,42	1,71	0,26	1,60	0,33	0,94	0,13	0,83	0,12
K6-128.8	18,5	34,7	3,98	15,2	3,11	0,64	2,69	0,39	2,29	0,45	1,37	0,20	1,32	0,21
K6-258.3	34,5	64,7	7,46	28,2	4,86	0,99	4,06	0,60	3,67	0,73	2,16	0,33	2,13	0,34
K6-266.6	29,1	54,7	6,24	22,9	4,05	0,85	3,40	0,49	3,04	0,59	1,79	0,25	1,77	0,27
K6-321.6	21,1	39,3	4,53	17,8	3,27	0,75	3,05	0,47	2,98	0,57	1,74	0,25	1,58	0,25
K6-450.0	19,5	32,4	3,95	15,5	3,02	0,71	2,90	0,46	2,60	0,55	1,66	0,24	1,59	0,25
K6-485.1	21,7	39,2	4,69	18,1	3,47	0,78	3,14	0,46	2,79	0,56	1,66	0,25	1,62	0,23
Mak	57,3	111,5	12,3	42,7	7,2	1,4	5,3	0,8	4,2	0,9	2,6	0,4	2,4	0,4
Min	11,3	19,1	2,3	9,0	1,7	0,4	1,7	0,3	1,6	0,3	0,9	0,1	0,8	0,1
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



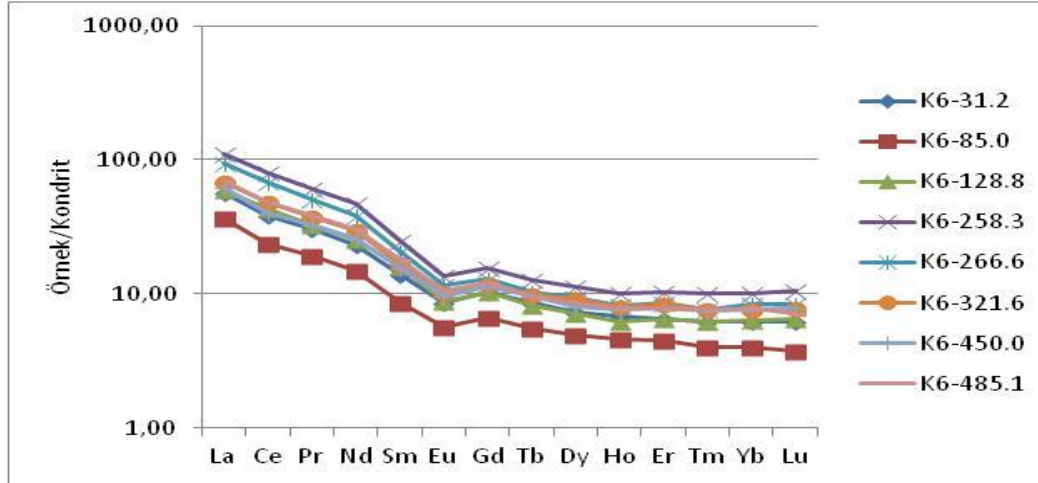
Şekil 4.29 K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.



Şekil 4.30 K6 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin NASC'a göre değişimleri.



Şekil 4.31 K1 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.



Şekil 4.32 K6 sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin kondrite göre değişimleri.

Çizelge 4.5 Sondaj örneklerinin nadir toprak elementlerinin anomali ve oranları.

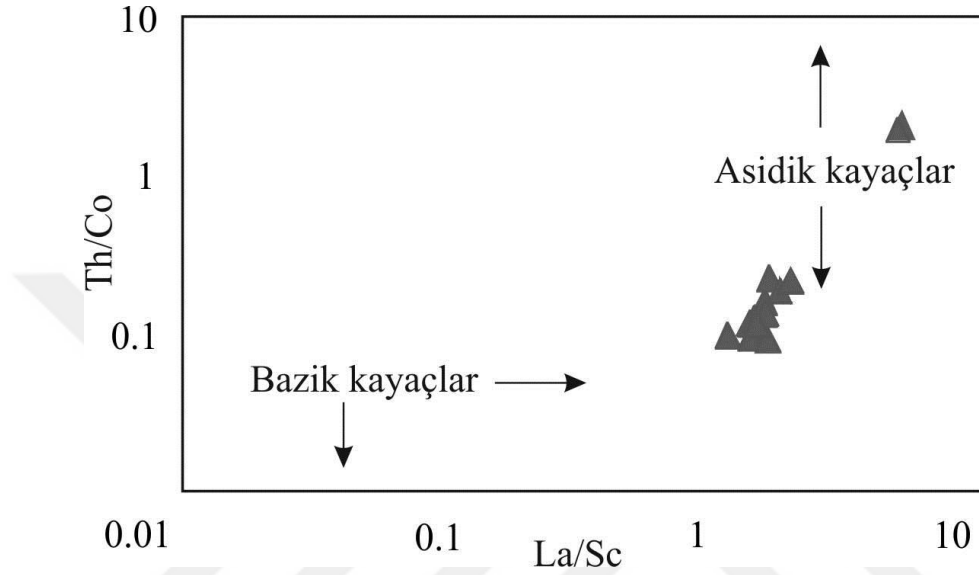
Sample	NASC'a göre			Kondrite göre			La/Lu	HNT/ONT	HNT/ANT
	Eu/Eu*	Ce/Ce*	La/Lu	Eu/Eu*	Ce/Ce*	La/Lu			
K1-41.3	1,02	1,00	1,44	0,68	0,97	10,22	98,44	8,10	25,36
K1-135.5	1,02	1,04	2,40	0,68	1,01	17,01	163,71	11,39	42,15
K1-164.5	1,13	0,89	1,13	0,75	0,87	7,97	76,77	6,25	18,72
K1-264.2	0,98	0,98	1,34	0,65	0,95	9,46	91,11	7,81	21,67
K1-587.4	1,06	0,99	1,37	0,71	0,96	9,71	93,53	7,09	21,75
K1-663.0	1,10	0,99	1,29	0,73	0,96	9,13	87,92	7,04	20,11
K1-769.6	1,07	0,91	1,13	0,71	0,88	8,01	77,14	6,80	20,00
K6-31.2	1,07	0,95	1,28	0,71	0,92	9,04	87,00	7,10	21,48
K6-85.0	1,14	0,92	1,38	0,76	0,90	9,78	94,17	6,97	20,66
K6-128.8	1,02	1,00	1,29	0,68	0,97	9,15	88,10	7,56	23,35
K6-258.3	1,02	1,00	1,49	0,68	0,97	10,54	101,47	9,04	27,19
K6-266.6	1,05	1,01	1,58	0,70	0,98	11,19	107,78	9,09	27,68
K6-321.6	1,09	1,00	1,24	0,73	0,97	8,77	84,40	7,46	21,66
K6-450.0	1,10	0,92	1,14	0,73	0,89	8,10	78,00	6,97	19,08
K6-485.1	1,08	0,96	1,38	0,72	0,94	9,80	94,35	7,47	22,26

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

Nadir toprak elementlerinin anomali ve oranları ise Çizelge 4.5’de verilmiştir. K1 sondaj örneklerinin HNT/ONT (hafif nadir toprak element/ortalama nadir toprak element) oranları 6,80 ve 11,39 arasında değişmektedir. K6 sondaj örneklerinde ise HNT/ONT 6,97 ve 9,09 arasında değişmektedir. K1 sondaj örneklerinin HNT/ANT (Hafif nadir toprak elementler/ağır nadir toprak elementler) oranları 18,72 ve 42,15 arasında değişirken, K6 sondaj örneklerinin oranı 19,08 ve 27,68 arasında

değişmektedir. Orta ve ağır nadir toprak elementler hafif nadir toprak elementlere göre zenginleşme göstermektedir.

Sondajlara ait örneklerin Th/Co-La/Sc diyagramına bakıldığında asidik/feslik köken kayaç bölgesine düşmektedir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33 Sondajlara ait örneklerin Th/Co-La/Sc diyagramı.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İnceleme alanı Batı Anadolu da Kale havzasını içine almaktadır. KD-GB uzanımlı olan Kale Havzası sığ denizel ortamda depolanmıştır. Havzanın batısında daha çok Menderes masifine ait metamorfik temel kayalar bulunmasına karşın, havzanın doğu ve güney bölümlerinde Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının yanı sıra, Likya naplarına ait ofiyolitler yer alır. Kale Havzası Oligosen yaşlı yeşilimsi gri ve sarımsı renklere olabilen, kalkerli çamurtaşı, kilaşı, kumtaşı ve kaba taneli kanal dolgusu çakıltaşları ile sonlanan ve birbirlerinden çakıltaşı seviyeleri ile ayrılabilen, farklı devresel düzeyler ayırt edilmiş regressif istifden oluşmaktadır. Bu birimler içerisinde kalınlıkları 45 cm ye varan siyahımsı, parlak özellikte sert linyit damarları tespit edilmiştir. Kömürler, daha çok kilaşı ve kalkerli çamurtaşından oluşan tortullar içinde yer alır. Oligosen yaşlı bu birimler üzerine çalışma alanında dar alanlarda yüzeylenen Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, ince killi kireçtaşı ara katmanlı siltaşı, kilaşlarından ve yer yer tüf ve tüfit ara katmanlarından oluşan birimler gelmektedir.

İnceleme alanında TKİ tarafından altı adet kömür araştırma sondajı yapılmıştır. Sondajların derinlikleri 426m ile 780 m arasında değişmektedir. Bu sondajlarda sığ-kıyı ortamda çökelmiş ve çakıltaşı, kumtaşı ve yer yer linyit damarları içeren çamurtaşı ve kilaşlarından oluşan Mortuma Formasyonuna ait kalın bir Oligosen istifi kesilmiştir.

Sondajlar çoğunlukla zayıf pekişmiş, yeşilimsi gri ve sarımsı renklere olabilen, her biri kalkerli çamurtaşı, kilaşı, kumtaşı ve kaba taneli kanal dolgusu çakıltaşları ile sonlanan ve birbirlerinden çakıltaşı seviyeleri ile ayrılabilen, alttan üste doğru tekrarlayan toplam beş; K6 sondajında ise dört farklı devresel düzeyi içeren bir istiften oluşmaktadır. Çakıltaşını oluşturan taneler ofiyolitlerden ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından türemiş bileşenler içerir. Genellikle tüm sondajlarda istifin kalkerli çamurtaşı ve kilaşından oluşan düzeylerinde kalınlığı 1-3 cm arasında değişen kömür damarları olağan olarak gözlenir. Bununla birlikte K3 sondajının 366. metresinde, koyu gri renkli kilaşları içinde 45 cm kalınlığında bir kömür damarı kesilmiştir. Ayrıca K5 sondajının üst bölümünde 155-156 metreler arasında, kumtaşı ve çamurtaşları içinde kalınlığı 40 cm'ye ulaşan bir kömür damarının varlığı saptanmıştır. K5 sondajının 262. metresinde

ise, 10 cm kalınlığında bir kömür damarı kesilmiştir. K6 sondajı karotunda kalkerli çamurtaşı ve kıltaşıdan oluşan tortullar içinde, 78. metrede kalınlığı 20 cm'ye ulaşan bir kömür damarının varlığı saptanmıştır. Sondajın 238. metresinde 10 cm ve 259. metresinde ise 45 cm olmak üzere iki farklı seviyede yer alan kömür damarlarının varlığı saptanmıştır. Sondajlarda kesilen kömür damarları siyahımsı, parlak özellikte linyitten yapıdır. K2 sondajında 525-553 m arasında koyu yeşilimsi gri ile kırmızımsı renklerde, çoğunlukla breşik özellikte serpantinitleten oluşan, ofiyolitik temel kayaları kesilmiştir.

Sondajlar korele edildiğinde, kömür katmanlarının kuzeyden güneye doğru, Oligosen istifinde yanal yönde kalınlaşma göstermediklerini ve ince taneli deltayık tortullara derecelendikleri görülmüştür.

Su seviyesinin arttığı dönemlerde havzaya kil, silt ve kum boyutunda kırıntılı malzeme çökeliimi olmuştur. Havzada zaman zaman sular çekilmiş ve bataklık ortamı egemen olmuştur. Organik malzemenin bataklık ortamında birikimi ile kömür oluşumu meydana gelmiştir. Havza çevresindeki metamorfik, ofiyolit ve volkanosedimanter kayaçların bozunma ürünü olarak gelişen malzemenin çökeltme havzasına taşınan kırıntılı malzemenin başlıca kaynağı olduğu düşünülmektedir.

Seçilen sondajlardan alınan örneklerin tüm kaya mineralojik bileşimleri XRD analizleri ile belirlenmiştir. Değerlendirilen örneklerde kalsit, dolomit, feldispat, kuvars ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Karbonat mineralleri her örnekte tespit edilmiştir. Havzada ana karbonat minerali kalsittir. Dolomit daha az oranda bulunmaktadır. Kalsit minerali sondaj istiflerinin her seviyesinde bulunurken, dolomit alt seviyelerde daha yaygındır. Dolomit Örneklerde kil içeriği oldukça yüksektir. Havzada tespit edilen kil mineralleri ise simektit, kaolinit ve illittir. En yaygın kil minerali simektittir.

Ortam tuzluluğunun ve alkalinitesinin düşük olduğu evrelerde kalsit çökeliimi gerçekleşmiş, tuzluluk ve alkalinitenin kısmen artışı ile de ortamda Mg zenginleşmesi olmuş ve dolomit çökelmiştir. Havzadaki karbonatın kaynağı havzayı çevreleyen, mermerlerden oluşan temel birimlerdir. XRD çalışmaları ile dolomit mineralinde

Ca/Mg oranı tespit edilebilir (Goldsmith ve Graf 1958). Havza da bulunan dolomitlerin çoğunluğunun ideal dolomit (2.88-2.89 Å) olduğu belirlenmiştir.

NTE ve Y, Zr, Ti, Nb, Ta, Th, Sc, Hf ve Co gibi elementler jeolojik süreçlerde düşük hareketliliğe sahip olduklarından köken belirlemede en uygun elementlerdir. Düşük iyon yarıçaplı, yüksek yüklü olan HFS elementleri ve iyon yükü düşük olan büyük iyon yarıçaplı olan LİL elementler uyumsuz elementlerdir. Hafif NTE uyumlu iken, Ağır NTE uyumsuz elementlerdir. Uyumlu ve uyumsuz elementlerin birbirlerine oranları felsik ve mafik köken kayaç ayrımında çok kullanışlıdır. Ayrıca NTE dağılımları da sedimanter kayaçların kökenini belirlemede önemlidir. Sondajlara ait örneklerin Th/Co-La/Sc diyagramına bakıldığında asidik/felsik köken kayaç bölgesine düşmektedir. Sedimanter kayaçlarda köken kayacın NTE dağılım özellikleri korunabilir (Taylor ve McLennan 1985, Wronkiewicz ve Condie 1987, 1989). Havzada Orta ve ağır nadir toprak elementler hafif nadir toprak elementlere göre zenginleşme göstermektedir. Örneklerin NTE dağılım diyagramlarına bakıldığında özellikle kil ve karbonat örnekleri benzer bir NTE dağılımı göstermektedir. Benzer NTE dağılımı NTE'nin aynı kökenden kaynaklandığına işaret eder.

NASC'a göre yapılan değerlendirmede Eu* ve Ce*anomalisi gözlenmemiştir. Kondirite göre yapılan değerlendirmede ise Eu* da negatif anomali ve Ce anomali değerlerinin NASC'a benzer bulunmuştur. NTE elementlerinde NASC ve kondrite göre belirlenen değişimleri havzanın kıtasal kabuk kökenli olduğu ve felsik kaynaktan beslendiğini gösterir.

6. KAYNAKLAR

- Akat, U., Öztürk, Z., Öztürk, E.M., Çağlayan, A. (1975). Menderes masifi güneyi, güneybatı Toros ilişkisi. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor* No: 3104, Ankara (yayımlanmamış).
- Akdeniz, N. (2011). 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. Denizli N-21 Paftası Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu. Arşiv No:163, Ankara.
- Altınlı, E. (1955). Denizli Güneyinin Jeolojik incelemesi: İstanbul Üniversitesi Fen Fak., B, XX, 1-2, 1-47, İstanbul.
- Atalay, Z. (1980). Muğla-Yatağan ve yakın dolay karasal Neojenin stratigrafi araştırması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **23**, **1**: 93-99.
- Bassaget, J.P. (1966). Contribution a l'étud de la région au Sud du Massif du Menderes entre Fethiye et Sandras Dağ (Province de Muğla, Turquie). Thèse Univ. Grenoble, 1203.
- Becker-Platen, J. D., (1970). Lithostratigraphische Untersuchungen in Kanozoikum Sudwest-Anatoliens (Kanozoikum und Braunkohler der Türkei, 2). *Geologisches Jahrbuch*, **97**: 244, Hannover
- Becker-Platen, J.D., Benda, L., Steffens, P. (1977). Litho-und biostratigraphische deutung radiometrischer altersbestimmungen aus dem Jungtertiär der Türkei (Kanozoikum und Braunkohlen der Türkei, 18). *Geologisches Jahrbuch*, B **25**: 139-167.
- Bernoulli, D., Graciansky, P.C. ve Monod, O. (1974). The extension of the Lycian nappes (SW Turkey) into the southeastern Aegean Islands. *Eclogae Geologicae Helvetiae*. **67**: 39-90.
- Brinkmann, R. (1967). Die Südflanke des Menderes massivs bei Milas, Bodrum und Ören : Ege Üniv. Fen Fak. İlmî Rap- Seri, 43, 12s.
- Büyükmeriç, Y. (2017), Kale-Tavas ve Acıpayam havzalarında Erken Miyosen

ökellerinin mollusk biyostratigrafisi (Denizli, Gb Türkiye) *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*. **155**:49-73

Çapan, U. (1980). Toros Kuşığı ofiyolit masiflerinin (Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı ve Divriği) içyapıları, petrolojisi ve petrokimyalarına yaklaşımlar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Enstitüsü, 4003.

Ercan, T., Günay, E. ve Türkecan, A. (1984). Bodrum Yarımadasının jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **97/98**: 21-32.

Flügel, N., ve Metz, K. (1954). Bodrum - Muğla yöresinde yapılan jeolojik harita raporu: M.T.A, Rap. No. 2799, yayımlanmamış.

Graciansky, P.C. de, (1972). Recherches géologiques dans le taurus Lycien occidental: These, Université de Paris-Sud, Orsay. 762 pp.

Gündoğdu, N. (1982). Neojen yaşlı sedimanter basenin jeolojik-mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Doktora tezi, 386 s.

Hasdiğen, S. ve Bayhan E. (2003). Kale (GB Denizli) bölgesindeki Tersiyer yaşlı kayaların kil sedimantolojisi. Yer Bilimleri, 27, 47-58.

Hakyemez, H. Y. ve Örcen, S. (1982). Muğla-Denizli Arasındaki (GB Anadolu) Senozoyik Yaşlı Çökellerin Sedimantolojik ve Biyostratigrafik İncelenmesi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 7311, Ankara (Yayınlanmamış)

Hakyemez, H. Y. 1989. Kale-Kurbanlık (GB Denizli) Bölgesinde Senozoyik yaşlı Çökel Kayaların Jeolojisi ve Stratigrafisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **109**: 9-22.

İslamoğlu, Y., Gedik, F., Aydın, A., Atay, G., Hakyemez, A. ve Babayiğit, S. (2006). Denizli Bölgesi'ndeki (GB Türkiye) Oligosen yaşlı lagüner ve Denizli çökellerin mollusk, foraminifera, nannoplankton, mercan ve sstrakoda biyostratigrafisi. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildirileri, 20-24 Mart 2006, Ankara, 245-249.

Kaaden, G. v.d., ve Metz, K. (1954). Datça - Muğla - Dalaman Çayı arasındaki bölgenin

jeolojisi: *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **1-2**: 71.

Karadenizli, L., Saraç, G. Şen, Ş. Seyitoğlu, G. Gedik, F. Kangal, Ö, Kayakıran, İ, Kazancı, N. Gül, A. ve Erten, H. (2009). Batı ve Orta Anadolu Oligosen Paleocoğrafyası. MTA Rapor No:11225.

Kaya, T. (1993). Sazak (Kale-Denizli) Geç Miyosen perissodactyla'sı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **115**: 35-42.

Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **27**:1-16

Okay, A. (1989). Denizli'nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya naplarının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **109**: 45-58.

Philippson, A. (1915), Reisen und Forschungen im Westlichen Kleinaisen. Pett: H., 167.

Savaşın, 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*, (78pp).

Savaşın, 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.

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.

Suttner, L.J. ve Dutta, P.K. (1986). Alluvial sandstone composition and paleoclimate, I. Framework minerology. *International Journal of Sediment Research*, **56**: 329-345.

Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z.R., Şen, M.A., Karaman, T., Dinçer, M.A., Durukan, E., Arbas, A., Örçen, S. ve Bilgi, C. (1989). Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)-

Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: **9429**, 3443.,Ankara (yayımlanmamış).

Şenel, M. (1997). 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Denizli-K9 paftası No:17. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını.

Şenel, M. (1997)d. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Denizli-J9 paftası No:16. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayını.

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

Thuizat, R., Whitechurch, H., Motigny, R. ve Juteau, T. (1981). K-Ar dating of some infra-ophiolitic metamorphic soies from eastern Mediterranean new evidence for oceanic thrusting before obduction. *Earth and Planetary Sci. Let.*, **52**: 302-310.

Tuna, V. (1999). Yukarısazak (Kale-Denizli) Geç Miyosen Artiodactyl'leri (mammalia). *MadenTetkik ve Arama Dergisi*, **121**: 73-82.

Whitney, D. L. ve Evans. B.W. (2010). Abbreviations for names of rockforming minerals, *American Mineralogist*, **95**: 185-187.

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.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Duygu Elçi
Doğum Yeri ve Tarihi : Afyonkarahisar- 02/09/1991
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 0554 8259434 elci_duygu@windowlive.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Özel Zafer Lisesi, (2005-2009)
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji
Mühendisliği Bölümü, (2009-2013)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2014-2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Afyonhaber Genel Yayın Yönetmenliği (Halen)

Yayınları (SCI ve diğer) :

Elçi, D., A., **Altay, T.**, Yağmurlu, F. ve Şentürk, M., 2019, Kale Havzasındaki (Denizli, Batı Türkiye) Kömür İçeren Sedimanter Birimlerin Jeolojisi ve Mineralojisi, Uluslar arası Katılımlı 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 28 Ocak-1 Şubat, 1020-1024 Ankara.